

**ISPARTA-KARAKAYA  
YÖRESİ POMZA YATAKLARININ  
GRAVİTE İLE ZENGİNLESTİRME  
OLANAKLARININ ARASTIRILMASI  
VE TESİS SİMÜLASYONU**

**Yakup UMUCU**

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

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

**ISPARTA - KARAKAYA YÖRESİ POMZA YATAKLARININ  
GRAVİTE İLE ZENGİNLESTİRME OLANAKLARININ  
ARASTIRILMASI VE TESİS SİMÜLASYONU**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Vedat DENİZ**

**Yakup UMUCU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2004**

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne**

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

**Baskan : Doç. Dr. Emin Cafer ÇİLEK**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. Vedat DENİZ (Danisman)**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK**

**ONAY**

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

**...../...../ 2004**

**Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL  
Enstitü Müdürü**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TESEKKÜR.....	vi
SEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. POMZANIN TANIMI.....	3
2.1. Türkiye Pomza Yataklarının Jeolojisi ve Ekonomisi.....	8
2.1.1. Orta Anadolu Pomza Yatakları.....	9
2.1.2. Doğu Anadolu Pomza Yatakları.....	10
2.1.3. Batı Anadolu Pomza Yatakları.....	11
2.2. Pomzanın Kullanım Alanları.....	12
2.2.1. Tekstil Sektörü.....	12
2.2.2. Tarım Sektörü.....	13
2.2.3. Kimya Sektörü.....	14
2.2.4. İnşaat Sektörü.....	15
2.2.5. Diğer Endüstriyel ve Teknolojik Alanlarda.....	16
2.3. Pomza Sektörüne Genel Bir Bakış.....	17
3. POMZANIN ZENGİNLESTİRME YÖNTEMLERİ.....	19
3.1. Boyuta Göre Sınıflandırma ve Ayıklama (Tavuklama) ile Zenginleştirme.....	19
3.1.1. Boyuta Göre Sınıflandırma ile Zenginleştirme.....	19
3.1.2. Elle Ayıklama (Tavuklama).....	20
3.2. Gravite ile Zenginleştirme.....	20
3.2.1. Düşey Hareketli Akışkan Ortamda Zenginleştirme (Jig ile Zenginleştirme).....	21
3.3. Gravite ile Zenginleştirme Yönteminin Uygulanabilmesini Belirleyen Etkenler.....	22
3.3.1. Zenginleştirme (k) Kriterinin Belirlenmesi.....	22

3.3.2. Yüzdürme-Batırma Testi ve Önemi.....	24
4. MATERYAL ve METOD.....	27
4.1. Materyal.....	27
4.1.1. Mineralojik Özellikler.....	28
4.1.2. Numune Hazırlama.....	31
4.2. Metot.....	32
4.2.1. Yüzdürme-Batırma Testleri.....	33
4.2.2. Yıkama Sonuçlarının Uyarılama ile İlgili Çalışmalar.....	33
5. BULGULAR.....	34
5.1. Isparta Pomzalarının Yıkanebilirlik Durumları.....	34
5.2. Nevşehir Bölgesi Pomzalarının Yıkanebilirlik Durumları.....	38
5.3. Bilinen Pomza Yıkama Sonuçlarının Isparta Pomzalarına Uyarlanması.....	42
5.4. Uyarılama Sonuçlarının Yorumlanması.....	45
6. TARTISMA VE SONUÇ.....	48
7. KAYNAKLAR.....	49
8. EKLER.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	77

## ÖZET

Ülkemizde ise zengin pomza rezervlerinin bilincine ve değerlendirilmesi konusunda henüz hedeflenen noktaya varılamamıştır. Bu değerli endüstriyel hammadde kaynağının optimal şartlarda en ideal olarak nasıl ve hangi oranlarda farklı endüstri dallarında kullanımı üzerine detay analizi irdelemelerinin yapılması gerekliliği ülke ekonomisi ve hammadde değerlendirme açısından son derece önemlidir.

Bu noktadan yola çıkarak, Isparta – Karakaya bölgesinde oldukça fazla miktarda rezerve sahip olan pomza sahalarının oluşum sırasında oldukça fazla miktarda gang minerallerinin olduğu tespit edilmiştir. Isparta – Karakaya pomzalarının özellikle bimsblok yapımında kullanıldığından dolayı gang mineralleri olumsuz etki yaratmaktadır. Bimsblok yapımında sorun yaratan bu istenmeyen gang minerallerinin uzaklaştırılması için bir grup zenginleştirme çalışmasının yapılması kaçınılmazdır.

Bu amaçla, Isparta – Karakaya pomza yataklarından bölgeyi temsil edecek yaklaşık bes ton civarında numune alınmıştır. Daha sonra numune belirli boyutlarda sınıflandırılarak boyut dağılımı ve her bir boyuttaki miktarı saptanıp gerekli mineralojik işlemlere tabii tutulmuştur. Yapılan bu işlemlerden sonra, pomza ile yan kayaçlar arasındaki yoğunluk farkı göz önünde bulundurularak yoğunluğa göre zenginleştirme olanığının araştırılması için yüzdürme-batırma testleri yapılmıştır. Orta-zor bir yıkanabilirlik gösteren Isparta- Karakaya pomzalarının gravite ile zenginleştirme işleminin gerçekleştiği Nevşehir’ de bulunan Soylu End. Min. A.S.’ ye ait üç adet jigden belirli kriterlere göre numune alınıp, bu numunelere yüzdürme-batırma testleri yapıp, tesis kurma aşamasında simülasyon işlemlerinde kullanılmıştır.

Sonuç olarak, Isparta- Karakaya pomzaları için ortaya konan yüzdürme-batırma sonuçları taggart’ın zenginleştirme kriterine ters, zenginleştirmenin kolay olmayacağına işaret etmektedir. Ortaya çıkan bu farklı sonuç, iki farklı yöre pomzalarının mineralojik özelliklerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

**ANAHTAR KELİMELER:** *Pomza, Yüzdürme-batırma testi, Simülasyon*

## ABSTRACT

Although there are reach pumice reserves in Turkey, the evelation and development of these reserves have not reached to desired levels. It is highlly important to perform detailed analyses on how to utilize. These industrially significant reserves optimally and in what different industries they could be used for the countries economy and economical benefication of the reserves.

It was determined that there are large pumice reserves in Isparta- Karakaya region but they contain large amounts of gangue minerals. Since Isparta- Karakaya pumices are used mostly in making (briquettes), the gangue minerals have negative effects in this process. It is necessary to separete the gangue minerals from pumice minerals by using a series of enrichment techniques to avoid problems in briquettes making.

For this reason, five tons sample has been taken from Isparta- Karakaya pumice reserves to representthe region. Following this, sample has been classified, size distribution and the amount in each size class have been determined, and mineralogical analyses have been carried out. After these processes, by taking the difference in the densities of pumice and gangue minerals in to account, sink-float tests have been carried out to investigate the possibility of gravity separation.

Isparta- Karakaya pumices showed a medium-diffucult washability charecteristic. The washability of Isparta- Karakaya pumices were very diffucult so Nevsehir pumices are used for simulation. For this reason we have taken sample from jigs in Nevsehir belong to Soylu Mining Company three jigs are taken and this samples are used for washability test to determine to used Isparta- Karakaya pumices.

In conclusion, the result of sink-float tests for Isparta- Karakaya pumices are in conflict with Taggart's enrichment criteria, and showing that gravity separation would not be easy. These two different results stem from the fact that mineralogical properties of pumices from two regions are different.

**KEY WORDS:** *Pumice, Sink-float tests, Simulation*





**TESEKKÜR**

Yüksek lisans çalışmalarımın yönetimini kabul ederek, bu tezi hazırlamama olanak sağlayan ve çalışmalarımın her asamasında yakın destek ve yardımlarını gördüğüm tez danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Vedat DENİZ' e, ayrıca deneysel çalışmalarımın bir bölümünde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK' e sonsuz teşekkürü sunmayı bir borç bilirim.

Ayrıca hem deneylerin yapılması sırasındaki yardımlarından dolayı hem de tez çalışmam süresince hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan değerli esim Zeynep UMUCU' ya sonsuz şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

**Yakup UMUCU**

**Isparta-2004**

**Sekiller Dizini**

	Sayfa
Sekil 2.1. Bazik pomzanin genel görünümü	5
Sekil 2.2. Asidik pomzanin genel görünümü	5
Sekil 4.1. Pomza içerisindeki Sanidinin görünümü	28
Sekil 4.2. Pomza içerisindeki Piroksenin görünümü	28
Sekil 4.3. Andezit içerisindeki Piroksen+Fenokristalin görünümü	28
Sekil 4.4. Andezit içerisindeki Sanidin ve Piroksenin görünümü	28
Sekil 4.5. Trakiandezit içerisindeki Plajiyoklas ve piroksenin görünümü	29
Sekil 4.6. Trakiandezit içerisindeki Sanidinlerin görünümü	29
Sekil 4.7. Trakit içerisindeki iri bir Sanidin görünümü	29
Sekil 4.8. Trakit içerisindeki matriks kismindaki hematilesmenin görünümü	29
Sekil 5.1. -50+30 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	34
Sekil 5.2. -30+20 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	35
Sekil 5.3. -20+12 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	36
Sekil 5.4. -12+4 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	37
Sekil 5.5. -50+30 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	39
Sekil 5.6. -30+20 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	40
Sekil 5.7. -12+4 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri	41
Sekil 5.8. Soylu End. Min. A.S.'ye ait Jiglerin Tromp egrileri	45
Sekil 5.9. -50+30 mm Boyutu için yapılan uyarlama sonucu yogunluga bagli olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari	46
Sekil 5.10. -30+20 mm Boyutu için yapılan uyarlama sonucu yogunluga bagli olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari	47
Sekil 5.11. -12+4 mm Boyutu için yapılan uyarlama sonucu yogunluga bagli olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari	48

## Çizelgeler Dizini

	Sayfa
Çizelge 2.1. Asidik ve bazik pomza türlerinin kimyasal bileşimi	6
Çizelge 2.2. Türkiye pomza rezerv dağılımı	17
Çizelge 4.1. Isparta pomzasının kimyasal analiz sonuçları	31
Çizelge 4.2. Deneylerde kullanılan örneğin elek analizi ve porozite dağılımı	31
Çizelge 5.1. -50+30 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	34
Çizelge 5.2. -30+20 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	35
Çizelge 5.3. -20+12 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	36
Çizelge 5.4. -12+4 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	37
Çizelge 5.5. -50+30 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	39
Çizelge 5.6. -30+20 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	40
Çizelge 5.7. -12+4 mm boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma test sonuçları	41
Çizelge 5.8. -50+30 mm Boyutu için yapılan Tromp sonuçları	43
Çizelge 5.9. -30+20 mm Boyutu için yapılan Tromp sonuçları	44
Çizelge 5.10. -12+4 mm Boyutu için yapılan Tromp sonuçları	44
Çizelge 5.11. -50+30 mm Boyut için yapılan uyarlama sonucu yoğunluğa bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarları	46
Çizelge 5.12. -50+30 mm Boyut için yapılan uyarlama sonucu yoğunluğa bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarları	47
Çizelge 5.13. -50+30 mm Boyut için yapılan uyarlama sonucu yoğunluğa bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarları	48

## 1.GIRIS

Bilim ve teknolojinin hizli bir ivme kazandigi 2000' li yillarda endüstri de bu bas döndürücü gelismelerden olabildigince payini alamaya çalismakta ve hemen her gün insanoglunun en ayrintili ihtiyaçlari dikkate alinarak yepyeni ürünler hizmete sunulmaktadır.

Bilindigi gibi üretime dayali her türlü endüstri dalinin üretimde baslica kaynagi hammaddedir. Her ne kadar günümüzde suni hammadde kaynaklari artmis gibi görünse de, primer kaynak her zaman doga olmus ve bu olgusunu da dünya mevcut oldukça devam ettirecegi kaçinilmaz bir gerçektir.

Günümüzde, yakin zamana kadar ekonomik deger arz etmeyen fakat halen vazgeçilmez olan pek çok hammadde kaynagi bulunmaktadır. Çok degil, bir 15 yil öncesine kadar ülkemizde pomza denilince çoğu kimse için bir sey ifade etmemis, önemini kavramis pek az kisi veya kurumun da çabalari yeterli olmamistir. Ancak, Avrupa ve diger gelismis ülkelerde hammadde kaynaklarindan azami istifade ve endüstrilerinin bu yönde gelisimi söz konusu olmus, bu hammadde kaynaklari yeni endüstri alanlarinin gelismine alt yapi olmustur. Örnegin Ingiltere, zengin taskömürü kaynaklarini ve demir cevheri rezervlerini dünyanın önde gelen demir-çelik üreticilerinden olarak degerlendirmesini bilmis ve günümüz gelismis ülkeleri arasinda yer almistir. Günümüz Almanya'si kisitli pomza madeni rezervlerini en optimum sekilde kullanarak günümüzde pomza rezervlerinin tükenmis olmasi halinde bile bimsden mamul hafif yapi elamanlari teknolojsi üreterek transfer eden en önemli ülke konumuna gelmistir.

Ülkemizde ise zengin pomza rezervlerinin bilincine henüz tam erisilememistir. Mevcut kaynaklar varken hatta israf bile edilmeye baslamisken yurt disindan teknoloji transferine gidilme yolu seçilerek ve tamamen hammaddeden ziyade enerji maliyetli üretim yöntemi seçilmistir. Bu anlayisin sonucu geleneksel üretim yöntemleri ve buna dayali hammadde anlayisi devam etmis; zaten enerji kaynaklari

kisitli ülkemizde hem enerjimiz israf edilmeye hem de önemli hammadde kaynakları atıl bırakılmaya devam edilmektedir.

Bu amaçla bilinçli bir şekilde hem israfı önlemek hem de elimizdeki mevcut pomza yataklarını değerlendirmek amacıyla gerekli çalışmalar yapmak bizler için bir görevdir. Endüstriyel bir hammadde olan pomzanın, düşük yoğunlukta olma sebebi porozite içeriğinden kaynaklanmaktadır. Bu özellik, yapı malzemesi olarak kullanım alanlarında bu porozite özelliği büyük bir avantajdır.

Bu tez çalışması, rezerv açısından dünya ve ülkemizde çok olan pomza madeninin, ülkemizde ve dünyada yaygın olmayan zenginleştirme özelliklerinin ortaya konması açısından örnek bir çalışmadır. Özellikle bimsblok yapımında kullanılan Isparta-Karakaya pomza yataklarının yapısında bulunan yan kayaçlar büyük bir sorun çıkarmaktadır. Bu sorunun çözümü için yan kayaçların pomzadan uzaklaştırılması gerekmektedir.

Pomza ile yan kayaçları arasındaki yoğunluk farkının bu kadar yüksek olması ister istemez gravite yöntemi ile zenginleştirilebileceği kanisi hakim olmaktadır.

Çalışmada ilk etapta pomza hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bu ilk aşama içerisinde pomzanın tanımı, yataklanması, rezerv durumu ve kullanıldığı alanlardan bahsedilmiştir. Daha sonra cevherin fiziksel, kimyasal ve mineralojik incelemeleri yapılmıştır. Metot kısmında ise yöntem hakkında bilgi verilmiş, elde edilen veriler çizelge ve şekillerle gösterilmiştir.

Son olarak, Soylu Endüstriyel Mineraller A.S.'ye ait olan Nevşehir bölgesi pomzaların zenginleştirme cihazlarının mevcut durumu ile Isparta- Karakaya yöresi pomza yataklarının yüzdürme-batırma test sonuçlarından aynı cihazlarda yıkanabilme durumunun ortaya konması açısından bir simülasyon çalışması yapılmıştır.

## 2. POMZANIN TANIMI

Pomza madeni, dünya endüstrisinde yeni olmamakla beraber, ülkemiz endüstrisine son yıllarda girmeye başlamış ve değeri yeni anlaşılan volkanik kökenli bir madendir. Pomza (ponza) terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı sözcüklerle adlandırılmaktadır. Örneğin; Fransızca'da Ponce, İngilizce'de (İri taneli olanına) Pumice, (ince tanelisine) Pumicite, Almanca'da (iri tanelisine) Bims, (ince tanelisine) Bimstein adı verilmektedir. Türkçe'de ise süngertasi, köpüktasi, hisirtasi, nasirtasi, küvek, kısır gibi adlarla anılmaktadır. Diğer dillerin ve teknoloji ithalinin etkisiyle Türkçe'ye Pomza, Ponza, Bims, Pümis ve Pümisit terimleri olarak yerleşmiştir (Gündüz vd., 1998).

Pomza, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsi volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle, pomza gözenekli olan bir çeşit volkanik tüftür de denilebilmektedir. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani söğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçüğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde (özellikle mikro gözenekler) bağlantısız boşluklu olduğundan permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir. Pomza, rengi, gözenekliliği ve kristal yapısının olmaması ile pratik olarak benzer yapı arzeden diğer tür kayalardan ayrılmaktadır. En çok renk benzerliği/yakınlığı ve kimyasal bileşimi bakımından perlit ile karıştırılmakta olup, bazı durumlarda perlitten ayırt edilmesi zorlaşabilmektedir. Pomzalı perlit/pomzatik perlit veya perlitik pomza olarak adlandırılabilen geçişli kayalarla petrografik analizle ve gözenek yapısı itibarıyla ayrılabilir. Pomzadaki gözenekler, çoğunlukla birbiriyle bağlantılı değildir. İçerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskopik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, herbiri diğerinden camsi bir zarla yalıtılmıştır. Bu yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayadır. Sertliği Mohs skalasına göre 5-6'dır. Kimyasal olarak %75'e varan silis içeriği bulunabilmektedir. Pomzanın kimyasal bileşiminde genel olarak,

- %60-75 SiO<sub>2</sub>,
- %13-17 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- %1-3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- %1-2 CaO,
- %7-8 Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O, ve
- eser miktarda TiO<sub>2</sub> ve SO<sub>3</sub>

bulunmaktadır.

Kayacın içerdigi SiO<sub>2</sub> oranı, kayaca asindırma özelliği kazandırmaktadır. Bu yüzden çeligi rahatlıkla asindirabilecek bir kimyasal yapı sergileyebilmektedir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşimi ise atese ve isiya yüksek dayanım özelliği kazandırır. Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O tekstil sanayinde reaksiyon özellikleri veren mineraller olarak bilinmektedir (Onaran, 1985).

TS standartlarına göre pomza; birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genellikle 1 gr/cm<sup>3</sup>'den küçük sertliği Mohs skalasına göre yaklaşık 6 olan ve camsı doku gösteren volkanik bir madde olarak tanımlanmıştır (TS 3234).

Ayrıca, pomzanın kırma ve eleme suretiyle beton yapımına elverişli hale getirilmiş şekline de pomza agregası adı verilmektedir. Volkanik oluşum mekanizması sürecinde, volkanizmanın faaliyetine bağlı olarak 2 ayrı karakteristik yapıya sahip pomza oluşumu meydana gelebilmektedir. Bunlar asidik karakterde ve bazik karakterde pomza oluşumları olarak adlandırılmaktadır. Bazik pomzaya, bazaltik pomza veya Scoria da denilmektedir. Bazaltik pomza, koyu renkli, kahverengimsi, siyahimsi olabilmektedir. Özgül ağırlık 1-2 gr/cm<sup>3</sup> civarındadır. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan türü olan asidik pomza, beyaz, kirli görünümde ve grimsi beyaz renktedir (Kuşçu, vd., 1988).



Sekil 2.1. Bazik pomzanin genel görünümü



Sekil 2.2. Asidik pomzanin genel görünümü

Her iki tür de, oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmıştır. Ancak, asidik magmanın yoğunluğu bazik magmaya göre daha düşük olup, pomzanın yoğunluğu yaklaşık  $0.5-1 \text{ gr/cm}^3$  civarındadır. Silisyum, Alüminyum, Potasyum ve Sodyum ihtiva eder ve bu bileşimler nedeniyle de açık renkli görünüm sergilemektedirler. Asidik ve bazik özellikler taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimlerine birer örnek Çizelge 1'de verilmiştir (Bilgin, 1997).



Çizelge 2.1. Asidik ve bazik pomza türlerinin kimyasal bileşimi

Bileşim	Asidik Pomza	Bazik Pomza
SiO <sub>2</sub>	70	45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14	21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5	7
CaO	0.9	11
MgO	0.6	7
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	9	8
Ates Kaybi	3	1

Asidik karakterli pomzalarda silis oranı daha yüksek olup, inşaat sektöründe yaygın kullanım alanı bulabilmektedir. Diğer taraftan, bazik karakterli pomzalarda da alüminyum, demir, kalsiyum ve magnezyum bileşenleri daha yüksek oranlarda bulunması nedeniyle, diğer endüstri alanlarında kullanım alanı bulabilmektedir (Tuncer, 1997).

Saf özgül ağırlık kuru kütle için, hacmine oranı (gözenek hacmi hariç) 2.2 gr/cm<sup>3</sup> civarındadır. Tane özgül ağırlığı kuru kütle için, tüm hacime oranı ise tane büyüklüğüne ve yatağa göre değişir. Pomza tanesi büyüdükçe tane özgül ağırlığı azalır. Örneğin, aynı yatakta 0-2 mm'lik tane büyüklüğünde özgül ağırlık 0.75 kg/dm<sup>3</sup>, 4-8 mm'lik grupta 0.65 kg/dm<sup>3</sup> ve 8-16mm'lik grupta 0.45 kg/dm<sup>3</sup>'dir. Tane ebatları arttıkça gözenek yüzdesi de artmaktadır. Pomzanın gözenek yüzdesi volkan bacasından uzaklaştıkça artar. Pomzanın gözenek yüzdesinin yükseldiği 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. Bu amaçlar için pomza yıkanır, yabancı taslardan temizlenir, kurutulur ve tane büyüklüklerine göre sınıflandırılır, böylece yığın halindeki yoğunluğun 0.30 kg/dm<sup>3</sup>'den aşağı olması sağlanır (Davraz ve Gündüz, 1997).

Yüksek gözeneklilik derecesi nedeniyle, pomza tanelerinin büyük dayanıklılıkları yoktur. Ancak, bu dayanıklılık, taşıyıcı duvar yapımında kullanılan tas dayanıklılıklarına uygundur (6 kat inşaata kadar). Pomza çok iyi bir ısı izolatörüdür. Bu özelliği, pomzadan mamul blok imalinde "yığın gözenekliliği" denilen ve özellikle ulaşmaya 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 (Çerçi ve Erten, 1997).

Pomza, bir çeşit volkanik tüf olduğu için kolay kırılma özelliğine sahiptir. Ufalanmış pomza, taslama ve parlatma amaçları için kullanıldığı gibi; kibrit fabrikalarında atesleme malzemesi ve dolgu maddesi, sabun ve kozmetik sanayinde de aynı amaçlarla kullanılabilir.

## 2.1. Türkiye Pomza Yataklarının Jeolojisi ve Ekonomisi

Türkiyede bulunan pomza yatakları, İç ve Doğu Anadolu ile Akdeniz Bölgesinde, Tersiyer sonlarında başlayarak Kuvaterner devrinde, volkanik faaliyetler sonucunda oluşmuştur. Genellikle pomza oluşumlarını aşağıdaki şekilde açıklayabiliriz.

Asidik magma bazik magmaya oranla daha viskozdur ve yüksek silis içerir. Bazik magmanın sıvı olduğu sıcaklıklarda asidik magma katı halde bulunur. Bu nedenle volkanik aktivitenin durduğu zamanlarda magma akışı durarak asidik kayalar ve kütleler oluşur. Volkanik baca içerisinde tıkanma sonucu doğal basınç birimi oluşur. Basıncın artmasıyla asidik malzeme ile birlikte magmadaki erimis gazlar büyük patlamalar şeklinde bacadan püskürmeye başlar. Ani basınç serbestleşmesi ani genişlemelere neden olur. Bu esnada bünyedeki uçucu bileşenlerin ani kaçmasına neden olur. Uçucuları takiben arkada kalan erimis küresel parçalar, atmosferle temas eder etmez hızla soğurlar. Böylelikle pomza oluşur. Bu oluşan pomza parçaları volkan bacalarının yakınından itibaren uzaklara doğru hava akımının da etkisiyle, eski yüzey şekline uygun olarak depolanır. Bu durumdaki pomza yatakları zamanla akarsular tarafından taşınarak uygun havzalarda depolanır. Bu durumdaki yataklar içinde % 1-3 oranında andezit, bazalt, obsidyen gibi volkanik kayalar parçaları bulunur. İkinci durumda oluşan pomza yataklarında ise yabancı maddeler daha fazla olabilmektedir (Bilgin, vd., 1988).

Pomza oluşumunu kontrol eden faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- 1) Püskürme Süresi
- 2) Ara Süreler
- 3) Magmanın Isısı
- 4) Magmadaki Erimis Gaz Miktarı
- 5) Püskürtülen malzemenin Soğuma Zamanıdır.

Türkiye’de bulunan pomza yataklarını aşağıdaki gibi sınıflayabiliriz.

### 2.1.1. Orta Anadolu Pomza Yatakları

Genellikle bu yörede bulunan pomza yatakları Avanos ve Derinkuyu ilçeleri arasında yayılım göstermektedir ve Nevşehir ili pomza yatakları olarak da adlandırılırlar.

Bölgede temeli oluşturan en yaşlı kayalar Üst Kratese yaşlı serpantin, granodiyorit gibi kayalardır. Bunların üzerine Paleojen, Neojen yaşlı ignimbiritik tüf, riyolitik tüf, andezitik tüf, göl sel kireç taşı ve bazalt gibi kayalar birimleri gelmektedir. Yöredeki en genç kayalar birimleri, Kuvaterner yaşlı traverten, pomza, volkan külü ve alüvyon gibi birimlerdir. Bu yörede bulunan pomza seviyelerinin kalınlığı yer yer 1-20 m arasında değişmektedir. Bu pomza seviyelerinin içinde %1-3 arasında değişen miktarda bazalt, diyabaz ve obsidiyen parçaları bulunmaktadır. Pomza seviyelerinin üzerinde 1-35 m arasında değişen kalınlıklarda volkan külü seviyesi ve en üstte kalınlığı 1-15 m arasında değişen kalınlıklarda alüvyon seviyesi bulunabilmektedir (Sarıiz, 1985).

Nevşehir ve civarındaki pomza yatakları tercih edilen kalitede pomza yataklarıdır. Makroskobik olarak, tane boyutu genellikle 0.1-7 cm arasında değişmektedir. Daha iri ve ince boyutlarda pomza görmek mümkündür. Aksaray ve Ihlara civarında 20 cm boyutuna kadar ulaşabilen iri pomzalar görülebilmektedir. Pomza boyutundaki bu oranlar yataktan yatığa değişebilmektedir. Bu değişimler, pomzanın çıktığı volkan bacasına olan uzaklıkla ilgilidir. Volkan bacasına yakın pomzalar iri, bacadan uzaklaştıkça pomza boyutları küçülür. Bazı yataklarda ise gang oranı seviyeden seviyeye fark göstermektedir. Pomza, beyaz, gri, krem renklerde olup, üst seviyeler ve altere zonlar sarımsı beyaz ve kirli bej renklerde dir. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu bölgedeki sahalardaki pomzaların hafif yapı elamanı olarak kullanılabilir kalitede oldukları saptanmıştır (Sarıiz, 1985).

Kayseri bölgesinde bulunan pomza yatakları bu ile ilgili Talas, Tomarza ve Develi ilçeleri arasında yayılım göstermektedir. Yörede temeli oluşturan en eski kayalar birimi Paleozoik yaşlı kristalize kireç taşlarıdır. Bunun üzerine pliyosen yaşlı tüf ve göl sel kireç taşları gelir. Tüflerin üzerine gelen pomza seviyelerinin kalınlığı yer yer 6-20 m

arasında değişmekte olup, üzerine 1-50 m arasında değişen ignimbiritik tüfler gelir. Bu ignimbiritik tüflerin üzerine de ikinci bir pomza seviyesi gelmektedir (Kepez pomzasi). Kepez pomzasi üzerine kalınlığı 10 m' ye varan ignimbiritik tüfler gelmektedir. Yörede en genç olarak Kuvaterner yaşlı volkanizmanın en son ürünü olarak andezit, bazalt türünden kayalar bulunmaktadır. En üstte 1-5 m kalınlığında yamaç molozu ve alüvyon örtü bulunmaktadır (Sarıiz, 1985).

Bu yöredeki pomzalar Nevşehir'e göre daha fazla gaz boşluklu ve hafiftir. Boyutları 0.1-8 cm. arasında değişir. Pomzalarda açık gri, gri, beyaz ve krem renkler hakimdir. Genellikle pomza seviyelerinin üzerinde 0.5-2 m. arasında dekapaj vardır. Pomza içinde ince ve iri boyutlardaki malzemelerinin oluşturduğu ayrı ayrı seviyeler (10-20 cm.) aralanmalıdır (Sarıiz, 1985).

Yapılan kimyasal analizler ve teknolojik testler sonucunda, bu yöredeki sahalardaki pomzaların hafif yapı gereği olarak kullanılacak kalitede oldukları belirlenmiştir (Sarıiz, 1985).

### **2.1.2. Doğu Anadolu Pomza Yatakları**

Doğu Anadolu Bölgesinde pomza yatakları çok geniş alanlara yayılır. Bitlis (Ahlat-Tatvan), Van (Ercis-Mollakasım), Ağrı (Patnos-Dogubeyazıt) ve Kars (Digor-Sarikamis) illerinde geniş pomza yatakları bulunmaktadır (Arslan, 1997).

Bölgede temeli oluşturan en yaşlı kayalar Paleozoik yaşlı Bitlis masifi diye adlandırılan (gnays, sist ve mermer gibi) kayalar üzerine Mezozoik yaşlı ofiyolitik melanj (serpantin, diyabaz, kireçtaşı gibi) gelmektedir. Bunun üzerine ise Tersiyer yaşlı flis ve volkano-sedimanter (kumtaşı, marn, tuf, aglomera, kireçtaşı, bazalt, andezit, riyolit gibi) kayaç birimleri bulunmaktadır. Bu bölgede pomza yatakları Kuvaterner devrinde oluşmuş olan volkanik faaliyetler sonucu oluşmuşlardır. En altta ignimbiritik tuf, aglomera, obsidiyen ve trakitik kaya birimleri bulunmaktadır. Bunların kalınlığı ortalama 350 m. civarındadır. Bu birimlerin üzerine kalınlığı yer yer 1-25 m. arasında değişen pomza oluşumları gelmektedir. Pomza seviyesinin

üzerine kalınlığı 1-20 m. arasında bazalt ve en üstte ise, 1-5 m. kalınlığında alüvyon bulunmaktadır. Yukarıda sözü edilen pomzalar asidik kökenlidir (Arslan, 1997).

Bu bölgedeki pomzalar makroskopik olarak Kayseri ve Nevşehir pomzalarına oranla daha iri olup, 0.1-8 cm. boyutlarındadır. Daha iri ve ince malzemeler çok az oranda bulunur. Van, Ercis, Agri ve Dogubeyazıt yöresindeki pomzalar genelde beyaz, diğer illerdeki pomzalar ise bej, gri ve kirli beyaz renklerde dir. Pomza içinde yer yer ince ve iri malzemelerin oluşturduğu seviyeler ar dalanmalıdır (Arslan, 1997).

### **2.1.3. Batı Anadolu Pomza Yatakları**

Bu bölgede bulunan pomza yatakları Isparta, Burdur ve Muğla illeri çevresinde bulunmaktadır. Temeli Mezozoik yaşlı kireçtaşları ile Pliosen-Kuvaterner yaşlı volkano-tortul birimler oluşturmaktadır. Gölcük volkanitleri, Toros kusagında yer alan seriler üzerine yerleşmiştir (Karaman, 1988).

Yörede pomza oluşumları en yoğun olarak Isparta-Gölcük çevresinde gözlenmektedir. Pomza taşları patlayıcı traki-andezit volkanizmaya bağlı olarak oluşmuştur. Pomza seviyeleri alttan üste doğru alt volkano-tortul birim içerisinde, andezit, çakıl ve blokları ile diyorit çakılları bulunur (Koçyigit, 1984).

Çesitli boyutlardaki pomzaların rengi açık gri ile gri renk tonları arasında değişir. Gevsek dokulu pomza düzeylerinin tabanında kahverengi kül, silt, kum karışımı bir seviye bulunur ve üst kısımlarda ise tüf, kum ar dalanmasına geçer. Ayrıca Niğde, Konya, Ankara ve Muğla ili çevresinde de pomza yatakları bulunmaktadır. Fakat ekonomik değildir (Poisson, vd., 1984).

## 2.2. Pomzanin Kullanım Alanları

Pomza, çok eskilerden beri çeşitli maddelerin ovalanarak temizlenmesinde ve parlatılmasında asindirici olarak kullanılmaktaydı. 1945 yılından sonra demiryolu miciri, inşaat malzemesi, akustik tuğla, yalıtım malzemesi, alçı vb. olarak kullanılması gün geçtikçe teknolojinin gelişmesi ile değişik sanayi dallarında kullanımı artmıştır. Ayrıca pomza doğrudan bazı sektörlerde kullanılabilir. Pomza başlıca şu sektörlerde kullanılmaktadır (Güngör ve Tombul, 1997);

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

### 2.2.1. Tekstil Sektörü

Ülkemizde pomzanın en önemli kullanım alanlarından biri tekstil sektörüdür. Tekstil sektörünün bazı dallarında pomza, aranan ve azimsanmayacak miktarlarda tüketilen önemli girdi hammaddelerinden biri olmuştur. Bu sektörde kullanılacak pomzanın normal özelliklerinin dışında, bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri de titizlikle aranmaktadır (Kiremitçi, 1994).

Bu sanayide kullanılan pomza daha çok kot gibi giyeceklerin ağartılması ve yumusatılması amacıyla yöneliktir. Kumun sadece yumusatılması isteniyorsa yine su ve pomza kullanılır ve bu işleme “taş yıkama” tabir edilir. Giysinin hem yumusatılması hem de ağartılması isteniyorsa kazana su ve kimyasal madde emdirilmiş pomza konularak yapılır. Bu işlemede “kar yıkama” adı verilir. Bu iki işlemin dışında sadece istenilen bölgeleri ağartan “kuşlama” işlemi vardır (Duran, 1997).

Bu sektörde kullanılacak pomzanın ise “tekstil kalitesi” denen özellikleri tasması gerekir. Tekstil sanayinde kullanılan pomzada normal özelliklerin yanında ilave olarak aranan özellikler şunlardır;

- Pomza orta sertlikte olmalı ve kırılmadan ezilmelidir,
- Mineralojik yapısında pomzadan sert mineral olmamalıdır (kumasi çizmemelidir),
- Yabancı maddelerden arındırılmış olmalı, demiroksit, sodyum oksit ve potasyum oksit miktarları kumasi boyamayacak şekilde olmalıdır (kimyasal bileşim oranı),
- Kuru, yüksek poroziteli ve yuvarlatılmış olmalıdır,
- Kullanılan pomzanın kalitesi standart olmalıdır,
- Genellikle 3\*4\*5 cm ebadında olmalıdır,
- Beyaz renkte ve suda belirli süre yüzme kabiliyetine sahip olmalıdır,
- Su emme miktarı, istenilen limitlerde olmalıdır,

Yıkama işleminde bir parça blucin için, ortalama 0.5-1 kg pomza tüketilmektedir. Son zamanlarda üretilen kumalar da artık öyle yapılmaktadır ki bunları daha az pomzayla ağartmak mümkün olabilmektedir. Bu tip kumalarda parça başına pomza tüketimi 0.5 kg civarındadır (Güngör ve Tombul, 1997).

### **2.2.2. Tarım Sektörü**

Pomza, Avrupa ülkelerinin çoğunda tarımda kuraklığa çare olarak başvurulan seçeneklerden birisidir. Bünyesine aldığı suyu uzun müddet muhafaza ederek sürekli olarak nemli bir ortamın oluşmasını temin ettiğinden kuraklığın çözümünde kısmi bir çözüm getirirse de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Toprağın özelliklerini iyileştiren maddeler içinde pomza önemli bir yer tutmaktadır. Toprağın su tutma özelliğinin geliştirilmesi, özellikle su problemi olan bölgelerde çok önemlidir (Gür, vd., 1997).



Perlit, 760-1200 °C' de genleştirilerek tarımda kullanılmaya uygun hidrokültür hammaddesi haline dönüştürülmektedir. Pomza ise doğal halde bir hidrokültür malzemesi olduğundan maliyeti genleştirilmiş perlit ve kile kıyasla daha düşüktür. Son yıllarda bu konuda bazı Avrupa ülkeleri (Hollanda, İsveç vb) ve Japonya bu tip araştırmaları detaylı yapan ülkeler olup, bu ülkelerde topraksız veya çok az toprakla ve çok az su ile bitkiler yetistirmektedir. Ülkemizde bu alandaki çalışmalar daha deneme safhasında olup, ihracat yapılırken bu hususun göz önünde bulundurulması yerinde olacaktır (Ikizler, 1993).

Pomza, tarımda hem ucuz hem de özellikleri açısından bitkiler için önemli bir hammadde durumundadır. Tuttuğu suyu/nemi, içinde bulunduğu ortama göre ayarlayarak lazım oldukça bitkiye verebilen pomzanın bu alanda kullanılabilmesi için öncelikle bazı testlerden ( su tutma faktörü, gözenek durumu, granüllerin görünür yoğunluğu vb.) geçirilerek uygunluğu seçilir. Bu testlerin yapılmasından önce, özellikle tane boyutu açısından uygun ve aynı özellikleri taşıyan yeteli rezerve sahip pomza yatağının seçilmesi, değişmeyen kalitede pomza kullanım gerekliliği açısından önemlidir (Ikizler, 1993).

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

### **2.2.3. Kimya Sektörü**

Kimyasallarda özellikle tarım ilaçlarında dis macunlarında, bir çok alanda emici madde olarak, yabancı otlarla mücadele ilaçlarında, mantar ilaçlarında katalizör taşıyıcısı olarak suni gübrenin topraklaşmasını önleme amacıyla antikek maddesi olarak kullanılmaktadır. Burada kimyasallar esit taşıyıcı ve dengeleme rolü oynamaktadır (Taner ve Ersöz, 1989).

Ayrıca pomza, özel boyalarda dolgu maddesi olarak kullanılır. Pürüzlü kaplamada ses izole edici duvar boyası olarak, motifli boya için astar macununu düzeltme işlerinde kullanılmaktadır. Boya tipinde kullanılacak pomzanın;

- A tipi ( Trafik amaçlı boyalar için),
- B tipi (Kaymaz yüzey boyalar için olmak üzere iki alt başlık halinde tane boyu dağılımı ve diğer bazı özelliklerine bakılmaktadır.

#### **2.2.4. İnşaat Sektörü**

Pomza, ülkemizde ve dünyada geniş anlamda inşaat sanayinde kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen pomzanın % 80'i iç piyasada inşaat endüstrisinde kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe perlitin kullanıldığı alanların hemen hemen hepsinde kullanılmaktadır. Perlit gibi genişletmek için enerji ve yatırım gerektirmediğinden inşaat sektöründe kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır (Gündüz vd., 1998).

İnşaat sektöründe kullanımı derken, inşaata girdi olarak kabul edilen çok değişik kalemlerde kullanılan bir hammaddedir. Bu sektörde pomza, hafif beton elde edilmesinde agrega olarak kullanılmaktadır. Hafif Beton Agregası ile Normal Beton Agregası arasında büyük farklar vardır (Ünal, vd., 1997).

Pomza, normal kumun ve çakılın 1/3 ile 2/3 kadar ağırlığa eşit olup, aynı durum pomza ile yapılan betonlarda da görülebilmektedir. Pomzadan yapılan betonun normal betondan çok daha hafif olması nedeniyle taşınması, kullanılmasındaki kolaylıklar zaman ve işçilikten tasarruf sağlar. Zemin mekanığı açısından da temele inen yük azalacağından yaklaşık % 17 oranında inşaat demirinden tasarruf sağlanabilmektedir (Çerçi ve Erten, 1997).

Pomzali betonun isi geçirgenlik katsayisi, normal betondan 4-6 kat daha fazla izolasyon saglamakta olup, bu zelliginden kaynaklanarak büyük çapta isi ve enerji tasarrufu sagladigi/saglayacagi bilinmektedir.

#### **2.2..5. Diger Endüstriyel ve Teknolojik Alanlarda**

- Kuyumculuk, metal, cam ve plastik sanayinde abrazif,
- Tv tüpleri ve elektronik devre ve çiplerin üretiminde hassas temizleme maddesi,
- Yol tutucu- kaymaz tip oto lastikleri üretiminde katkı,
- Asfalt kaplamalarda ve karayollarında buzlanmaları kontrol altına almada,
- Dekoratif ve yalıtımlı, hafif tavan kaplama malzemelerinin imalinde,

gibi pek çok sektörde kullanım imkani bulmaktadır. Ayrıca günümüzde seramik malzemelerinin sir tabaklarının yapımında, refrakter malzeme, hafif izo-akustik siva imalinde, biyoteknoloji alanlarında absorban malzeme olarak ve su arıtım teknolojisi gibi pek çok alanda kullanımına ilişkin alımlarında sürdürüldüğü de bilinmektedir (Güngör ve Tombul, 1997).

### 2.3. Pomza Sektörüne Genel Bir Bakis

Pomza, yıllar boyunca inşaatlarda yapı elamanı olarak kullanılmaya gelmiş, ustaların elinde şekillendirilerek günümüze kadar geçmişin tarihini ve tekniğini taşımıştır. Türkiye, pomza rezervleri bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Araştırılmış alanlarda yaklaşık 3 milyar m<sup>3</sup> pomza rezervi olduğu tahmin edilmektedir. Pomza rezervlerinin İç Anadolu bölgesinde yoğunlaşmış olmasına karşın, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde de pomza oluşumlarına önemli derecelerde rastlanmakta ve üretim faaliyetleri yapılmaktadır. Dünya pomza rezervleri bakımından önemli bir yeri olan Türkiye, 10' a varan renk ve doku kalitesine sahip pomza çeşitleri oldukça yüksek bir pazar sansine sahiptir. M.T.A. Genel Müdürlüğü'nce ülke çapında yapılan pomza ile ilgili detay jeolojik etüd çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ülkemizde varlığı bilinen pomza yatakları ve bunların rezerv durumları Çizelge 2'de verilmiştir (Tuncer, 1997).

Çizelge 2. 2. Türkiye Pomza Rezerv Dağılımı

Yeri	Rezerv miktarı	Rezerv kategorisi
Nevşehir-Ürgüp-Avanos	400.412.834	A+B
Kayseri- Gömeç	48.660.500	C
Kayseri-Develi	58.500.000	A+B
Bitlis-Tatvan	1.100.000.000	A+B
Kars	40.150.250	B
Isparta-Gölcük	30.983.250	A+B
Agri	27.812.000	A+B
Agri-Dogubeyazit	26.875.000	A+B

A: Görünür Rezerv

B: Muhtemel Rezerv

C: Mümkün Rezerv

Ülkemizde pomza madenciligi, açık ocak işletmeciligi şeklinde yürütülmektedir. Üretilen cevherin % 80' i yurt içinde genelde hafif yapı elamani, briket ve izolasyon malzemesi olarak tüketilmekte, kalan % 20'sinin büyük bir bölümü tekstil pomzasi olarak ihraç edilmektedir. Hafif yapı elamani üretiminde ülke genelinde en büyüklerden hammadde ve mamul madde üreticisi ISBAS Isparta Belediyesi Bims Yapı Elamanları San. ve Tic. A.S. ile tekstil pomzasi üretiminde en büyük üretici ve ihracatçı konumundaki SOYLU Endüstriyel Mineraller A.S.' nin üretim miktarları son yıllardaki pomza üretiminin hangi boyutlara ulaştığı konusunda fikir verebilir.

Ülkemizde üretilen pomza tasi, kalite açısından sert ve yumusak değerlendirilmektedir. Sert pomza olarak nitelendirilen, Kayseri Develi mevkiinde, yumusak olarak nitelendirilen de Nevsehir, Ürgüp ve Aksaray bölgelerinde bulunmaktadır. Bu değerlendirme pomza yataklarının ihraç kabiliyetine sahip tekstil sanayinde kullanılan cinsleri için yapılmakta, inaat sektörünün kullandığı pomzalarda ise homojen tane yapisi ve ağır minerallerden arinmis durumuna göre değerlendirilmektedir. Pomza rezervlerinin yogun ve çeşitliliğinin çok olması sebebiyle, endüstriyel bir ham madde olarak Türkiye'de önemli bir ihracat malzemesini oluşturmaktadır (Gündüz vd., 1998).

### **3. POMZANIN ZENGINLESTİRME YÖNTEMLERİ**

Mühendisliğin amacı, en ucuz yöntemle en yüksek verimi almaktır. Buna bağlı olarak, cevherin serbestleşme boyutu ve diğer özellikleri dikkate alınacak boyuta göre sınıflandırma ve gravite ile zenginleştirme yöntemlerini kullanmak diğer zenginleştirme (Manyetik ayırma, Elektrostatik ayırma, kimyasal zenginleştirme) yöntemlerine göre genellikle daha ekonomik olmaktadır. Buradan yola çıkarak pomza için en uygun ve ucuz yöntemden pahalı yönteme doğru zenginleştirme yöntemleri hakkında kısaca bilgiler sırasıyla verilmiştir.

#### **3.1. Boyuta Göre Sınıflandırma ve Ayıklama(Tavuklama) ile Zenginleştirme**

En eski cevher hazırlama yöntemleri olarak bilinen boyuta göre sınıflandırma ve ayıklama, bazen hazırlık, bazen öz zenginleştirme, bazen de nihai zenginleştirme işlemi olarak karsımıza çıkmaktadır. Madencilik ilk uygulamasından beri kullanılan bu yöntemler çağdaş teknolojide de geniş ölçüde yer almaktadır. Boyuta göre sınıflandırma ve ayıklama ile zenginleştirmenin günümüz Türkiye madencilğinde de yaygın şekilde kullanıldığını görmekteyiz (Önal, 1979).

##### **3.1.1. Boyuta Göre Sınıflandırma ile Zenginleştirme**

Boyut küçültme işlemleri sırasında cevheri oluşturan mineraller dayanıklılık, kırılma şekli ve dilinim gibi yapısal özelliklerine bağlı olarak, farklı büyüklük ve ufalabilir, bazen de bunun tersi olur.

Örneğin pomza, ya kayalar olan andezit ve bazaltta göre daha gözenekli bir yapı sergilediği ve bu gözenekler arasında herhangi bir bağlantısı bulunmadığı için dayanımı gang minerallerine göre oldukça düşüktür. Bu nedenle bir kırma işlemi sonucu da pomzanın serbestleşme boyuta bağlı olarak belirlenen bir elekte, pomza

elek altına geçerken, iri boyutlarda kırılan andezit ve bazalt elek üstünde kalır ve pomza, gang minerallerinden ayrılmış olur (Farizoglu, vd., 2003).

### **3.1.2. Elle Ayıklama (Tavuklama)**

Minerallerin, renk, parlaklık, flouresans, radyoaktivite, özgül ağırlık ve görünüm farklılıklarından yararlanılarak elle seçilerek birbirinden ayrılmasına, elle ayıklama ile zenginleştirme denir (Önal, 1979).

Genellikle işçiliğin ucuz olduğu yerlerde nihai zenginleştirme işlemi olarak, zenginleştirme tesisleri öncesinde iri boyutta konsantre üretimi veya atık atmak amacı ile uygulanmaktadır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için cevherin 3 cm üzerinde ve birbirine yakın boyutta olması gerekir.

Örneğin pomzanın gang minerallerinden renk ve özgül ağırlık farkı gibi farklılıklarının bulunması, pomzanın yine ucuz bir yöntemle zenginleştirilebilmesini sağlamaktadır. Çünkü pomzanın kaba yoğunluğu  $0,8-1,2 \text{ g/cm}^3$  iken yan kayaçlarınkı  $2,6 \text{ gr/cm}^3$  ve pomzanın rengi gri-beyazken gang minerallerinin ki siyahimsi-yeşilimsidir.

### **3.2. Gravite İle Zenginleştirme**

Mineral tanelerinin, aralarındaki özgül ağırlık farklılığının neden olduğu, akışkan ortamlardaki hareket farklılığına dayanılarak birbirinden ayrılması ile gerçekleştirilen zenginleştirmeye, özgül ağırlık farkı ile zenginleştirme veya gravite ile zenginleştirme adı verilir (Önal, 1979).

Özgül ağırlık farkı ile zenginleştirmede, mineral tanelerinin akışkan ortamlardaki hareket hızları ve davranışları, özgül ağırlığının yanı sıra mineral şekli, tane

büyüklüğü, akışkan ortamın akış rejimi, viskozite, özgül ağırlık gibi özellikleri içinde zenginleştirme yapan aygıtın yapı ve çalışma şekli ile yakından ilişkilidir.

Özgül ağırlık farkı ile zenginleştirmede akışkan ortam olarak çoğunlukla su, bazen sudan ağır bir akışkan, bazen de hava kullanılır.

Pomzanın kaba yoğunluğu  $0,8-1,2 \text{ gr/cm}^3$  iken gang mineralininki  $2,6 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Buna bağlı olarak pomzanın bu yöntemle zenginleştirilebileceği gözük mektedir.

### **3.2.1. Düşey Hareketli Akışkan Ortamda Zenginleştirme (Jig ile Zenginleştirme)**

Farklı özgül ağırlıktaki mineral tanelerinin, düşey hareketli bir akışkan ortamından yararlanılarak, tabakalar halinde ayrılması ile yapılan zenginleştirmeye, düşey hareketli akışkan ortamda zenginleştirme veya jig ile zenginleştirme denir. Zenginleştirmenin yapıldığı aygıt da jig adı verilir. Jigler de kullanılan akışkan ortam çoğunlukla su, bazen hava ve ağır bir sıvı olmaktadır (Önal, 1979).

En eski zenginleştirme aygıtlarından olan sulu (hidrolik) jigler, uygun özellikteki iri boyutlu cevherlerin zenginleştirilmesinde başarı ile kullanılmaktadır.



### 3.3.Gravite ile Zenginleştirme Yönteminin Uygulanabilmesini Belirleyen Etkenler

#### 3.3.1. Zenginleştirme (k) kriterinin Belirlenmesi

Esit çökelme işleminde ağır ve hafif iki mineral için, Taggart tarafından zenginleştirme kriteri (k) olarak tariflenmiştir. Zenginleştirme kriterinin değeri, gravite ile zenginleştirme yönteminin uygulanabileceği hakkında teorik olarak fikir vermektedir (Önal, 1979).

$$k = \frac{d_A - d}{d_H - d}$$

$k$ : Zenginleştirme kriteri

$d_A$  : Ağır mineralin özgül ağırlığı

$d_H$  : Hafif mineralin özgül ağırlığı

$d$  : Suyun özgül ağırlığı

Taggart kriterinden yola çıkılarak, bulunan k değerleri için aşağıdaki yorumlar yapılabilir.

$k > 2,5$  ise ayırma çok küçük boyutlara kadar kolayca uygulanabilir. Serbestleşme boyuta bağlı olarak bütün gravite yöntemleri uygulanabilir

$2,5 > k > 1,75$  ise ayırma yine kolaydır. Ancak 0,1 mm'ye kadar uygulanabilir. Serbestleşme boyutuna bağlı olarak bütün gravite yöntemleri uygulanabilir.

$1,75 > k > 1,5$  ise ayırma güçleşir. Alt uygulama boyutu 1 mm'dir. Ağır ortam ve jig kullanılabilir.

$1,50 > k > 1,25$  ise ayırma oldukça güçtür. Ancak çakıl boyutundaki tanelere uygulanabilir. Ağır ortam ve jig kullanılabilir.

$k < 1,25$  ise ekonomik bir ayırma mümkün değildir. Ancak akiskan ortam özgül ağırlığı artırılarak ayırma yapılabilir.

Bütün bu yorumlardan yola çıkılarak Isparta yöresi pomza yatakları için Taggart kriterini uygulaması aşağıdaki gibidir.

Andezitin yoğunluğu:  $2.40 \text{ gr/cm}^3$

Trakiandezitin yoğunluğu:  $1.70 \text{ gr/cm}^3$

Pomzanın yoğunluğu:  $1.08 \text{ gr/cm}^3$

$$k = \frac{2.40 - 1.0}{1.08 - 1.0} = 17.5$$

Andezit ile pomza arasındaki zenginleştirme kriterinin sonucunda ayırma çok küçük boyutlara kadar kolayca uygulanabilir ve serbestleşme boyutuna bağlı olarak bütün gravite yöntemleri uygulanabilir görülmektedir.

Trakiandezit ile pomza arasındaki Taggart kriteri;

$$k = \frac{1.70 - 1.0}{1.08 - 1.0} = 8.75$$

Pomza gibi volkanik bir tüf özelliği gösteren gang minerallerinden trakiandezit ile andezit arasındaki duruma bakıldığında ise;

Andezit ile trakiandezit arasındaki Taggart kriteri;

$$k = \frac{2.40 - 1.0}{1.70 - 1.0} = 2,$$

olduğu tespit edilmiştir.

Tüm bu verilerin ışığında teorik olarak pomza yan kayalarından kolaylıkla gravite ile zenginleştirilebileceğini göstermektedir. Ortaya çıkan bu sonuç mineralojik

özelliklerden kaynaklanmaktadır. Isparta- Karakaya pomzasinin gözeneklerinin özellikle iri ve orta boyutta olanlar için birbirleriyle iliskilidirler. Trakiandezitlerin farklı boyutlarda olmakla birlikte hem bağlı hem de ayrı olan boşluklar içerdiği ve bu nedenle pomzanin kaba yoğunluğuna yaklaşıp yaklaşmaması zenginleştirmeyi olumsuz etkileyecektir.

### **3.3.2. Yüzdürme-Batırma Testi ve Önemi**

Cevherin yıkanabilme özelliği, cevher içerisindeki mineral maddenin dağılımını göstermesi bakımından çok önemlidir. Cevherin yıkanabilme özelliğine bakılarak, o cevherin hangi tenör oranında yıkanabileceği ve hatta yıkama için hangi metodun uygun olacağı konusunda fikir yürütmek mümkündür. Bu bakımdan da cevher yıkanabilme özelliğinin tespiti cevher yıkama çalışmalarının ilk kademesini oluşturmaktadır (Kemal, 1987).

Yoğunluk analizine tabii tutulacak cevher, yüksek yoğunluğa sahip sividan küçük yoğunluğa sahip siviya doğru gitmek üzere, yüzdürme-batırma işlemine tabii tutulur. Bu işlem sonunda elde edilen cevher fraksiyonları, kullanılan ağır sividan arındırılincaya kadar su ile yıkandıktan sonra etüvde kurutulur. Kuruyan numunelerin miktarları ve tenörleri tespit edilir.

Yapılan tespitlerle, cevher yıkanabilme özelliğini karakterize edecek veriler elde edilmiştir. Bu verilerin değerlendirilmesine ilk yüzdürme-batırma deneyleri değerlendirme çizelgesinin hazırlanmasıyla yapılmaktadır.

Pratikte en çok kullanılan içerik (tenör, kül, porozite, vs.) karakteristik grafiği, Henry-Rheinhard'a göre çizilmekte ve Henry-Rheinhard eğrileri olarak adlandırılmaktadır.

Henry-Rheinhard grafiginde 5 egri bulunmaktadir. Bunlar;

- 1) Tenör karakteristik egrisi
- 2) Kümülatif yüzen egrisi
- 3) Kümülatif batan egrisi
- 4) Yogunluk egrisi
- 5)  $\pm 0.1$  Yogunluk egrisi

Henry-Rheinhard' a göre çizilen cevher yikanabilirlik egrileri, cevherin yikanma özelliği ve cevherin hangi yöntemlerle zenginleştirilmesi gerektiği konusunda önemli bilgiler vermektedir. Diğer taraftan, zenginleştirme ünitelerinin verimli çalışıp çalışmadıkları da cevher yikanabilirlik egrileriyle kontrol edilebilmektedir (Kemal, 1987).

Yikanabilme özelliğini en iyi karakterize eden egri porozite karakteristik egrisidir. Bu egri cevher içinde mineral madde dağılımının nasıl olduğunu göstermektedir. Sayet tüm cevher taneleri, aynı tenör oranına sahip olsaydı, bu egri yukarıdan aşağı dik olarak inen bir doğru olurdu. Pratikte böyle bir cevher bulmak mümkün değildir. Cevher taneleri azdan çoğa doğru değişik içeriğe sahiptir. Ancak cevherin büyük bir kısmı yüksek içerikli ve ara ürün miktarı az ise, içerik karakteristik egrisi yukarıdan aşağı dike yakın olarak inecek ve belirli bir noktadan dike yakın olarak yataya dönecektir. Bu bakımdan içerik karakteristik egrisi ne kadar dike yakın olarak yukarıdan aşağıya iniyor ve bu inis ne kadar fazla ise ve ondan sonra da dike yakın olarak yataya yöneliyorsa, o cevherin yikanabilme özelliği o kadar iyidir. Bu şekilde egri veren cevherlerde yüksek tenörlü cevheri ara ürün ve gangdan ayırmak mümkündür. Sayet egri, yukarıdan aşağıya doğru yavaş yavaş içerik azalarak iniyor ve bükülme noktası göstermiyorsa, bu cevherin yikanabilmesi (zenginleştirilebilmesi) zordur (Kemal, 1987).

Bu egriler yardimi ile belirli bir tenör oranında konsantre elde etmek istendiginde verimin nasıl olacağı ve artikta kalan kısmın tenörünün ne olacağı bulunabilir. Ayrıca bu egriler, belirli içerik oranlarında konsantre elde edilmek istendiginde konsantre miktarının bulunmasını mümkün kılar.

Yogunluk egrisi, yogunluk degerlerinin, bu yogunlukta yüzen kısmın kümalitif degerlerine karşı çizilmesiyle elde edilmektedir. Genel olarak, egrinin yatay kısmı ile dikey kısmı arasındaki açı dikleştikçe, cevherin yıkanabilirliğinin arttığını söylemek mümkündür. Bunun yanında, yogunluk egrisinin yardimi ile belirli bir tenöre sahip konsantre elde etmek için cevherin hangi yogunlukta yüzdürülmesi veya zenginleştirme cihazının nasıl ayarlanması hakkında da bilgi vermektedir (Leonard, 1979, Burt, 1984, Osborne, 1988).

$\pm 0.1$  yogunluk ayırma egrisi de, cevher yıkanma özelliği açısından önemli bilgiler vermektedir. Cevherin yıkanması düşünülen yogunlukta  $\pm 0.1$  yogunluk degerleri yüksek ise, o cevherin tesislerde istenilen verim ve tenörle zenginleştirilmesi zordur. Aşağıda, çeşitli  $\pm 0.1$  yogunluk ayırma degerleri ve gösterdikleri cevher yıkanabilme özelliği verilmiştir.

$\pm 0.1$  Yogunluk ayırma degerleri

0-7

7-10

10-15

15-20

20-25

25' ten büyük

Kömür yıkama özelliği

Kolay

Kolay zor arasında

Zor

Oldukça zor

Çok zor

Mümkün değil

#### 4. MATERYAL VE METOD

Bu bölümde, tez çalışmasında materyal olarak kullanılan malzeme ve deneysel metod tanıtılmıştır. Bölgeyi temsil etmesi amacıyla yaklaşık beş ton numune alınmıştır. Alınan numuneler öncelikle fiziksel, kimyasal ve mineralojik incelemelere tabii tutulmuştur. Çalışmanın ilk aşamasını oluşturan materyal kısmında genel olarak cevherin oluşum ve yataklanması hakkında bilgiler verilmiştir. Ardından ise alınan numunelerin ince kesitleri incelenerek yorumlar yapılmıştır. Numune hazırlama kısmında ise cevherin tamamının elek analizi yapılarak elek-porozite çizelgesi yapılmıştır.

Yapılan deneylerin hangi yöntemle yapıldığı bölüm olan metod kısmında ise, deneylerin yapılması konusunda bilgiler verilip, numunelerin deneylere nasıl hazırlandığı ve deneylerin nasıl yapıldığı, elde edilen ürünler için yapılan işlemler hakkında bilgiler verilmiştir.

##### 4.1. Materyal

Türkiye’de bulunan pomza yatakları, İç ve Doğu Anadolu ile Akdeniz Bölgesinde, Tersiyer sonlarında başlayarak Kuvaterner devrinde, volkanik faaliyetler sonucunda oluşmuştur (Çevikbas ve Ilgün, 1997).

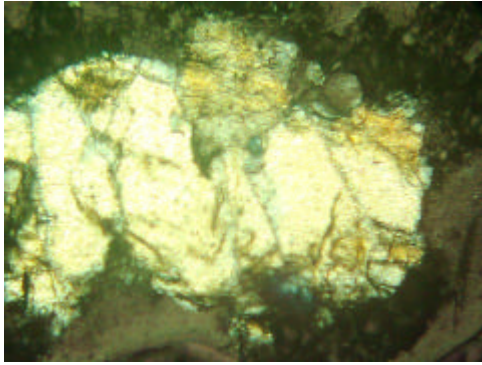
Isparta ve yöresi pomza yatakları, paleosen ve kuvaterner boyunca gölcük kraterinin volkanizma faaliyetleri neticesinde gelişmiştir. Özellikle Gölcük ve civarında tabandan tavana doğru Burdigaliyen yaşlı flis, bu birimin üzerine bindirme ile gelen Trias-Kretase yaşlı serpantin, Akdağ kireçtaşları ve bu birimlerin tümünü Pliyosen devrinde keserek yayılmış ve püskürerek örtmüş volkanitler ve piroklastitler yer almaktadır (Gündüz, vd., 1998).

Volkanik olarak yeryüzüne çıkan magma çözeltisi, bünyesinde içerdiği yüksek miktardaki Flor, Klor ve Su buharını bünyesinden atarak gözenekli yapıdaki kompleks ignimbirit, petrografik yapıdaki pomza şekillenmektedir. Asidik magma

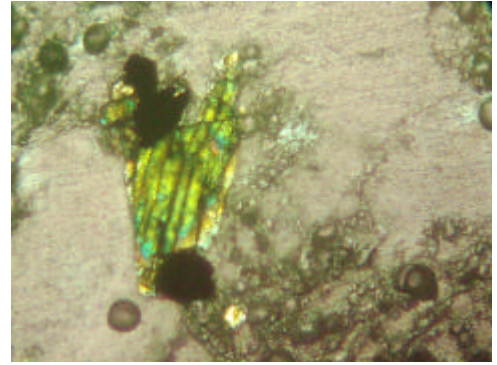
çözeltisinden sekillenen pomzada silis miktarı % 62'nin üzerine çıkmaktadır. Bazı magma çözeltisinden oluşan pomza oluşumlarında ise silis oranı % 56'nın altına düşmektedir. Isparta yöresi pomzasına genel olarak bakıldığında, magma çözeltisinin asidik karakterli olduğu gözlenmektedir. Genel olarak pomza, Birincil (esas) ve İkincil (sekonder) minerallerden oluşmuştur. Birincil mineraller silikatlar, ikincil mineraller ise oksitler, fosfatlar, titanatlar ve karbonatlardır (Bilgin, 1997).

#### 4.1.1. Mineralojik Özellikler

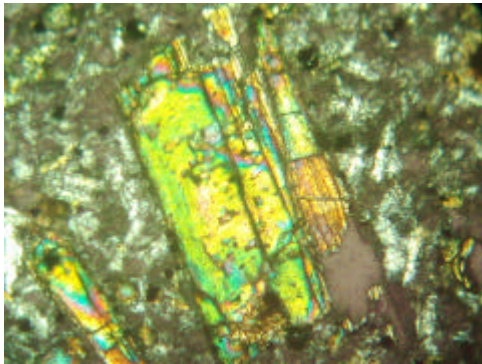
Isparta pomzasının mineralojik yapısını incelemesi amacıyla pomza, andezit, trakiandezit ve trakitin ince kesit örnekleri yapılmıştır. Yapılan ince kesit şekilleri Şekil 4.1. ile 4.8.'de verilmiştir. İnce kesitlerin incelenmesi sonucunda aşağıdaki sonuçlar ortaya konmuştur.



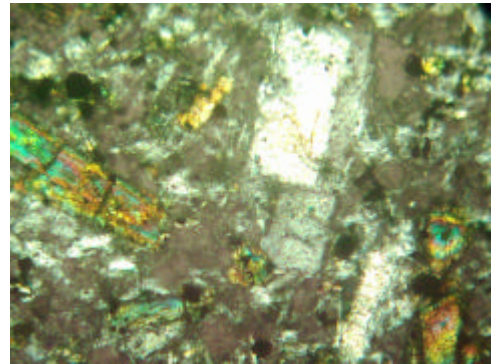
Şekil 4.1. Pomza içerisindeki sanidinin görünümü



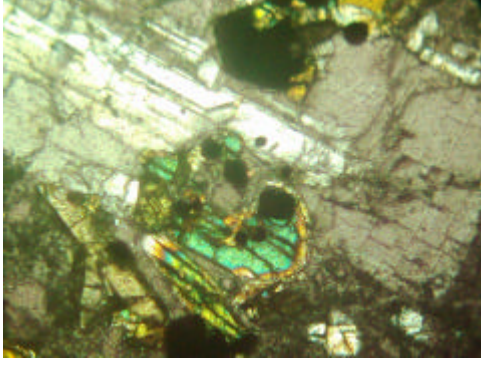
Şekil 4.2. Pomza içerisindeki piroksenin görünümü



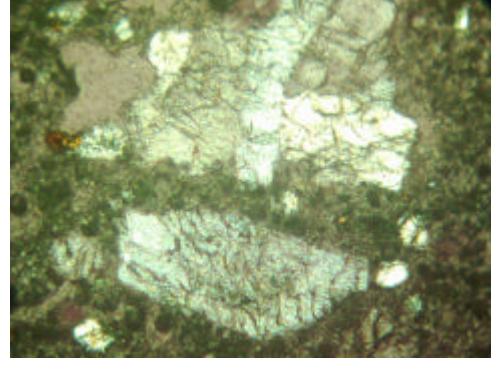
Şekil 4.3. Andezit içerisindeki Piroksen+Fenokristalin görünümü



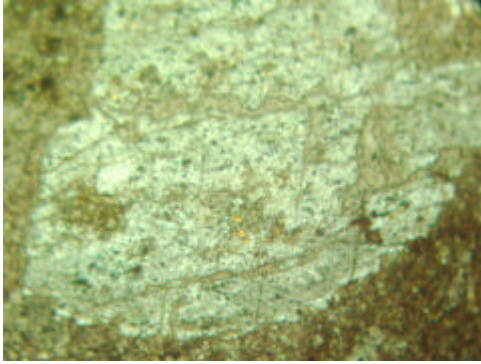
Şekil 4.4. Andezit içerisindeki Sanidin ve piroksen mineralinin görünümü



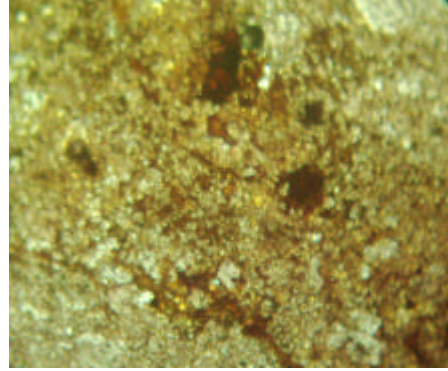
Sekil 4.5. Trakiandezit içerisindeki Plajiyoklas ve Piroksenin Görünümü



Sekil 4.6. Trakiandezit içerisindeki Sanidinlerin görünümü



Sekil 4.7. Trakit içerisindeki iri bir sanidin görünümü



Sekil 4.8. Trakit içerisindeki Matriks kismindaki hematitlesmenin görünümü

Pomza için yapılan ince kesitlerde kayaç yapısı matriks ve fenokristallerden oluşmaktadır. Matriksin yapısında oldukça yoğun oranda boşluklar olduğu tespit edilmiştir. Bu boşluklar, boyut itibarıyla çok farklı şekillerde gözlenmektedir. Özellikle orta ve büyük boyuttaki boşluklar birbiriyle ilişkili, ancak küçük boşluklar birbirleriyle ince çeperlerle ayrılmıştır. Küçük ve orta boyutlu boşluklarda yer yer şekil itibarıyla elipsoidal ve belirli bir yönde yönelmiş olarak gözlenmektedir. Fenokristalleri ise plajiyoklas kristalleri, sanidin kristalleri, amfibol kristalleri bunun yanında da piroksen kristalleri de oluşturmaktadır.



Andezitin ince kesitleri incelendiğinde ise kayaç, Fenokristal ve matriksten oluşmaktadır. Porfirik dokulu Fenokristaller içerisinde en fazla piroksen bulunmaktadır. Piroksenlerde girişim rengi genelde birinci dilinim üst ikinci dizi renklerini, sarımsı, kırmızı, turuncu, yeşilimsi, mavimsi renk tonlarında gelişmektedir ve genellikle eğik sönme sunmaktadırlar. Kristal içerisinde bir zonlanma gözlenmektedir. Tek nikelde genellikle, açık yeşilimsi pleokroizma sunmaktadırlar ve muhtemelen öjit türü bir piroksen minerali olduğu söylenebilir. Bunun yanında feldspat kristalleri gözlenmektedir. Feldspat kristalleri hem fenokristalleri hem de özellikle matriks kısmını oluşturmaktadır. Matriks genel olarak mikrolitlerden meydana gelmektedir. Feldspat grubu minerallerinden sanidin mineralleri hem fenokristal olarak hem de matriksi oluşturan mikrolit boyutunda yer almaktadır. Bunun yanında piroksen kristalleri de küçük boyutta matriksi oluşturduğu tespit edilmiştir. Daha çok küçük boyutlu prizmatik halinde çift nikelde renksiz olarak gözlenen ve rölyefi yüksek apatit mineralleri kaya içerisinde yer almaktadır.

Trakiandezitte ise kayaç, matriks+fenokristallerden oluşmaktadır. Fenokristaller çoğunlukla sanidin, amfibol ve piroksenlerden oluşmaktadır. Bunun yanında yer yer opak minerallerinden plajiyoklaslarda gözlenmektedir. Matriks hızlı soğumadan kaynaklanan camsi özelliktedir. Ayrıca kayaç içerisinde farklı boyutlarda birbirleriyle bağlantılı boşluklu yapıların mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Son olarak Trakitte ise kayaç fenokristal+matriksden oluşmaktadır. Fenokristaller ise monomineralit bir bileşime sahip olup genellikle iri sanidinlerden oluşmaktadır. Matrikste ise kısmen kristallesmiş yine kristalit veya mikrolit boyutlu gri renkli feldspat yani sanidin olduğu düşünülen kristaller tespit edilmiştir. Ayrıca matriks içerisinde yer yer hematitleşme ve kayacın porfilik dokuda olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.2. Numune Hazırlama

Isparta-Karakaya pomza ocaklarından temsili olarak yaklaşık bes ton numune alınmıştır. Isparta- Karakaya yöresi pomzalarının yıkanabilirliklerini belirleyebilmek için açık ocaklardan alınan numune Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama laboratuvarına getirilerek elek analizine tabii tutulmuştur ve ardından numunenin kimyasal analizi yapılmıştır. Örneklerin kimyasal analizleri Çizelge 4.1.' de verilmştir. Tüvenan örneğin elek-porozite analizi değerleri de Çizelge 4.2.' de verilmştir. Ayrıca pomzanın yıkanabilirlik özelliklerinin tespiti amacıyla belirli tane boyutundaki fraksiyonlarındaki numuneler yüzdürme-batırma işlemleri için hazırlanmıştır.

Çizelge 4.1. Isparta pomzasının kimyasal analiz sonuçları

Bilesim	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Diğer
%	58.88	18.74	5.93	4.25	3.66	2.16	2.95	0.45	1.23	1.75

Çizelge 4.2. Deneylerde kullanılan örneğin elek analizi ve porozite dağılımı

Elek Boyutu (mm)	Miktar (%)	Porozite (%)	Dağılım (%)	Küm. E.Ü. (%) Miktar	Küm. E.Ü. (%) Porozite	Küm. (%) Porozite Dağılımı
+108	8.16	32.29	6.78	8.16	32.29	6.78
-108+76	2.72	34.98	2.45	10.88	32.96	9.23
-76+50	8.00	35.54	7.32	18.88	34.06	16.55
-50+30	12.23	36.95	11.63	31.11	35.19	28.18
-30+20	15.56	39.99	16.02	46.67	36.79	44.20
-20+12	20.19	43.28	22.49	66.86	38.75	66.69
-12+7	9.97	48.38	12.42	76.83	40.00	79.11
-7+4	6.92	46.56	8.31	83.75	40.54	87.42
-4	15.37	31.78	12.58	100	38.84	100
Toplam	100.00	38.84	100			

Malzemenin elek-içerik çizelgesine bakıldığında boyutun -50+30 mm' den -12+7 mm' ye kadar olan kismında porozite miktarında bir artis olduğu görülmektedir. Ayrıca pomza miktarının boyut azaldıkça -12+7 mm boyut grubuna kadar arttığı tespit edilmiştir. Bu boyut grubundan sonra porozitenin düşüşünün sebebi ise boyut küçüldükçe pomzanın yapısında bulunan gözenekliliğin azalmasından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Bu durum yüzdürme-batırma testinde de ortaya çıkmıştır.

#### 4.2. Metot

Pomzanın yoğunluğu (kuru birim hacim ağırlığı), yaklaşık 0.8-1.2 gr/cm<sup>3</sup>' dür. Pomzanın en önemli gang mineralleri, andezit, traverten, serpantin ve bazalttır. Bu gang minerallerinin yoğunlukları ise yaklaşık 2.09 ile 2.46 gr/cm<sup>3</sup>' tür.

Pomzanın, düşük yoğunlukta olma sebebi poroziteden kaynaklanmaktadır. Özellikle, yapı malzemesi olarak kullanım alanlarında bu porozite özelliği önemlidir (Çevikbas ve Ilgün, 1997).

Pomza ile yan kayalar arasındaki yoğunluk farkının bu kadar yüksek olması ister istemez gravite yöntemi ile zenginleştirilebileceği düşüncesini doğurmaktadır (Deniz ve Umucu, 2004).

Cevherlerin yıkanabilirlik özelliklerinin tespiti amacıyla yapılan yüzdürme-batırma testleri, kurulması planlanan bir yıkama tesisinin tasarımı için gerekli çalışmaların ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu testler, cevherin farklı yoğunluk fraksiyonlarında dağılımı hakkında bilgi vermesi yanında, söz konusu cevherin yıkama işlemine tabii tutulması sonucunda elde edilebilecek ürünlerin miktarı ve içerikleri hakkında teorik bir bilgi vermektedir. Bu verilerin teorik olması nedeniyle uygulamada farklılıklar çıkmaktadır. Oysa tesiste kullanılan ekipmanların ayırma performanslarının bilinmesi durumunda, yıkanması düşünülen cevherden elde edilecek temiz ürün ve artık miktarları önceden gerçeğe yakın değerler ile tahmini mümkün olabilmektedir (Leonard, 1979, Burt, 1984, Osborne, 1988).

#### 4.2.1. Yüzdürme-Batırma Testleri

Yüzdürme-batırma testi, öncelikle 1.1 gr/cm<sup>3</sup>'lük su yoğunluğundan başlayarak, 1.7 gr/cm<sup>3</sup>'lük yoğunluğa kadar 0.1 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluk farkları için öncelikle 50 lt'lik plastik kovalarda ağır sivilar (ZnCl<sub>2</sub>) hazırlanmıştır. Bu hazırlanan ağır siviların, pomza gözeneklerine girmemesi için önceden su ile gözenekler doygunlaştırılmıştır. Daha sonra, en yüksek yoğunluk olan 1.7 gr/cm<sup>3</sup>'ten başlayarak 1.1 gr/cm<sup>3</sup>'e kadar test edilmiştir.

Yüzdürme-batırma test sonucunda, kovalardaki batan ürünler su ile iyice yıkandıktan sonra etüvde 105 °C' de kurutularak ağırlıklar tartılmış ve her bir yoğunluk fraksiyonları için porozite ölçümü yapılmıştır. Porozite ölçümleri TS 699 (1987)'a göre yapılmıştır.

#### 4.2.2. Yıkama Sonuçlarının Uyarlaması ile İlgili Çalışmalar

Bu çalışmada Nevşehir pomzalarının Jig ile yıkanması sırasında elde edilen yıkama performans verilerini kullanarak (yoğunluk analizleri yapılan Nevşehir pomzalarının aynı tip cihazda yıkanması ile ilgili olarak), yıkama sonuçları ve performansı uyarlama ile tespit edilmiştir. Bu amaçla söz konusu yıkama cihazlarına ait Tromp dağılım faktörleri hesaplanmış ve Isparta pomzalarının yoğunluk analiz değerlerine uygulanmıştır. Ayrıca cihaza ait ayırma sınır yoğunlukları artırılıp azaltılarak, elde edilen yeni duruma göre, Isparta pomzalarının söz konusu cihazlarda yıkanmasıyla elde edilebilecek ürünlerin ağırlıkça verim ve porozite oranları tespit edilmiştir.

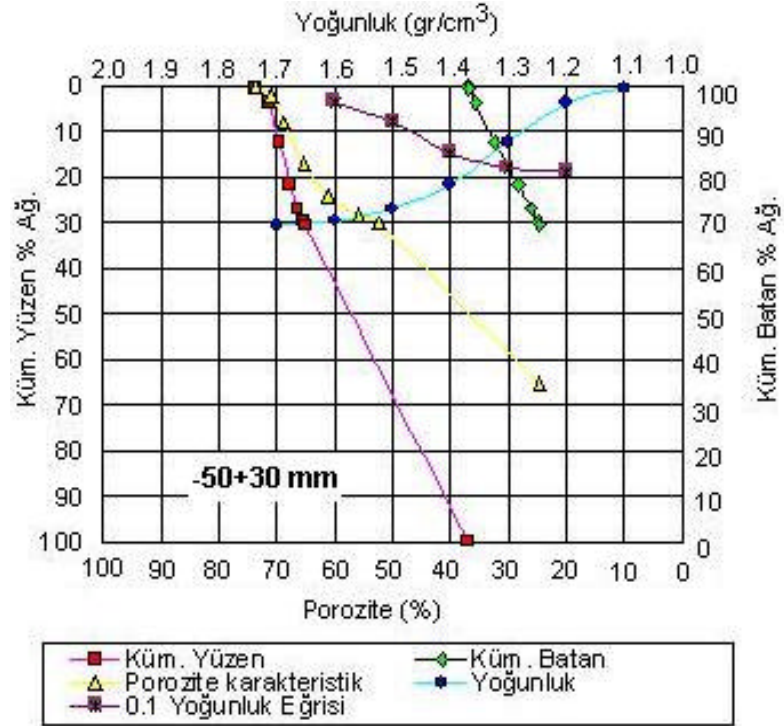
## 5. BULGULAR

### 5.1. Isparta Pomzalarının Yıkanabilirlik Durumları

Isparta bölgesi pomza cevherlerinin yoğunluğuna göre yıkanabilirliklerini belirleyebilmek için yapılan yüzdürme-batırma test sonuçları çizelge 5.1.-5.4.' de ve yüzdürme-batırma eğrileri ise Şekil 5.1.-5.4.' de verilmistir.

Çizelge 5. 1. -50 + 30 mm Boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma Test Sonuçları

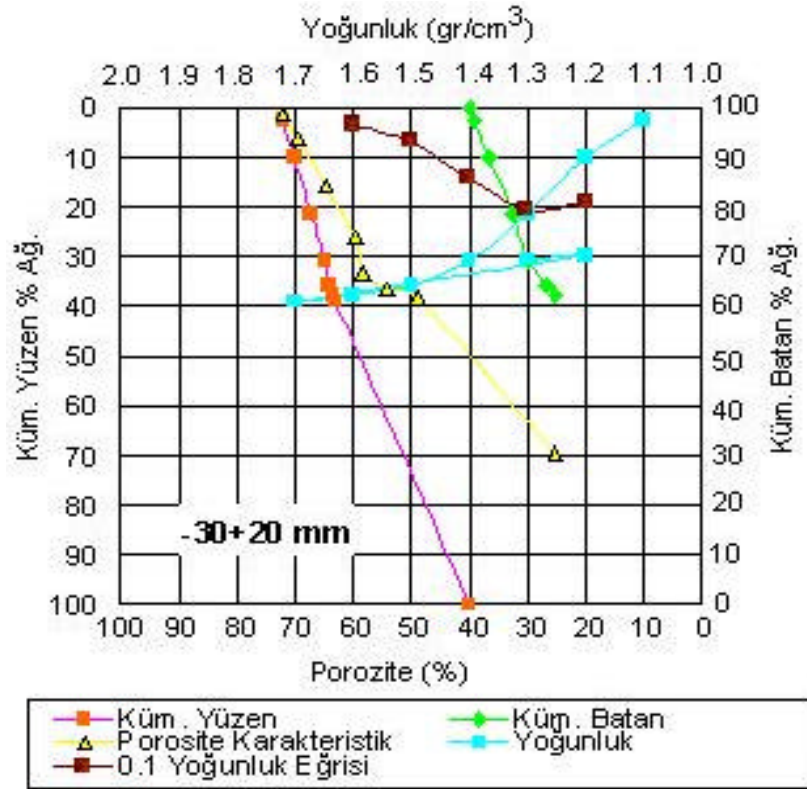
Yoğunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristik Değerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.		
-1.1 Y	0.49	73.67	0.49	73.67	100.00	36.94	0.25	---
- 1.2	3.30	70.92	3.79	71.28	99.51	36.76	2.14	11.75
-1.3	8.45	68.81	12.24	69.57	96.21	35.59	8.02	18.02
- 1.4	9.57	65.28	21.81	67.69	87.76	32.39	17.03	14.77
- 1.5	5.20	61.01	27.01	66.40	78.19	28.37	24.41	7.92
-1 .6	2.72	55.78	29.73	65.43	72.99	26.04	28.37	3.58
- 1.7	0.86	52.36	30.59	65.02	70.27	24.89	30.16	---
+ 1.7	69.41	24.55	100	36.94	69.41	24.55	65.30	---
Toplam	100.00	36.94						



Şekil 5.1. -50+30 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma eğrileri

Çizelge 5.2. -30 + 20 mm Boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma Test Sonuçları

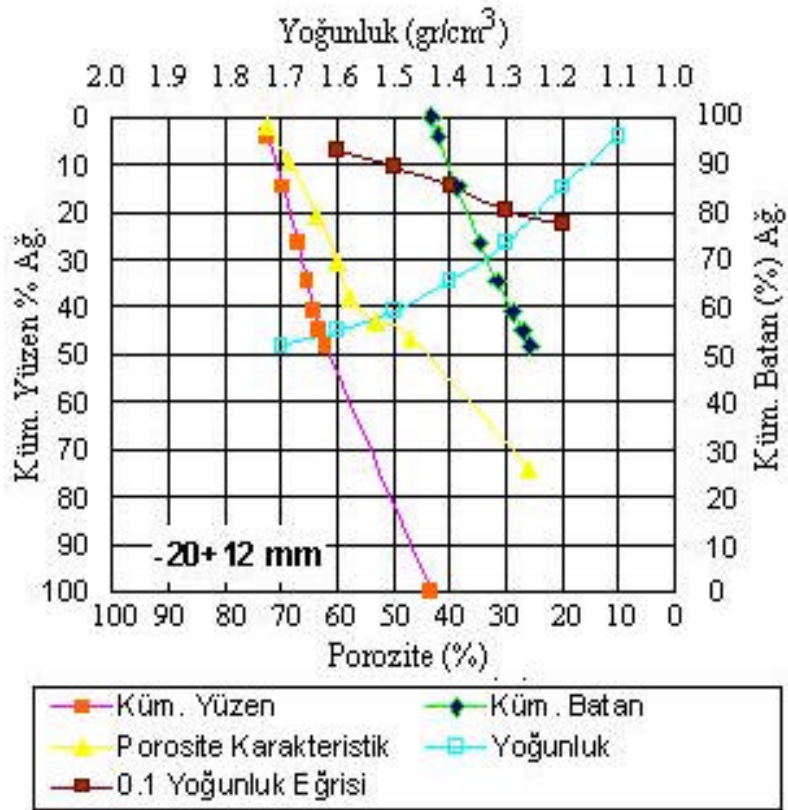
Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristij Degerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.		
-1.1 Y	2.49	72.09	2.49	72.09	100.00	39.99	1.25	---
- 1.2	7.52	69.44	10.01	70.10	97.51	39.17	6.25	19.0
-1.3	11.45	64.77	21.46	67.26	89.99	36.64	15.74	20.74
- 1.4	9.29	59.55	30.75	64.93	78.54	32.54	26.11	14.17
- 1.5	4.88	58.31	35.63	64.02	69.25	28.92	33.19	6.91
-1 .6	2.03	54.26	37.66	63.50	64.37	26.69	36.65	3.51
- 1.7	1.48	48.79	39.14	62.94	62.34	25.79	38.40	---
+ 1.7	60.86	25.23	100.00	39.99	60.86	25.23	69.57	---
Toplam	100.00	39.99						



Sekil 5.2. -30+20 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma eğrileri

Çizelge 5. 3. -20 + 12 mm Boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma Test Sonuçları

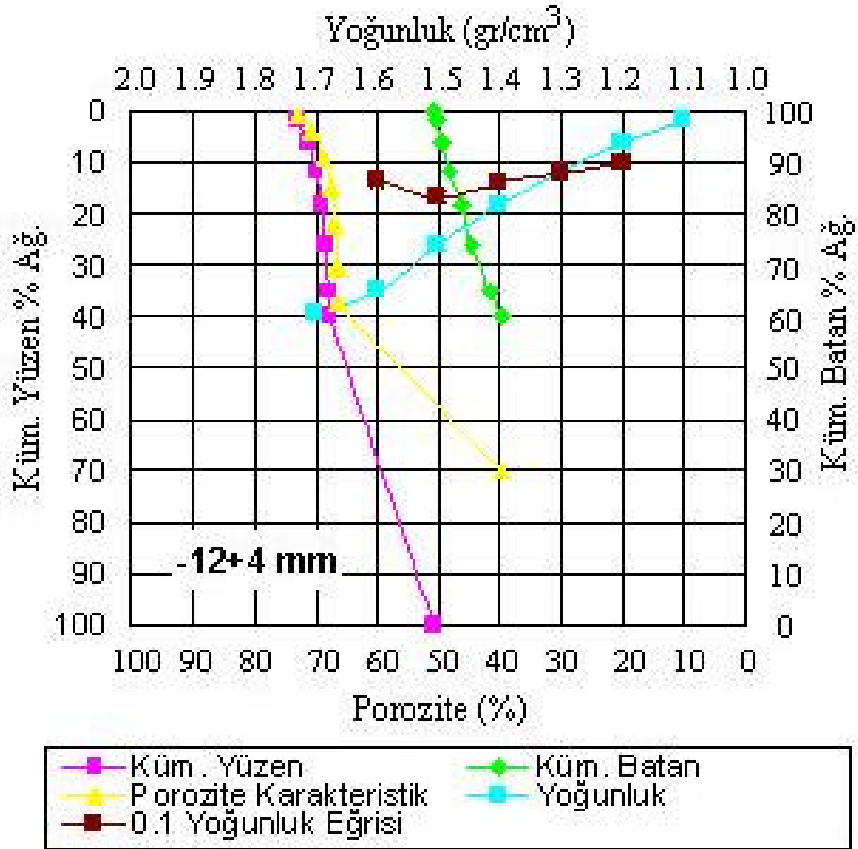
Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristik Degerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.		
-1.1 Y	3.95	72.44	3.95	72.44	100.00	43.28	1.98	---
- 1.2	10.78	68.69	14.73	69.70	96.05	42.08	9.34	22.58
-1.3	11.80	63.63	26.53	67.00	85.27	38.72	20.63	19.82
- 1.4	8.02	59.91	34.55	65.35	73.47	34.72	30.54	14.53
- 1.5	6.51	57.93	41.06	64.18	65.45	31.63	37.81	10.46
-1 .6	3.95	53.12	45.01	63.21	58.94	28.73	43.04	7.11
- 1.7	3.16	46.88	48.17	62.13	54.99	26.97	46.59	----
+ 1.7	51.83	25.76	100.00	43.28	51.83	25.76	74.09	----
Toplam	100.00	43.28						



Sekil 5.3. -20+12 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma eğrileri

Çizelge 5. 4. -12 + 4 mm Boyutu için yapılan Yüzdürme-batırma Test Sonuçları

Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristik Degerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.	%Miktar	%Por.		
-1.1 Y	1.70	73.08	1.7	73.08	100.00	50.84	0.85	-
- 1.2	4.45	70.55	6.15	71.24	98.30	50.45	3.93	10.22
-1.3	5.77	68.61	11.92	69.98	93.85	49.50	9.04	12.14
- 1.4	6.37	67.47	18.29	69.10	88.08	48.25	15.11	14.08
- 1.5	7.71	66.83	26.00	68.43	81.71	46.25	22.15	16.77
-1 .6	9.06	66.50	35.06	67.93	74.00	44.66	30.53	13.71
- 1.7	4.65	66.44	39.71	67.75	64.94	41.61	37.39	-
+ 1.7	60.29	39.70	100	50.84	60.29	39.69	69.86	-
Toplam	100	50.84						



Sekil 5. 4. -12+4 mm Boyut grubu için yapılan Yüzdürme-batırma egrileri



Isparta yöresi pomzalarının yikanabilirliklerine bakıldığında, iri boyuttan ince boyuta doğru gidildikçe yikanabilirlikteki değişim çok fazla olmamakta ve hemen hemen her boyutta yikanabilirlik orta seviyede devam etmektedir. Bu durum, mineralojik incelemeler sonucunda da ortaya çıkmıştır. Pomza ve andezitin yoğunlukları arasında olan trakiandezitin orta yoğunlukta olması zenginleştirmeyi olumsuz yönde etkilediği, trakiandezitlerin yeterince cevher içerisinde bulunduğu ve bu nedenle yoğunluğa göre zenginleştirmede olumsuz yönde katkı yapmaktadır.

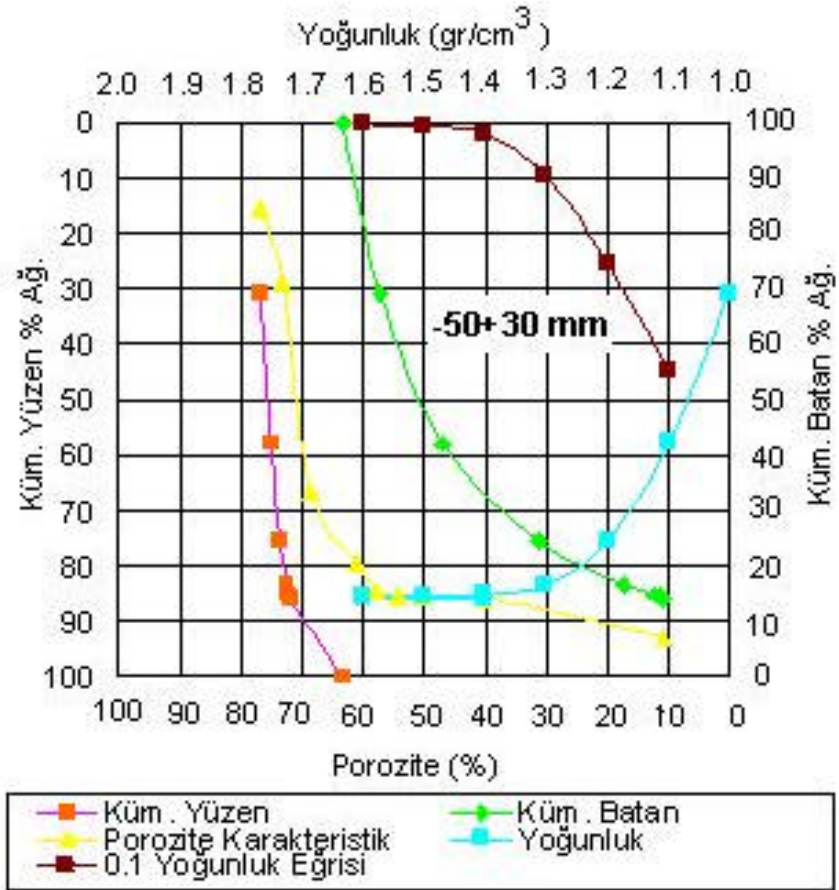
## **5.2. Nevşehir Bölgesi Pomzalarının Yikanabilirlik Durumları**

Nevşehir Bölgesi pomza cevherlerinin yoğunluğuna göre yikanabilirliklerini belirleyebilmek için, tesiste bulunan üç adet jig beslemesi üzerinde yüzdürme-batırma testi uygulanmıştır. Test sonuçları çizelge 5.5.- 5.7 ve şekil 5.5.- 5.7. 'de verilmiştir.

Nevşehir pomzaları için yapılan yüzdürme-batırma testleri sonucunda oluşturulan çizelge ve grafiklerden Isparta yöresi pomzalarına göre Nevşehir yöresi pomzaların tüm boyutlarının yikanabilirliklerinin kolay olduğu  $\pm 0.1$  yoğunluk değerlerinin küçük olması hem de porozite karakteristik eğrisinin sandalye şekline yakın olmasından dolayı kolay zenginleştirilebileceği anlaşılmıştır. Buradan yola çıkarak gravite yöntemleri içerisinde jig ile zenginleştirme yapmanın mantıklı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. -50+30 mm'lik boyut grubu için yapılan yüzdürme-batırma sonuçları

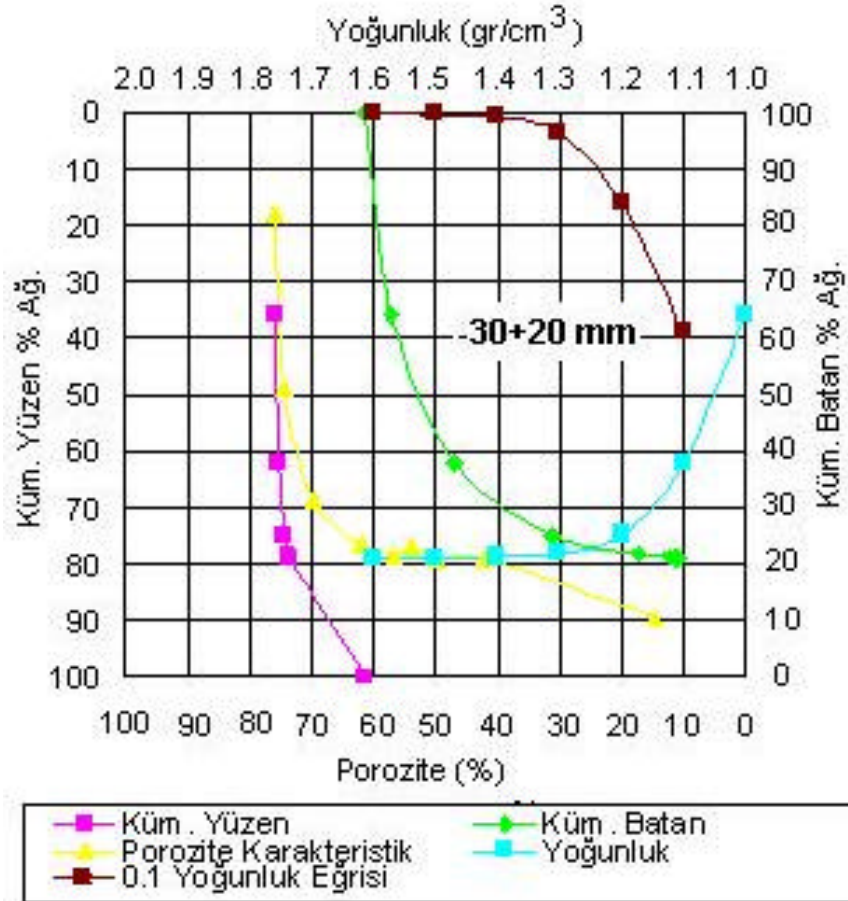
Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristik Değerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	Miktar (%)	Por. (%)	Miktar (%)	Por. (%)	Miktar (%)	Por. (%)		
-1.0	30.88	76.84	30.88	76.84	100.00	63.28	15.44	----
-1.1	27.04	73.08	57.92	75.08	69.12	57.22	28.96	44.72
-1.2	17.68	68.73	75.60	73.60	42.08	47.03	66.76	25.42
-1.3	7.74	61.12	83.34	72.44	24.40	31.30	79.47	9.54
-1.4	1.80	57.71	85.14	72.13	16.66	17.45	84.24	2.17
-1.5	0.37	54.15	85.51	72.05	14.86	12.57	85.49	0.59
-1.6	0.22	50.79	85.73	72.00	14.49	11.51	85.62	0.31
-1.7	0.09	40.08	85.82	71.96	14.27	10.91	85.78	---
+1.7	14.18	10.78	100.00	63.28	14.18	10.72	92.91	----
Toplam	100.00	63.28						



Sekil 5.5. -50+30 mm'lik boyut grubu için yapılan yüzdürme-batırma eğrileri

Çizelge 5.6. -30+20 mm'lik boyut grubu için yapılan yüzdürme-batırma sonuçları

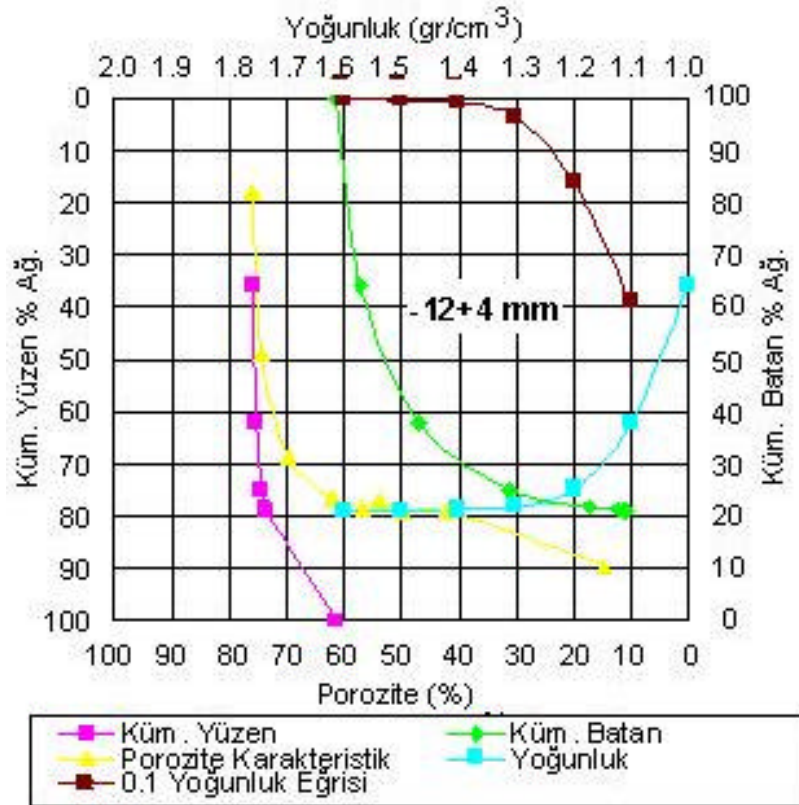
Yoğunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristik Değerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	Miktar (%)	Por (%)	Miktar (%)	Por (%)	Miktar (%)	Por (%)		
-1.0	35.80	75.97	35.80	75.97	100.00	61.29	17.9	----
-1.1	26.29	74.35	62.09	75.28	64.20	53.10	48.95	39.14
-1.2	12.85	69.76	74.94	74.34	37.91	38.37	68.52	16.06
-1.3	3.21	62.08	78.15	73.83	25.06	22.27	76.55	3.74
-1.4	0.53	56.74	78.68	73.72	21.85	16.42	78.42	0.79
-1.5	0.26	53.89	78.94	73.65	21.32	15.42	76.94	0.37
-1.6	0.11	49.69	79.05	73.62	21.06	14.94	79.00	0.11
-1.7	0	41.93	79.05	73.62	20.95	14.76	79.05	----
+1.7	20.95	14.76	100.00	61.29	20.95	14.76	89.53	----
Toplam	100.00	61.29						



Şekil 5.6. -30+20 mm'lik boyut grubu için yapılan yüzdürme-batırma eğrileri

Çizelge 5.7. -12+4 mm'lik boyut grubu için yapılan yüzdürme-batırma sonuçları

Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Yüzen		Küm. Yüzen		Küm. Batan		Porozite Karakteristik Değerleri	± 0.1 Yog. Deg.
	Miktar (%)	Por. (%)	Miktar (%)	Por. (%)	Miktar (%)	Por. (%)		
-1.0	35.36	78.06	35.36	78.09	100.00	59.11	17.68	-----
-1.1	17.88	76.02	53.24	77.38	64.64	48.75	44.30	28.44
- 1.2	10.56	73.14	63.80	76.67	46.70	38.24	58.49	15.19
-1.3	4.63	66.47	68.43	75.98	36.20	28.16	66.12	6.29
- 1.4	1.66	61.78	70.09	75.65	31.57	22.54	69.26	2.00
- 1.5	0.34	59.64	70.43	75.57	29.91	20.34	70.26	0.45
-1 .6	0.11	54.36	70.54	75.54	29.57	19.91	70.49	0.11
- 1.7	0	54.36	70.54	75.54	29.46	19.78	70.54	-----
+ 1.7	29.46	19.78	100.00	59.11	29.46	19.78	85.27	-----
Toplam	100.00	59.11						



Şekil 5.7. -12+4 mm'lik boyut grubu için yapılan yüzdürme-batırma eğrileri

### 5.3. Bilinen Pomza Yıkama Sonuçlarının Isparta Pomzalarına Uyarlanması

Performans değerleri bilinen bir yıkama ünitesinden elde edilen dağılım faktörleri yardımıyla, yıkanması düşünülen bir cevherin fiili yıkama sonuçlarının tahmini mümkün olabilmektedir (Leonard, 1979, Burt, 1984, Osborne, 1988).

Halen ülkemizde cevher yıkama işlemlerinin etüdü, laboratuvar ölçeginde yapılan deneylerle sınırlı kalmaktadır. Laboratuvar ölçeginde yapılan elde edilen sonuçların tesis ölçeginde sağlıklı neticeler verebilmesi için uyarılma işlemlerinin yapılması gerekli hale gelmektedir.

Bu uyarılmalarda, tesiste belirli ünitelerde yıkama işlemlerine tabii tutulan pomzanın tespit edilen yıkama performanslarından yararlanarak, diğer bir pomzanın aynı ünitelerde yıkanması halinde elde edilecek sonuçların tahmini mümkün olmaktadır. Buradan Nevşehir pomzalarının yıkama sonuçları kullanılarak, laboratuvar ölçeginde yüzdürme-batırma testleri yapılan Isparta pomzalarının tesis ölçeginde aynı yıkama cihazlarıyla yıkanması halinde elde edilecek yıkama sonuçları tespit edilmiştir.

Bunun için Nevşehir pomzalarının farklı boyut aralıklarında yıkanan pomzalarının daha önce tespit edilmiş olan performansları kullanılmıştır. Nevşehir pomzalarının, Soylu End. Min. A.S.' ye ait Jiglerin yıkama durumları incelendiğinde , her üç boyut içinde ekipmanların ayırma performansları, hata alanı ve  $E_p$  hata faktörü değerlerine bakıldığında özellikle -50+30 mm ( $E_p=0.020$ ) ve -30+20 mm ( $E_p=0.025$ ) boyutu için oldukça iyi bir başarı gözükmektedir. -12+4 mm boyut grubunda ise ayırma performansında biraz sorun olduğunu göstermektedir. Bu sorun, hem ayırma sınır yoğunluğu ( $r_{50}=1.70 \text{ gr/cm}^3$ ) değerinin daha fazla olmasında, hem de alanın ve  $E_p=0.030$  değerinin azda olsa diğer iki boyuta göre fazla olmasında görülmektedir. Bu durum gravite yöntemlerinde özellikle ince boyutlarda dar boyut olma zorunluluğunun tesiste, -12+4 mm' lik geniş boyut kullanılmasından kaynaklandığı kanısı hakim olmuştur.

Isparta pomzaları için yapılan uyarlama işlemi, boyut aralığına uygun olarak seçilen yıkama cihazı için yapılmıştır. Bu işlemde Nevşehir pomzasını bu cihazda yıkanması esnasında tespit edilen ayırma sınır yoğunlukları;  $0.05 \text{ gr/cm}^3$  yoğunluk farkıyla  $1.05$ - $1.80 \text{ gr/cm}^3$  değerleri arasında değiştirilerek, elde edilen yeni ayırma sınır yoğunluklarında Isparta pomzalarını yıkama cihazı için uyarlama yolu ile yıkama sonuçları saptanmıştır. Böylece Isparta pomzasının tesis ölçeğinde yıkanması halinde elde edilebilecek temiz pomzaya ait pomza yıkama verimleri ve poroziteleri tespit edilmiştir.

Isparta pomzaları Nevşehir pomzaları için yapılan uygulamalara benzer şekilde  $-50+30 \text{ mm}$ ,  $-30+20 \text{ mm}$  ve  $-12+4 \text{ mm}$  boyut fraksiyonlarını sınıflandırılmıştır. Bu boyut sınıflarının her biri için uyarlama işlemleri ayrı ayrı yapılmıştır. Yapılan uyarlama işlemleri Ek 1- Ek 24 arasında verilmiştir.

Çizelge 5.8.  $-50+30 \text{ mm}$  boyut için yapılan Tromp sonuçları

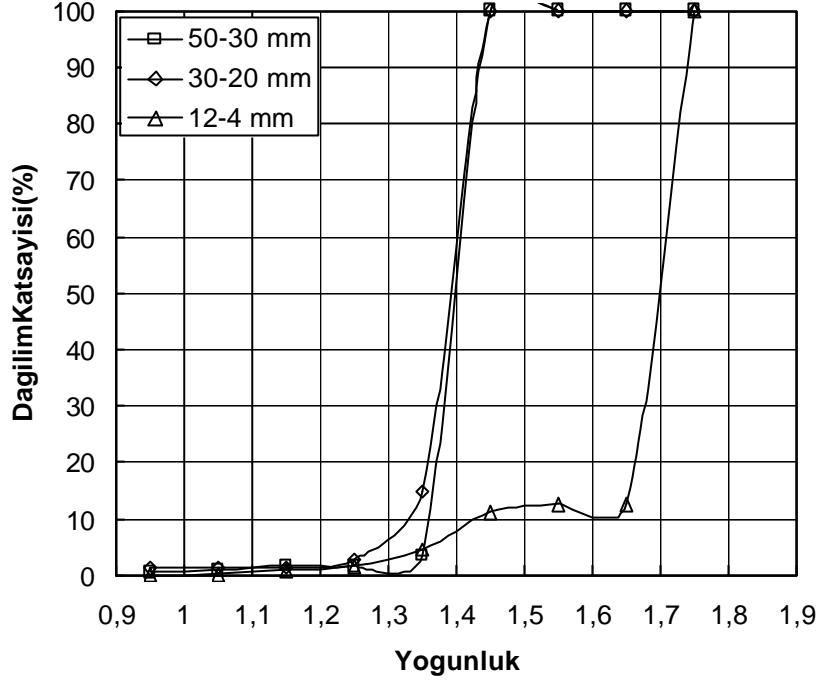
Yoğunluk $\text{gr/cm}^3$	Besleme	Konsantre	Artık	C/F	T/F	F	Dağılım Katsayısı %
	%M	%M	%M	%	%	%	
- 1.0	30.88	42.19	0.90	34.90	0.16	35.06	0.46
- 1.1	27.04	45.44	1.82	37.59	0.31	37.90	0.82
- 1.2	17.68	6.11	0.48	5.05	0.08	5.13	1.56
- 1.3	7.74	3.15	0.25	2.62	0.04	2.66	1.50
- 1.4	1.80	2.30	0.39	1.90	0.07	1.97	3.55
- 1.5	0.37	0.26	---	0.22	---	0.22	0
-1 .6	0.22	0.05	---	0.04	---	0.04	0
- 1.7	0.09	---	---	---	----	---	0
+ 1.7	14.18	0.50	96.16	0.41	16.61	17.02	100
Toplam	100.00	100.00	100.00	82.73	17.27		

Çizelge 5.9. -30+20 mm boyut için yapılan Tromp sonuçları

Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Besleme	Konsantre	Artik	C/F	T/F	F	Dagilim Katsayisi %
	%M	%M	%M	%	%	%	
- 1.0	35.80	37.92	1.61	29.93	0.34	30.27	1.12
- 1.1	26.29	50.09	2.59	39.53	0.55	40.08	1.37
- 1.2	12.85	9.08	0.44	7.17	0.09	7.26	1.24
-1.3	3.21	2.30	0.22	1.82	0.05	1.87	2.67
- 1.4	0.53	0.29	0.17	0.23	0.04	0.27	14.81
- 1.5	0.26	---	0.09	---	0.02	0.02	100
-1 .6	0.11	---	---	---	---	0	100
- 1.7	---	---	---	---	---	0	100
+ 1.7	20.95	0.32	94.88	---	20.00	20.0	100
Toplam	100.00			78.92	21.08		

Çizelge 5.10. -12+4 mm boyut için yapılan Tromp sonuçları

Yogunluk gr/cm <sup>3</sup>	Besleme	Konsantre	Artik	C/F	T/F	F	Dagilim Katsayisi %
	%M	%M	%M	%	%	%	
- 1.0	35.36	35.67	---	26.00	---	26.00	0
- 1.1	17.88	33.46	0.09	24.39	0.02	24.41	0.08
- 1.2	10.56	15.96	0.33	11.63	0.09	11.72	0.77
-1.3	4.63	10.13	0.40	7.38	0.11	7.49	1.47
- 1.4	1.66	3.53	0.44	2.57	0.12	2.69	4.46
- 1.5	0.34	0.77	0.26	0.56	0.07	0.63	11.11
-1 .6	0.11	0.39	0.16	0.28	0.04	0.32	12.5
- 1.7	---	0.09	0.03	0.07	0.01	0.08	12.5
+ 1.7	29.46	---	98.29	---	26.66	26.66	100
Toplam	100.00			72.88	27.12		



Sekil 5.8. Soylu End. Min. A.S.' ye ait Jiglerin Tromp Egrileri

#### 5.4. Uyarlama Sonuçlarının Yorumlanması

Tromp egrisinin şekli, beslenen malzeme özelliklerinden daha çok, kullanılan yıkama aygıtlarının ayırma hassasiyetine bağlıdır. Bu egriden yararlanarak farklı yıkama aygıtları arasında mukayese yapılabildiği gibi, aynı yıkama aygıtında uygulanan farklı yıkama koşullarında mukayese edilebilmektedir (Leonard, 1979; Atesok, 1986; Kemal, 1987).

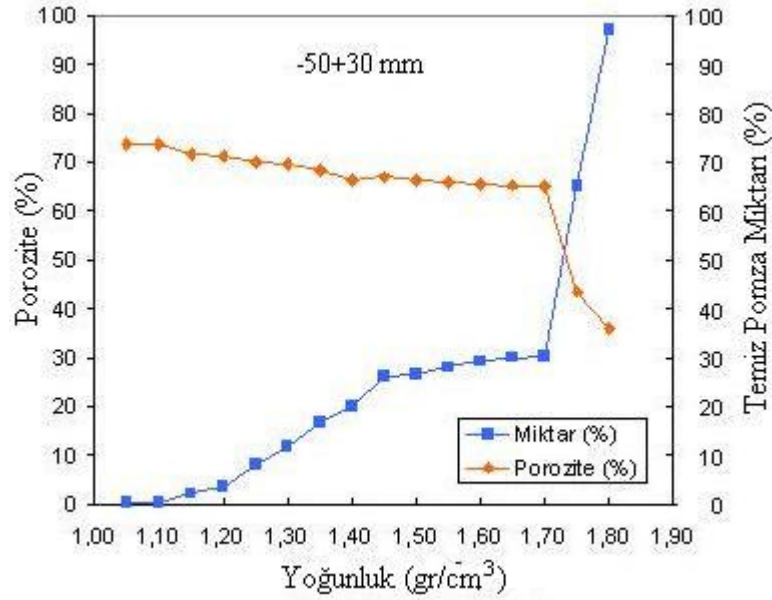
Bu amaçla, Isparta pomzasının Soylu End. Min. A.S.' ye ait jiglerde yıkanması sonucu elde edilecek ürün özellikleri yani sıra verim ve porozite oranlarındaki değişim araştırılmıştır. Mevcut cihazların 1.05 ile 1.80  $\text{gr/cm}^3$  yoğunluklar arasında 0.05  $\text{gr/cm}^3$ ' lük yoğunluk farklarında çalışması durumunda alınacak ürün özellikleri simülasyon ile hesaplanmıştır. Bu değişimler sonucunda meydana gelen konsantr ve % porozite hesaplanmış ve her bir boyut aralığı için de



farkli ayirma yogunluklarinda konsantre miktar ve porozite oranlarinin degisimi Sekil 5.9. ile Sekil 5.11.'de ve Çizelge 5.11. ile 5.13.' de verilmistir.

Çizelge 5.11. -50+30 mm boyutu için yapılan uyarlama sonucu yogunluga bagli olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari

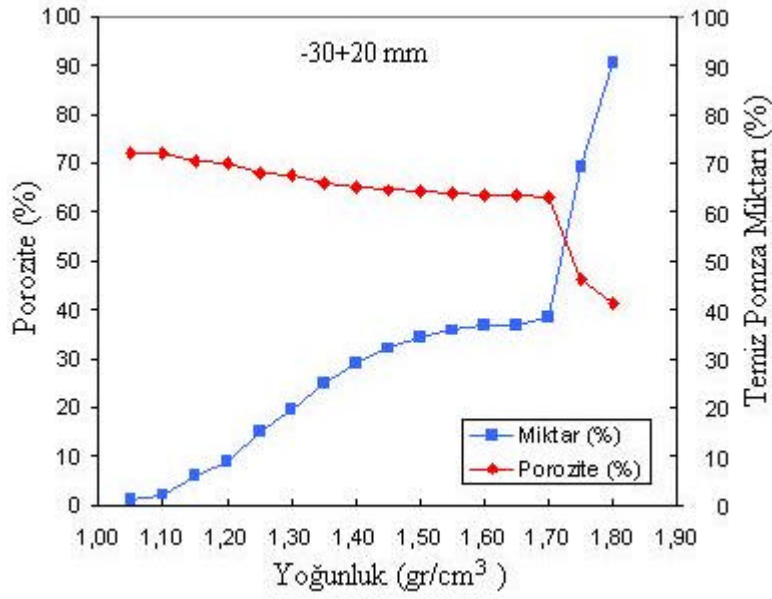
Yogunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80
Temiz pomza miktarı (%)	0.25	0.47	2.13	3.67	7.96	11.88	16.80	20.00	26.10	26.49	27.97	29.24	29.96	30.23	65.18	97.00
Porozite (%)	73.67	73.67	71.54	71.29	69.96	69.58	68.35	66.45	66.44	66.43	65.91	65.46	65.26	65.09	43.52	36.00



Sekil 5.9. -50+30 mm boyutu için yapılan uyarlama sonucu yogunluga bagli olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari

Çizelge 5.12. -30+20 mm boyutu için yapılan uyarlama sonucu yoğunluğa bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarları

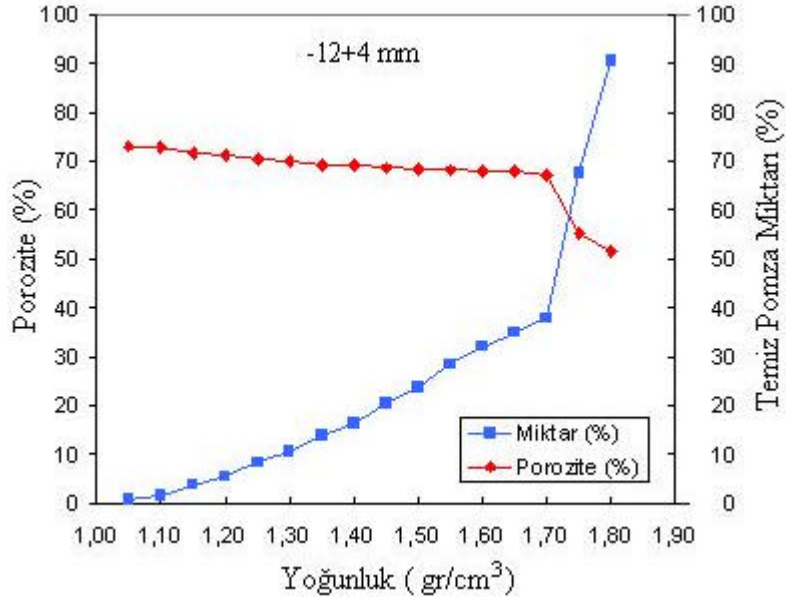
Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80
Temiz pomza miktarı (%)	1.24	2.12	6.04	8.82	15.07	19.53	24.99	28.94	32.08	34.38	35.82	36.87	36.87	38.53	69.10	90.62
Porozite (%)	72.09	72.09	70.44	70.16	68.09	67.44	65.89	65.16	64.53	64.14	63.81	63.58	63.58	63.04	46.36	41.37



Sekil 5.10. -30+20 mm boyutu için yapılan uyarlama sonucu yoğunluğa bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarları

Çizelge 5.13. -12+4 mm boyutu için yapılan uyarlama sonucu yoğunluga bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari

Yogunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80
Temiz pomza miktarı (%)	0.85	1.56	3.75	5.48	8.37	10.58	13.85	16.35	20.43	23.56	28.43	32.04	34.89	37.89	67.52	90.46
Porozite (%)	73.08	72.95	71.58	71.20	70.32	69.95	69.30	69.11	68.62	68.48	68.17	68.00	67.89	67.02	55.26	51.42



Sekil 5.11. -12+4 mm boyutu için yapılan uyarlama sonucu yoğunluga bağlı olarak elde edilecek temiz pomza ve % porozite miktarlari

Yapılan uyarlamalarda, Isparta pomzasinin yüzdürme- batırma testleri sonucunda yıkanabilirliği orta-zor olduğu ve Temiz pomza kazaniminin de düşük olduğu sonuçlarla ortaya konmuştur. Nevşehir pomzasinin -12+4 mm boyutu için yapılan testlerde temiz pomza miktarı 1.7 gr/cm<sup>3</sup>' de 72.88 iken Isparta pomzasi için bu değer 37.89' dur.

Buradan yola çıkarak, yas sistemlerde pomzanin su emmesinin fazla olması, ayırma etkinliğini biraz olsun düşürmektedir. Bu yüzden sulu bir sistem yerine, havali bir sistem tercih nedenidir.

## 6. TARTISMA VE SONUÇ

Cevherin yoğunluk farkına göre zenginleştirme durumu öncelikle Taggart tarafından ortaya konan zenginleştirme kriteri ile teorik bir fikir elde edilmektedir. Daha sonra bu teorik degerin pratikte ne kadar yansiyacagini görmek için yüzdürme-batırma testleri yapılır. Bu nedenle yüzdürme-batırma testleri, kurulması planlanan bir zenginleştirme tesisinin tasarımı için gerekli çalışmaların ilk ve önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Bu tez çalışması, rezerv açısından dünya ve ülkemizde çok olan pomza madeninin, ülkemizde ve dünyada yaygın olmayan zenginleştirme özelliklerinin ortaya konması açısından örnek bir çalışmadır.

Yapılan çalışmalar, üç asamada gerçekleşmiştir. Birincisi, Türkiye’de pomzanın en yaygın olarak bulunduğu Nevşehir ve Isparta bölgesi pomzalarının yoğunluk farkına göre zenginleştirme durumları ortaya konmuştur. İkinci asamada, ülkemizde tek pomza zenginleştirme tesisine sahip olan Nevşehir bölgesindeki Soylu Endüstriyel Min. A.S.’ye ait üç adet jigın yıkama performansları araştırılmıştır. Üçüncü asamada ise mevcut jiglerde Isparta- Karakaya pomzalarının simülasyon ile yıkanmaları sonucu elde edilecek verimler ortaya konmuştur.

Bölüm 3.3.1’de pomza ile yan kayaçları olan andezit ve trakiandezit aralarındaki Taggart zenginleştirme kriterleri 17.5, 8.75 ve 2 olarak bulunmuştur. Bu veriler teorik olarak pomza ile yan kayaçlarından kolaylıkla gravite ile zenginleştirilebileceğini göstermekte olup, bölüm 5.2.’de Nevşehir pomzaları üzerine yapılan yüzdürme-batırma sonuçlarında da açıkça belli olmaktadır. Diğer taraftan, bölüm 5.1.’de Isparta- Karakaya pomzaları için ortaya konan yüzdürme-batırma sonuçları Taggart’ın kriterlerine ters, zenginleştirmenin kolay olmayacağını isaret etmektedir.

Ortaya çıkan bu farklı sonuç, iki farklı yöre pomzalarının mineralojik özelliklerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Nevşehir pomzalarının gözeneklerinin hepsinin birbirleriyle çok ince çeperlerle ayrılmış iken, Isparta- Karakaya pomzasının

gözeneklerinin, özellikle orta ve iri boyutlu olanlarının bosluklarının birbiriyle ilişkili olduğundandır. Ayrıca Isparta- Karakaya pomzalarındaki trakiandezitlerin farklı boyutlarda olmakla birlikte, hem bağlı hem de ayrı olan bosluklar içerdiği bu nedenle pomzanın kaba yoğunluğuna yaklaştırmaya ve zenginleştirmeyi olumsuz yönde etkilemesinin ikinci bir nedeni olarak ortaya çıkmaktadır.

Pomza ile yan kayaç oranına bakıldığında hacimce yarı yarıya iken ağırlıkça bu durum 1/3' ü pomza, 2/3' ünün gang mineralleri olması, Nevşehir pomzalarından ayrılan bir diğer durum olarak ortaya çıkmaktadır. Çizelge 2.2.' de görüldüğü üzere tüm boyutlarda pomzadan çok yan kayaçlar olan andezit ve trakiandezitin ağırlıkça daha fazla olması sebebiyle porozite değerleri oldukça düşük çıkmıştır.

Isparta- Karakaya pomzalarının bosluklarının birbirlerine bağlantılı olarak bosluklara sahip olmaları sulu bir sistemde zenginleştirmede kısa bir sürede boslukların suyla dolması nedeniyle de pomzanın kaba yoğunluğu artmakta ve zenginleştirmeyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Çizelge 5.11 ile 5.13' de görüldüğü üzere üç farklı boyut fraksiyonu açısından 1.7 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluk için ancak ağırlık olarak % 38' lik kısmına kadar alınabilmektedir. Bu yoğunlukta, jigler ile zenginleştirmek oldukça zor olması nedeniyle bir ağır ortam cihazı kullanma gereğini doğurmaktadır. Ağır-ortam kullanılması durumunda ise kullanılan ortam maddesi ise (mayetit, barit, ferrosilikon v.s.) pomza gözeneklerine girecek ve hem zenginleştirmeyi olumsuz etkileyecek hem de temiz pomza eldesini zorlaştıracaktır.

Kolay zenginleşen Nevşehir pomzalarının, Soylu Endüstriyel A.S.'ye ait olan ve performansları yüksek olan jiglerde, Isparta-Karakaya pomzasının simülasyonunda da aynı jiglerde zenginleştirilmeleri sonucu düşük verimler ile ancak kazanılabileceği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, 50 mm' nin altındaki malzeme için 4 farklı boyut grubunda, havali jiglerle zenginleştirilmesi ile verimlerin artabileceği ve ayrıca ürünün kurutulmasına da ihtiyaç duyulmamış olacaktır. 50 mm' nin üstündeki boyutlar ise triyaj ile zenginleştirilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

Arslan M., 1997. Meydan (Van-Ercis) Yöresi Pomza Tefra Çökellerinin Petrografik, Jeokimyasal Özellikleri ve Olusumu. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 163-173, Isparta.

Bilgin A., 1997. Isparta-Gölcük Yöresi Magmatik kayaçların Mineralojisi ve Petrografisi. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta, s 179-185.

Bilgin A., Köseoglu M., Özkan G., 1988. Isparta-Gölcük Volkanitlerinin Mineralojisi, Petrografisi ve Jeokimyası. Isparta

Çerçi S., Erten E., Y., 1997. Hafif Beton Olarak Pomza. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta, s 103-107.

Çevikbas A., Ilgün F., 1997. Türkiye Pomza Yataklarının Jeolojisi ve Ekonomisi., I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta, s 13-18.

Davraz M., Gündüz L., 1997. Isparta Yöresi Pomza Tasının Hafif Yapı Elamanı Olarak Değerlendirilmesi Üzerine Bir Analiz. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 19-24, Isparta.

Deniz V., Umucu Y., 2004. Soylu Endüstriyel Mineraller A.S.' nin Pomza Zenginleştirme Tesisindeki Jig Performanslarının Değerlendirilmesi. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, s 307-312.

Duran K., 1997. Tekstilde Tas Yıkama. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 47-52, Isparta.

Farizoglu B., Nuhoglu A., Yıldız E., and Keskinler B., 2003. Filtration Separation.

Gündüz L. ve Arkadaşları., 1998. Pomza Teknolojisi Kitabı Cilt-I. Isparta.

Güngör N., Tombul M., 1997. Pomzanın Kullanım Alanı ile İlgili Özellikleri ve Mevzuatın Pomza Madencilğine Etkisi. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 19-24, Isparta.

Gür K., Zengin M., Uyanöz R., 1997. Pomzanın Tarım ve Çevre Açısından Önemi. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 125-132, Isparta.

Huykes D.M., 1991. Coal Preparation, Vol. 9, pp 13-26.

Ikizler A., 1993. Kil ve Killi Topraklarda Adsorbsiyon. Kimya Mühendisligi Sempozyumu Bildirileri Özetleri, K.T.Ü. Fen Fak., Trabzon.

Karaman M.E., 1986. Burdur Dolayinin Genel Stratigrafisi. A.Ü. Isparta Müh. Fak. Dergisi, sayi 2, Isparta.

Karaman M.E., 1988. Isparta Güneyinin Temel Jeolojik Özellikleri. TJK Dergisi, Ankara.

Kemal M., 1987. Kömür Teknolojisi. D.E.Ü. Müh. Mim. Fak. Yayini, Izmir.

Kiremitçi C. M., 1994. Tekstil Terbiyesinde Parça Boyama, Önemi ve Gelisimi. E.Ü. Tekstil Müh. Bölümü Bitirme Ödevi, 14, Izmir.

Koçyigit A., 1984. Türkiye ve Yakın Dolayında Yeni Tektonik Gelisimi. T.J.K. Bülteni, Ankara.

Kuşçu M., Gedikoglu A., Türker F., 1998. Gölcük Yöresi Pomza Yataklarinin Ekonomik Özellikleri. Akdeniz Üniv. Yayin no:4.

Leonard J., W., 1979. Coal Preparation, AIME, 4th Edition. NewYork.

Onaran K., 1985. Malzeme Bilimi. I.T.Ü., Istanbul.

Osborne D. G., 1988. Coal Preparation Technology (Graham&Trotman), UK.

Poisson A., Akay E., Dumont J.F., Uysan S., 1984. The Isparta Angle A Mesozoik Paleorift in The Western Taurides. International Symposium, Geology of the Taurus Belt. M.T.A. Yayinlari, Ankara.

Sariiz K., 1985. Keçiborlu Kükürt Yataklarinin Olusumu ve Bölgenin Jeolojisi. Anadolu Üniv. Müh. Mim. Fak. Yayinlari no:2, Eskisehir.

Taner F., Ersöz G., 1989. Aritmada Yeni Yöntemler. 4. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri, Sivas.

TS 3234, 1976. Bims Beton Yapim Kurallari. Ankara.

Tuncer G., 1997. Dünya Pomza Rezervleri ve Üretiminde Türkiye'nin Yeri ve Önemi. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 1-12, Isparta.

Ünal O., Çankiran O., Sancak E., 1997. Hafif Blok Elemanlarının Üretiminde Kullanılan Malzemelerin Özellikleri ve Teknik Kapasiteleri. I. Isparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 89-97, Isparta.



**EKLER**

Ek Çizelge 1. -50+30 mm 1.05 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	0	50	0.245	0.18	
-1.2	3.30	70.92	0,1	0	0	0	
-1.3	8.45	68.81	0,2	0	0	0	
-1.4	9.57	65.28	0,3	0	0	0	
-1.5	5.20	61.01	0,4	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,5	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,6	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,7	0	0	0	
Toplam					0.245	0.18	73.67

Ek Çizelge 2.-50+30 mm 1.1 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,05	96.45	0.4726	0.3481	
-1.2	3.30	70.92	0,05	0	0	0	
-1.3	8.45	68.81	0,15	0	0	0	
-1.4	9.57	65.28	0,25	0	0	0	
-1.5	5.20	61.01	0,35	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,45	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,55	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,65	0	0	0	
Toplam					0.4726	0.3481	73.67

Ek Çizelge 3.-50+30 mm 1.15 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,1	98.05	0.4804	0.3539	
-1.2	3.30	70.92	0	50	1.65	1.1701	
-1.3	8.45	68.81	0,1	0	0	0	
-1.4	9.57	65.28	0,2	0	0	0	
-1.5	5.20	61.01	0,3	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,4	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,5	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,6	0	0	0	
Toplam					2.1304	1.5241	71.54

Ek Çizelge 4.-50+30 mm 1.20 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,15	98.44	0.4823	0.3553	
-1.2	3.30	70.92	-0,05	96.45	3.1828	2.2572	
-1.3	8.45	68.81	0,05	0	0	0	
-1.4	9.57	65.28	0,15	0	0	0	
-1.5	5.20	61.01	0,25	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,35	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,45	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,55	0	0	0	
Toplam					3.6652	2.6129	71.29

Ek Çizelge 5.-50+30 mm 1.25 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,2	99.18	0.4859	0.3580	
-1.2	3.30	70.92	-0,1	98.44	3.2485	2.3038	
-1.3	8.45	68.81	0	50	4.225	2.9072	
-1.4	9.57	65.28	0,1	0	0	0	
-1.5	5.20	61.01	0,2	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,3	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,4	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,5	0	0	0	
Toplam					7.9595	2.6129	69.96

Ek Çizelge 6.-50+30 mm 1.30 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,25	98.50	0.48265	0.355568	
-1.2	3.30	70.92	-0,15	98.44	3.24852	2.30385	
-1.3	8.45	68.81	-0,05	96.45	8.150025	5.608032	
-1.4	9.57	65.28	0,05	0	0	0	
-1.5	5.20	61.01	0,15	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,25	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,35	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,45	0	0	0	
Toplam					11.8812	8.2674	69.58

Ek Çizelge 7.-50+30 mm 1.35 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,3	99.00	0.485	0.357373	
-1.2	3.30	70.92	-0,2	98.50	3.250	2.305255	
-1.3	8.45	68.81	-0,1	98.00	8.281	5.698156	
-1.4	9.57	65.28	0	50.00	4.785	3.123648	
-1.5	5.20	61.01	0,1	0	0	0	
-1.6	2.72	55.78	0,2	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,3	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,4	0	0	0	
Toplam					16.801	11.48443	68.3532

Ek Çizelge 8.-50+30 mm 1.40 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,35	99.18	0.485982	0.358023	
-1.2	3.30	70.92	-0,25	98.5	3.2505	2.305255	
-1.3	8.45	68.81	-0,15	98.44	8.31818	5.72374	
-1.4	9.57	65.28	-0,05	96.45	9.230265	6.025517	
-1.5	5.20	61.01	0,05	95.15	4.9478	3.018653	
-1.6	2.72	55.78	0,15	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,25	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,35	0	0	0	
Toplam					26.23273	17.43119	66.4482

Ek Çizelge 9.-50+30 mm 1.45 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,4	99.56	0.487844	0.359395	
-1.2	3.30	70.92	-0,3	99.2	3.2736	2.321637	
-1.3	8.45	68.81	-0,2	98.5	8.32325	5.727228	
-1.4	9.57	65.28	-0,1	98.4	9.41688	6.147339	
-1.5	5.20	61.01	0	50	2.6	1.58626	
-1.6	2.72	55.78	0,1	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,2	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,3	0	0	0	
Toplam					24.10157	16.14186	66.9743

Ek Çizelge 10. -50+30 mm 1.50 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,45	99.54	0.487746	0.359322	
-1.2	3.30	70.92	-0,35	98.18	3.23994	2.297765	
-1.3	8.45	68.81	-0,25	98.5	8.32325	5.727228	
-1.4	9.57	65.28	-0,15	98.44	9.420708	6.149838	
-1.5	5.20	61.01	-0,05	96.45	5.0154	3.059896	
-1.6	2.72	55.78	0,05	0	0	0	
-1.7	0.86	52.36	0,15	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,25	0	0	0	
Toplam					26.48704	17.59405	66.4251

Ek Çizelge 11. -50+30 mm 1.55 Yogunlukta uyarlama sonuçları

Yogunluk	Miktar	Porozite	Yogunluk Farki	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,5	99.8	0.48902	0.360261	
-1.2	3.30	70.92	-0,4	99.4	3.2802	2.326318	
-1.3	8.45	68.81	-0,3	98.8	8.3486	5.744672	
-1.4	9.57	65.28	-0,2	98.47	9.423579	6.151712	
-1.5	5.20	61.01	-0,1	97.5	5.07	3.093207	
-1.6	2.72	55.78	0	50	1.36	0.758608	
-1.7	0.86	52.36	0,1	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,2	0	0	0	
Toplam					27.9714	18.43478	65.9058

Ek Çizelge 12 .-50+30 mm 1.60 Yogunlukta uyarlama sonuçları

Yogunluk	Miktar	Porozite	Yogunluk Farki	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,55	100	0.49	0.360983	
-1.2	3.30	70.92	-0,45	99.54	3.28482	2.329594	
-1.3	8.45	68.81	-0,35	98.18	8.29621	5.708622	
-1.4	9.57	65.28	-0,25	98.5	9.42645	6.153587	
-1.5	5.20	61.01	-0,15	98.44	5.11888	3.123029	
-1.6	2.72	55.78	-0,05	96.45	2.62344	1.463355	
-1.7	0.86	52.36	0,05	0	0	0	
+1.7	69.41	24.59	0,15	0	0	0	
Toplam					29.2398	19.13917	65.4558

Ek Çizelge 13. -50+30 mm 1.65 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagılım Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,6	100	0.49	0.360983	
-1.2	3.30	70.92	-0,5	100	3.30	2.34036	
-1.3	8.45	68.81	-0,4	99.6	8.4162	5.791187	
-1.4	9.57	65.28	-0,3	99.4	9.51258	6.209812	
-1.5	5.20	61.01	-0,2	98.8	5.1376	3.13445	
-1.6	2.72	55.78	-0,1	98.43	2.677296	1.493396	
-1.7	0.86	52.36	0	50	0.43	0.225148	
+1.7	69.41	24.59	0,1	0	0	0	
Toplam					29.96368	19.55534	65.2634

Ek Çizelge 14.-50+30 mm 1.70 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagılım Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,65	100	0.49	0.360983	
-1.2	3.30	70.92	-0,55	100	3.3	2.34036	
-1.3	8.45	68.81	-0,45	99.54	8.41113	5.787699	
-1.4	9.57	65.28	-0,35	98.18	9.395826	6.133595	
-1.5	5.20	61.01	-0,25	98.50	5.122	3.124932	
-1.6	2.72	55.78	-0,15	98.44	2.677568	1.493547	
-1.7	0.86	52.36	-0,05	96.45	0.82947	0.43431	
+1.7	69.41	24.59	0,05	0	0	0	
Toplam					30.22599	19.67543	65.0943



Ek Çizelge 15. -50+30 mm 1.75 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,7	100	0.49	0.360983	
-1.2	3.30	70.92	-0,6	100	3.3	2.34036	
-1.3	8.45	68.81	-0,5	100	8.45	5.814445	
-1.4	9.57	65.28	-0,4	99.60	9.53172	6.222307	
-1.5	5.20	61.01	-0,3	99.40	5.1688	3.153485	
-1.6	2.72	55.78	-0,2	98.80	2.68736	1.499009	
-1.7	0.86	52.36	-0,1	98.43	0.846498	0.443226	
+1.7	69.41	24.59	0	50.00	34.705	8.53396	
Toplam					65.17938	28.36777	43.5226

Ek Çizelge 16. -50+30 mm 1.80 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	0.49	73.67	-0,75	100	0.49	0.360983	
-1.2	3.30	70.92	-0,65	100	3.3	2.34036	
-1.3	8.45	68.81	-0,55	100	8.45	5.814445	
-1.4	9.57	65.28	-0,45	99.54	9.525978	6.218558	
-1.5	5.20	61.01	-0,35	99.18	5.15736	3.146505	
-1.6	2.72	55.78	-0,25	98.5	2.6792	1.494458	
-1.7	0.86	52.36	-0,15	98.44	0.846584	0.443271	
+1.7	69.41	24.59	-0,05	96.45	66.94595	16.46201	
Toplam					97.39507	36.28059	37.25095

Ek Çizelge 17. -30+20 mm 1.05 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
Gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	0	50	1,245	0,897521	
-1.2	7,52	69,44	0,1	0	0	0	
-1.3	11,45	64,77	0,2	0	0	0	
-1.4	9,29	59,55	0,3	0	0	0	
-1.5	4,88	58,31	0,4	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,5	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,6	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,7	0	0	0	
Toplam	100.00				1.245	0.897521	72,09

Ek Çizelge 18. -30+20 mm 1.1 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,05	85,19	2,121231	1,529195	
-1.2	7,52	69,44	0,05	0	0	0	
-1.3	11,45	64,77	0,15	0	0	0	
-1.4	9,29	59,55	0,25	0	0	0	
-1.5	4,88	58,31	0,35	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,45	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,55	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,65	0	0	0	
Toplam	100.00				2,121231	1,529195	72,09

Ek Çizelge 19. -30+20 mm 1.15 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,1	91,8	2,28582	1,647848	
-1.2	7,52	69,44	0	50	3,76	2,610944	
-1.3	11,45	64,77	0,1	0	0	0	
-1.4	9,29	59,55	0,2	0	0	0	
-1.5	4,88	58,31	0,3	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,4	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,5	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,6	0	0	0	
Toplam	100.00				6,04582	4,25879	70,44

Ek Çizelge 20. -30+20 mm 1.20 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,15	97,33	2,423517	1,747113	
-1.2	7,52	69,44	-0,05	85,19	6,406288	4,448526	
-1.3	11,45	64,77	0,05	0	0	0	
-1.4	9,29	59,55	0,15	0	0	0	
-1.5	4,88	58,31	0,25	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,35	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,45	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,55	0	0	0	
Toplam	100.00				8,829805	6,1956	70,16

Ek Çizelge 21. -30+20 mm 1.25 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,2	98,1	2,44269	1,760935	
-1.2	7,52	69,44	-0,1	91,8	6,90336	4,793693	
-1.3	11,45	64,77	0	50	5,725	3,708083	
-1.4	9,29	59,55	0,1	0	0	0	
-1.5	4,88	58,31	0,2	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,3	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,4	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,5	0	0	0	
Toplam	100.00				15,07105	10,26271	68,09

Ek Çizelge 22. -30+20 mm 1.30 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,25	98,76	2,459124	1,772782	
-1.2	7,52	69,44	-0,15	97,33	7,319216	5,082464	
-1.3	11,45	64,77	-0,05	85,19	9,754255	6,317831	
-1.4	9,29	59,55	0,05	0	0	0	
-1.5	4,88	58,31	0,15	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,25	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,35	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,45	0	0	0	
Toplam	100.00				19,5326	13,17308	67,44

Ek Çizelge 23. -30+20 mm 1.35 Yogunlukta uyarlama sonuçları

Yogunluk	Miktar	Porozite	Yogunluk Farki	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,3	98,74	2,458626	1,772423	
-1.2	7,52	69,44	-0,2	98,1	7,37712	5,122672	
-1.3	11,45	64,77	-0,1	91,8	10,5111	6,808039	
-1.4	9,29	59,55	0	50	4,645	2,766098	
-1.5	4,88	58,31	0,1	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,2	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,3	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,4	0	0	0	
Toplam	100.00				24,99185	16,46923	65,89

Ek Çizelge 24. -30+20 mm 1.40 Yogunlukta uyarlama sonuçları

Yogunluk	Miktar	Porozite	Yogunluk Farki	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,35	98,63	2,455887	1,770449	
-1.2	7,52	69,44	-0,25	98,76	7,426752	5,157137	
-1.3	11,45	64,77	-0,15	97,33	11,14429	7,218153	
-1.4	9,29	59,55	-0,05	85,19	7,914151	4,712877	
-1.5	4,88	58,31	0,05	0	0	0	
-1.6	2,03	54,26	0,15	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,25	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,35	0	0	0	
Toplam	100.00				28,94108	18,85862	65,16

Ek Çizelge 25. -30+20 mm 1.45 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagılım Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,4	98,77	2,459373	1,772962	
-1.2	7,52	69,44	-0,3	98,74	7,425248	5,156092	
-1.3	11,45	64,77	-0,2	98,1	11,23245	7,275258	
-1.4	9,29	59,55	-0,1	91,8	8,52822	5,078555	
-1.5	4,88	58,31	0	50	2,44	1,422764	
-1.6	2,03	54,26	0,1	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,2	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,3	0	0	0	
Toplam	100,00				32,08529	20,70563	64,53

Ek Çizelge 26. -30+20 mm 1.50 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagılım Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,45	98,88	2,462112	1,774937	
-1.2	7,52	69,44	-0,35	98,63	7,416976	5,150348	
-1.3	11,45	64,77	-0,25	98,76	11,30802	7,324205	
-1.4	9,29	59,55	-0,15	97,33	9,041957	5,384485	
-1.5	4,88	58,31	-0,05	85,19	4,157272	2,424105	
-1.6	2,03	54,26	0,05	0	0	0	
-1.7	1,48	48,79	0,15	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,25	0	0	0	
Toplam	100,00				34,38634	22,05808	64,14

Ek Çizelge 27. -30+20 mm 1.55 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,5	99,8	2,48502	1,791451	
-1.2	7,52	69,44	-0,4	98,77	7,427504	5,157659	
-1.3	11,45	64,77	-0,3	98,74	11,30573	7,322721	
-1.4	9,29	59,55	-0,2	98,1	9,11349	5,427083	
-1.5	4,88	58,31	-0,1	91,8	4,47984	2,612195	
-1.6	2,03	54,26	0	50	1,015	0,550739	
-1.7	1,48	48,79	0,1	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,2	0	0	0	
Toplam	100,00				35,82658	22,86185	63,81

Ek Çizelge 28. -30+20 mm 1.60 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,55	100	2,49	1,795041	
-1.2	7,52	69,44	-0,45	98,88	7,435776	5,163403	
-1.3	11,45	64,77	-0,35	98,63	11,29314	7,314564	
-1.4	9,29	59,55	-0,25	98,76	9,174804	5,463596	
-1.5	4,88	58,31	-0,15	97,33	4,749704	2,769552	
-1.6	2,03	54,26	-0,05	85,19	1,729357	0,938349	
-1.7	1,48	48,79	0,05	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,15	0	0	0	
Toplam	100,00				36,87278	23,4445	63,58

## EK-15

Ek Çizelge 29. -30+20 mm 1.65 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,6	100	2,49	1,795041	
-1.2	7,52	69,44	-0,5	98,88	7,435776	5,163403	
-1.3	11,45	64,77	-0,4	98,63	11,29314	7,314564	
-1.4	9,29	59,55	-0,3	98,76	9,174804	5,463596	
-1.5	4,88	58,31	-0,2	97,33	4,749704	2,769552	
-1.6	2,03	54,26	-0,1	85,19	1,729357	0,938349	
-1.7	1,48	48,79	0	0	0	0	
+1.7	60,86	25,23	0,1	0	0	0	
Toplam	100,00				36,87278	23,4445	63,58

Ek Çizelge 30. -30+20 mm 1.70 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,65	99,9	2,48751	1,793246	
-1.2	7,52	69,44	-0,55	99,8	7,50496	5,211444	
-1.3	11,45	64,77	-0,45	98,88	11,32176	7,333104	
-1.4	9,29	59,55	-0,35	98,63	9,162727	5,456404	
-1.5	4,88	58,31	-0,25	98,76	4,819488	2,810243	
-1.6	2,03	54,26	-0,15	97,33	1,975799	1,072069	
-1.7	1,48	48,79	-0,05	85,19	1,260812	0,61515	
+1.7	60,86	25,23	0,05	0	0	0	
Toplam	100,00				38,53306	24,29166	63,04



## EK-16

Ek Çizelge 31. -30+20 mm 1.75 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,7	99,98	2,489502	1,794682	
-1.2	7,52	69,44	-0,6	99,95	7,51624	5,219277	
-1.3	11,45	64,77	-0,5	98,9	11,32405	7,334587	
-1.4	9,29	59,55	-0,4	98,77	9,175733	5,464149	
-1.5	4,88	58,31	-0,3	98,74	4,818512	2,809674	
-1.6	2,03	54,26	-0,2	98,1	1,99143	1,08055	
-1.7	1,48	48,79	-0,1	91,8	1,35864	0,66288	
+1.7	60,86	25,23	0	50	30,43	7,677489	
Toplam	100,00				69,10411	32,04329	46,36

Ek Çizelge 32. -50+30 mm 1.80 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	72,09	-0,75	99,98	2,489502	1,794682	
-1.2	7,52	69,44	-0,65	99,95	7,51624	5,219277	
-1.3	11,45	64,77	-0,55	98,9	11,32405	7,334587	
-1.4	9,29	59,55	-0,45	98,88	9,185952	5,470234	
-1.5	4,88	58,31	-0,35	98,63	4,813144	2,806544	
-1.6	2,03	54,26	-0,25	98,76	2,004828	1,08782	
-1.7	1,48	48,79	-0,15	97,33	1,440484	0,702812	
+1.7	60,86	25,23	-0,05	85,19	51,84663	13,08091	
Toplam	100,00				90,62083	37,49686	41,37

Ek Çizelge 33. -12+4 mm 1.05 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
Gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	0	50	0,85	0,62118	
-1.2	7,52	70,55	0,1	0	0	0	
-1.3	11,45	68,61	0,2	0	0	0	
-1.4	9,29	67,47	0,3	0	0	0	
-1.5	4,88	66,83	0,4	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,5	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,6	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,7	0	0	0	
Toplam	100.00				0,85	0,62118	73,08

Ek Çizelge 34. -12+4 mm 1.10 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,05	87,5	1,4875	1,087065	
-1.2	7,52	70,55	0,05	1,8	0,0801	0,056511	
-1.3	11,45	68,61	0,15	0	0	0	
-1.4	9,29	67,47	0,25	0	0	0	
-1.5	4,88	66,83	0,35	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,45	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,55	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,65	0	0	0	
Toplam	100.00				1,5676	1,143576	72,95072

Ek Çizelge 35. -12+4 mm 1.15 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,1	90,05	1,53085	1,118745	
-1.2	7,52	70,55	0	50	2,225	1,569738	
-1.3	11,45	68,61	0,1	0	0	0	
-1.4	9,29	67,47	0,2	0	0	0	
-1.5	4,88	66,83	0,3	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,4	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,5	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,6	0	0	0	
Toplam	100.00				3,75585	2,688483	71,5812

Ek Çizelge 36. -12+4 mm 1.20 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,15	87,78	1,49226	1,090544	
-1.2	7,52	70,55	-0,05	87,5	3,89375	2,747041	
-1.3	11,45	68,61	0,05	1,8	0,10386	0,071258	
-1.4	9,29	67,47	0,15	0	0	0	
-1.5	4,88	66,83	0,25	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,35	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,45	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,55	0	0	0	
Toplam	100.00				5,48987	3,908843	71,201

Ek Çizelge 37. -12+4 mm 1.25 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,2	87,25	1,48325	1,083959	
-1.2	7,52	70,55	-0,1	90,05	4,007225	2,827097	
-1.3	11,45	68,61	0	50	2,885	1,979399	
-1.4	9,29	67,47	0,1	0	0	0	
-1.5	4,88	66,83	0,2	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,3	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,4	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,5	0	0	0	
Toplam	100.00				8,375475	5,890455	70,3298

Ek Çizelge 38. -12+4 mm 1.30 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,25	88,92	1,51164	1,104707	
-1.2	7,52	70,55	-0,15	87,78	3,90621	2,755831	
-1.3	11,45	68,61	-0,05	87,5	5,04875	3,463947	
-1.4	9,29	67,47	0,05	1,8	0,11466	0,077361	
-1.5	4,88	66,83	0,15	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,25	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,35	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,45	0	0	0	
Toplam	100.00				10,58126	7,401846	69,95241

Ek Çizelge 39. -12+4 mm 1.35 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,3	93,47	1,58899	1,161234	
-1.2	7,52	70,55	-0,2	87,25	3,882625	2,739192	
-1.3	11,45	68,61	-0,1	90,05	5,195885	3,564897	
-1.4	9,29	67,47	0	50	3,185	2,14892	
-1.5	4,88	66,83	0,1	0	0	0	
-1.6	2,03	66,50	0,2	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,3	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,4	0	0	0	
Toplam	100.00				13,8525	9,614242	69,40438

Ek Çizelge 40. -12+4 mm 1.40 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,35	95,49	1,62333	1,18633	
-1.2	7,52	70,55	-0,25	88,92	3,95694	2,791621	
-1.3	11,45	68,61	-0,15	87,78	5,064906	3,475032	
-1.4	9,29	67,47	-0,05	87,5	5,57375	3,760609	
-1.5	4,88	66,83	0,05	1,8	0,13878	0,092747	
-1.6	2,03	66,50	0,15	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,25	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,35	0	0	0	
Toplam	100.00				16,35771	11,30634	69,11934

Ek Çizelge 41. -12+4 mm 1.45 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,4	96,89	1,64713	1,187416	
-1.2	7,52	70,55	-0,3	93,47	4,159415	2,888298	
-1.3	11,45	68,61	-0,2	87,25	5,034325	3,260732	
-1.4	9,29	67,47	-0,1	90,05	5,736185	3,415898	
-1.5	4,88	66,83	0	50	3,855	2,247851	
-1.6	2,03	66,50	0,1	0	0	0	
-1.7	1,48	66,44	0,2	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,3	0	0	0	
Toplam	100.00				20,43206	13,00019	63,62647

Ek Çizelge 42. -12+4 mm 1.50 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,45	98,78	1,67926	1,227203	
-1.2	7,52	70,55	-0,35	95,49	4,249305	2,997885	
-1.3	11,45	68,61	-0,25	88,92	5,130684	3,520162	
-1.4	9,29	67,47	-0,15	87,78	5,591586	3,772643	
-1.5	4,88	66,83	-0,05	87,5	6,74625	4,508519	
-1.6	2,03	66,50	0,05	1,8	0,16308	0,108448	
-1.7	1,48	66,44	0,15	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,25	0	0	0	
Toplam	100.00				23,56017	16,13486	68,48365

Ek Çizelge 43. -12+4 mm 1.55 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,5	99,9	1,6983	1,241118	
-1.2	7,52	70,55	-0,4	96,89	4,311605	3,041837	
-1.3	11,45	68,61	-0,3	93,47	5,393219	3,700288	
-1.4	9,29	67,47	-0,2	87,25	5,557825	3,749865	
-1.5	4,88	66,83	-0,1	90,05	6,942855	4,63991	
-1.6	2,03	66,50	0	50	4,53	3,01245	
-1.7	1,48	66,44	0,1	0	0	0	
+1.7	60,86	39,70	0,2	0	0	0	
Toplam	100.00				28,4338	19,38547	68,17754

Ek Çizelge 44. -12+4 mm 1.60 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,55	99,93	1,69881	1,24149	
-1.2	7,52	70,55	-0,45	98,78	4,39571	3,101173	
-1.3	11,45	68,61	-0,35	95,49	5,509773	3,780255	
-1.4	9,29	67,47	-0,25	88,92	5,664204	3,821638	
-1.5	4,88	66,83	-0,15	87,78	6,767838	4,522946	
-1.6	2,03	66,50	-0,05	87,5	7,9275	5,271788	
-1.7	1,48	66,44	0,05	1,8	0,0837	0,05561	
+1.7	60,86	39,70	0,15	0	0	0	
Toplam	100.00				32,04754	21,7949	68,00804

Ek Çizelge 45. -12+4 mm 1.65 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,6	99,95	1,69915	1,241739	
-1.2	7,52	70,55	-0,5	99,9	4,44555	3,136336	
-1.3	11,45	68,61	-0,4	96,89	5,590553	3,835678	
-1.4	9,29	67,47	-0,3	93,47	5,954039	4,01719	
-1.5	4,88	66,83	-0,2	87,25	6,726975	4,495637	
-1.6	2,03	66,50	-0,1	90,05	8,15853	5,425422	
-1.7	1,48	66,44	0	50	2,325	1,54473	
+1.7	60,86	39,70	0,1	0	0	0	
Toplam	100.00				34,8998	23,69673	67,89934

Ek Çizelge 46. -12+4 mm 1.70 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,65	99,98	1,69966	1,242112	
-1.2	7,52	70,55	-0,55	99,93	4,446885	3,137277	
-1.3	11,45	68,61	-0,45	98,78	5,699606	3,9105	
-1.4	9,29	67,47	-0,35	95,49	6,082713	4,104006	
-1.5	4,88	66,83	-0,25	88,92	6,855732	4,581686	
-1.6	2,03	66,50	-0,15	87,78	7,952868	5,288657	
-1.7	1,48	66,44	-0,05	87,5	4,06875	2,703278	
+1.7	60,86	39,70	0,05	1,8	1,08522	0,430832	
Toplam	100.00				37,89143	25,39835	67,02926



Ek Çizelge 47. -12+4 mm 1.75 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,7	99,99	1,69983	1,242236	
-1.2	7,52	70,55	-0,6	99,95	4,447775	3,137905	
-1.3	11,45	68,61	-0,5	99,9	5,76423	3,954838	
-1.4	9,29	67,47	-0,4	96,89	6,171893	4,164176	
-1.5	4,88	66,83	-0,3	93,47	7,206537	4,816129	
-1.6	2,03	66,50	-0,2	87,25	7,90485	5,256725	
-1.7	1,48	66,44	-0,1	90,05	4,187325	2,782059	
+1.7	60,86	39,70	0	50	30,145	11,96757	
Toplam	100.00				67,52744	37,32163	55,26884

Ek Çizelge 48. -12+4 mm 1.80 Yoğunlukta uyarlama sonuçları

Yoğunluk	Miktar	Porozite	Yoğunluk Farkı	Dagilim Faktörü	Beslemeye Göre Miktar (%)	Porozite Faktörü	Y. Pomza Ort. Porozitesi (%)
A	B	C	D	E	F	G	H
gr/cm <sup>3</sup>	%	%	$A - r_{50}$	%	BxE	CxF	SG/SF
-1.1	2,49	73,08	-0,75	99,99	1,69983	1,242236	
-1.2	7,52	70,55	-0,65	99,98	4,44911	3,138847	
-1.3	11,45	68,61	-0,55	99,93	5,765961	3,956026	
-1.4	9,29	67,47	-0,45	98,78	6,292286	4,245405	
-1.5	4,88	66,83	-0,35	95,49	7,362279	4,920211	
-1.6	2,03	66,50	-0,25	88,92	8,056152	5,357341	
-1.7	1,48	66,44	-0,15	87,78	4,08177	2,711928	
+1.7	60,86	39,70	-0,05	87,5	52,75375	20,94324	
Toplam	100.00				90,46114	46,51523	51,42013

**ÖZGEÇMİS**

Adi Soyadi : Yakup UMUCU

Dogum Yeri : Kirsehir

Dogum Yili : 1978

Medeni Hali : Evli, 1 Çocuk

Yabancı Dil : İngilizce

**Eğitim ve Akademik Durumu:**

1992-1995 : Kirsehir Lisesinde Lise Öğrenimi

1996-2000 : Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Maden Mühendisliği Bölümünde Maden Mühendisliği Eğitimi ve “Maden  
Mühendisi” ünvanı ile mezuniyet.

2000 Eylül : Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği  
Ana Bilim Dalında Yüksek Lisansa Başlama.

2002 Ekim : Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Arastırma  
Görevlisi olarak Başlama.