POMZA Araştırma ve Uygulama Merkezi Fizibilite Raporu

2015



Doç. Dr. İsmail DİNÇER,

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN

Yrd. Doç. Dr. Serap ÇOBAN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

TEMMUZ 2015

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
1. GİRİŞ	7
2. POMZA	12
2.1. Tanımı	12
2.2. Oluşumu	13
2.3. Dünya'da Pomza	15
2.4. Nevşehir Madenciliği	16
2.4.1. Bölgenin Jeolojik Yapısı	16
2.4.2. Bölgenin Ekonomik Jeolojisi	21
2.4.3. Nevşehir ili Pomza Madenciliği	25
2.4.4. Pomzanın Yapısal Özellikleri	29
2.4.5. Jeolojik Köken ve Kimyasal Bileşim	30
2.4.6. Fiziksel Özellikler	32
2.4.7. Jeoteknik Özellikler	33
2.5. Pomzanın Kullanım Alanları	33
2.5.1. İnşaat Sektöründe Kullanımı	35
2.5.2. Tekstil Alanında Kullanımı	35
2.5.3. Tarım Alanında Pomza Kullanımı	36
2.5.4. Kimya Sektöründe Pomza Kullanımı	37
2.5.5. Nevşehir Pomza Ürünleri	37
2.5.5.1. Yapı Malzemeleri	37
2.5.5.2. Çevre Düzenleme ve Peyzaj	39
2.5.5.3. Pomza agrega	40
2.5.5.4. Diğer Ürünler	41
3. NEVŞEHİR POMZA SEKTÖRÜ	42
3.1. Üretim Kapasitesi ve Finansman	42
3.2. Tüketim (Talep) Kapasitesi	45
3.3. Üretim ve Kapasite Oranı	46
3.4. Sektörün İstihdam Yapısı	48
3.5. Dış Ticaret Durumu	51
3.6. Üretim Yöntemi ve Teknolojisi	52
3.7. Araştırma Geliştirme Faaliyetleri ve Yenilikçilik	54
3.8. Üniversite-Sanayi İşbirliği ve Devlet Desteği	58
3.9. Sektörün Sorunları	59
4. POMZA ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİNİN FİZİBİLİTESİ	61
4.1. Merkezin Amacı	61
4.2. Araştırma Merkezinin Faaliyet Alanı	62
4.2.1. Ar-Ge Çalışmaları	62
4.2.1.1. Mevcut Ürün Özelliklerinin Geliştirilmesi	62
4.2.1.2. Yeni Ürün ve Kullanım Alanı Geliştirilmesi	63
4.2.2. Yetkili Deney Laboratuarı Hizmeti	64
4.2.2.1. CE Belgesi	65
4.2.2.2. Türk Standartlarına (TSE) Uygunluk Belgesi	66

4.2.2.3. Ulusal Teknik Onay 66
4.2.2.4. G Belgesi 66
4.2.3. Başlangıç tip deneyleri 67
4.2.3.1. Boyutlar ve toleranslar 68
4.2.3.2. Konfigürasyon ve görünüş 69
4.2.3.3. Birim Hacim Kütlesi 70
4.2.3.4. Basınç Dayanımı 70
4.2.3.5. Eğilmede Çekme Dayanımı 70
4.2.3.6. Isıl Davranış Özellikleri 71
4.2.3.7. Dayanıklılık 71
4.2.3.8. Kapiler Etkiyle Su Emme Katsayısı 71
4.2.3.9. Rutubet Hareketi 71
4.2.3.10. Su Buharı Geçirgenliği 72
4.2.3.11. Yangına Direnç 72
4.2.3.12. Kayma bağ dayanımı 72
4.2.3.13. Eğilme Bağ Dayanımı 73
4.3 Araştırma ve Uygulama Merkezinin 10 Yıllık Projeksiyonu 73
4.3.1. Altyapı İhtiyaçları 73
4.3.1.1. Betonarme Laboratuar Binası 75
4.3.1.2. Tek Eksenli Basınç Test Presi 78
4.3.1.3. Elektronik Teraziler 78
4.3.1.4. Etüv 79
4.3.1.5. Donma-Çözülme Test Kabini 80
4.3.1.6. Kür Havuzu 80
4.3.1.7. Çeneli Kırıcı ve Bilyeli Öğütücü 81
4.3.1.8. Elek Seti 81
4.3.1.9. Laboratuvar Tipi Beton Mikseri 82
4.3.1.10. Isı Yalıtım Test Cıhazı (Hot Plate) 82
4.3.1.11. Isı Yalıtım Test Cihazı (Hot Box) 83
4.3.1.12. Trisco Yazılım 84
4.3.1.13. Kalorimetre 85
4.3.1.14. Yanmazlık Test Düzeneği 85
4.3.1.15. Desikatör 86
4.3.1.16. Kül Fırını 86
4.3.1.17. Kumpas (Dijital ve Mekanik) 87
4.3.1.18. Forklift 87
4.3.2. Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Değerlendirilmesi 88
4.3.2.1. Yatırım Maliyeti 88
4.3.2.2. Hâsılat ve Faaliyet Giderleri 89
4.3.2.3. Yatırımın İç Karlılık Oranları 90
4.3.2.4. Fizibilite Analizi 90
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 106

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ile Ahiler Kalkınma Ajansı arasında imzalanan işbirliği protokolü 9
Şekil 1.2 TSE Gebze yapı malzemeleri laboratuar ziyareti 9
Şekil 1.3 TSE Turgutlu Yapı Malzemeleri Laboratuvarı ziyareti 11
Şekil 2.1 Nevşehir pomzasının makro görünümü (örnek boyu 7.00 cm) 13
Şekil 2.2 Volkanlar ve ilişkili diğer jeolojik süreçlerin genel bir modeli 14
Şekil 2.3 Dünya pomza rezervinin başlıca ülkelere göre dağılımı 16
Şekil 2.4 Kapadokya Bölgesinin genelleştirilmiş jeolojik haritası (Aydar ve diğ., 2012). 18
Şekil 2.5 Nevşehir bölgesi pomza seviyelerinin genel görünümü 20
Şekil 2.6 Nevşehir ili maden haritası ve pomza ocaklarının dağılımı (MTA, 2010). 22
Şekil 2.7 Nevşehir ilinde işletme ruhsatlarının maden türlerine göre dağılımı 23
Şekil 2.8 Nevşehir ili tüm ruhsatların genel dağılımı 23
Şekil 2.9 Nevşehir pomza yataklarının genel bir görünümü 26
Şekil 2.10 Ülkemizde illere göre pomza rezervinin dağılımı (Gündüz, 2005). 26
Şekil 2.11 İllere göre pomza işletme ruhsat sayılarının dağılımı (MİGEM, 2014). 27
Şekil 2.12 illere göre ruhsat sayılarının dağılımı 27
Şekil 2.13 Nevşehir ili pomza maden işletme ruhsatlarının dağılımı 28
Şekil 2.14 Nevşehir ili pomza üretim miktarları (Son 5 yıl) Pomzanın Özellikleri 29
Şekil 2.15 Pomza agregasının boşluklu yapısının SEM görüntüsü (Gökalp ve diğ., 2011). 30
Şekil 2.16 a) SiO2 ve Na2O+K2O içerigine göre pomza olusumlarının sınıflaması,
b) Fe2O3-Na2O +K2O ve MgO içeriğine göre magma köken sınıflaması
(Başpınar ve Gündüz, 2006). 32
Şekil 2.17 Nevşehir bölgesi tane boyu dağılım grafiği (Gündüz, 2005). 32
Şekil 2.18 Pomzanın inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmasın nedenleri 36
Şekil 2.19 Bimsblok üreten tesislerden tipik bir görünüm 38
Şekil 2.20 Bimsblok üretiminden genel bir görünüm 38
Şekil 2.21 Nevşehir'de pomzadan üretilen yapı malzemelerinden genel görünüm 39
Şekil 2.22 Pomza agregalı peyzaj ürünleri 40
Şekil 2.23 Nevşehir yöresinde üretilen pomza agregalarının genel görünümü 41

Şekil 3.1 Firmaların yapmayı planladıkları yatırım düzeyleri..... 43
Şekil 3.2 Firmaların finansman kaynaklarına ulaşım imkânları..... 43
Şekil 3.3 Sektörün dış finansman kaynaklarının dağılım oranları..... 44
Şekil 3.4 Sermaye piyasası yoluyla uzun vadeli fon sağlama..... 44
Şekil 3.5 Son 5 yıllık yerel pazardaki talep durumu..... 45
Şekil 3.6 Sektörde çevre dostu ürünlere ilişkin talep duyarlılığı..... 46
Şekil 3.7 Talebin yurtdışından gelme ve karşılama düzeyi..... 46
Şekil 3.8 Yıllara göre net satışlar ve ihracat miktarları..... 47
Şekil 3.9 Yıllara göre kapasite kullanım oranı..... 47
Şekil 3.10 Firmalarda kadın/erkek çalışan sayısı..... 48
Şekil 3.11 Çalışanların yıllık ortalama eğitim saatine göre dağılımı..... 49
Şekil 3.12 İşgücü temin imkânları..... 50
Şekil 3.13 En çok eksikliği hissedilen eleman türleri..... 50
Şekil 3.14 Çalışanların aylık ortalama net gelirlerine göre dağılımı..... 51
Şekil 3.15 Firmaların dış ticaret yapma şekli..... 51
Şekil 3.16 Firma olarak takip edilen temel stratejiler..... 52
Şekil 3.17 Sektörün ihtiyaç duyduğu teknoloji düzeyi..... 53
Şekil 3.18 Firmaların mevcut teknoloji düzeyleri..... 53
Şekil 3.19 Enerjinin toplam üretim içindeki payı..... 54
Şekil 3.20 Enerji maliyetinin diğer sektörler ile karşılaştırmalı durumu..... 54
Şekil 3.21 Sektörde yapılan rekabet analizi sıklığı..... 55
Şekil 3.22 Pazar araştırmaları veya analizini yapma sıklığı..... 55
Şekil 3.23 Ar-Ge harcamalarının yıllık ciroya % katkısı..... 56
Şekil 3.24 Firmaların proje yapma durumları..... 56
Şekil 3.25 Mevcut ürünler üzerine yapılan inovasyon düzeyi..... 57
Şekil 3.26 Firmaya özgü ürünlerin ve süreçlerin taklit edilme düzeyi..... 57
Şekil 3.27 Üniversite-Sanayi işbirliği düzeyi..... 58
Şekil 3.28 Diğer kurumların sektöre destek oranları..... 58
Şekil 4.1 Bimsblok elemanının boyut ve yüzey tanımlamaları
(1: Uzunluk, 2: Genişlik, 3: Yükseklik, 4: Üst yüz (Döşeme yüzü), 5: Yanak, 6: Alın)..... 68
Şekil 4.2 Planlanan araştırma merkezinin mimari projesi..... 76

Şekil 4.3 Tek Eksenli Presinin Genel Görünümü....78
Şekil 4.4 Farklı Hassasiyete Sahip Dijital Terazilerin Genel Görünümü. 79
Şekil 4.5 Etüvün Genel Görünümü....79
Şekil 4.6 Donma-Çözülme Test Kabini Genel Görünümü. 80
Şekil 4.7 Kür Havuzu (Tank) Cihazının Genel Görünümü. 81
Şekil 4.8 Çeneli Kırıcının ve Bilyeli Değirmen Genel Görünümü. 81
Şekil 4.9 Elek Sallama Cihazı ve Elek Seti. 82
Şekil 4.10 Laboratuar Tipi Beton Mikserinin Genel Görünümü. 83
Şekil 4.11 Plaka (Hot Plate) Yöntemi Deney Düzeneğinin Genel Görünümü. 84
Şekil 4.12 Sıcak Kutu (Hot Box) Yöntemi Deney Düzeneğinin Genel Görünümü. 84
Şekil 4.13 Kalorimetre Cihazının Genel Görünümü....85
Şekil 4.14 Yanmazlık Test Düzeneği....85
Şekil 4.15 Vakumlu Desikatör Görüntüsü. 86
Şekil 4.16 Kül Fırını....86
Şekil 4.17 Dijital ve Mekanik Kumpasların Görünümü....87
Şekil 4.18 Elektrikli Fork Liftin Genel Görünümü....87
Şekil 4.19 Senaryo-1'e göre 10 yıllık Nakit Giriş, Nakit Çıkışı ve Net Bugünkü Değerin Yıllara Göre Dağılımı (TL)....92
Şekil 4.20 Senaryo-2'ye göre 10 yıllık Nakit Giriş, Nakit Çıkışı ve Net Bugünkü Değerin Yıllara Göre Dağılımı (TL)....97
Şekil 4.21 Senaryo-3'e göre 10 yıllık Nakit Giriş, Nakit Çıkışı ve Net Bugünkü Değerin Yıllara Göre Dağılımı (TL)....102

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 Çalışma kapsamında ziyaret edilen firmalar 4
Tablo 2.1 Ülkelere göre pomza ve ilgili malzemelerin üretim rakamları (Crangle, 2013). .11
Tablo 2.2 Nevşehir ili önemli madenlerinin özellikleri (MTA, 2010) 18
Tablo 2.3 Nevşehir yöresi pomza agregalarının kimyasal bileşimi (%) 25
Tablo 2.4 Pomzanın kullanım alanlarına göre oransal dağılımı 28
Tablo 2.5 Pomzanın genel kullanım alanları 29
Tablo 3.1 Nevşehir İli Pomza Sektörü NACE Kodları 38
Tablo 3.2 Firmalarda çalışanların eğitim düzeyine göre dağılımı 44
Tablo 4.1 Kâgir Birimler (Bimsblok) için TS EN 771-3 tanımlanan tip deneyler 64
Tablo 4.2 Düzgün şekilli birimler için izin verilebilir sapmalar (TS EN 771-3) 65
Tablo 4.3 Altyapı, Makine-Teçhizat Kalemlerine ait Bütçe 70
Tablo 4.4 Araştırma merkezi inşaat giderleri 74
Tablo 4.5 Yatırım maliyeti tablosu (TL) 90
Tablo 4.6 Hâsılat ve Faaliyet Giderleri (TL) 91
Tablo 4.7 Yatırımın iç karlılık oranı (TL) 92
Tablo 4.8 Net bugünkü değer tablosu (TL) 92
Tablo 4.9 Yatırım maliyeti tablosu (TL) 95
Tablo 4.10 Hâsılat ve Faaliyet Giderleri (TL) 96
Tablo 4.11 Yatırımın iç karlılık oranı (TL) 97
Tablo 4.12 Net bugünkü değer tablosu (TL) 97
Tablo 4.13 Yatırım maliyet tablosu (TL) 100
Tablo 4.14 Hâsılat ve Faaliyet Giderleri (TL) 101
Tablo 4.15 Yatırımın iç karlılık oranı (TL) 102
Tablo 4.16 Net bugünkü değer tablosu (TL) 102

1. GİRİŞ

Nevşehir ili metalik madenler yönünden önemli bir varlığa sahip olmamasına rağmen, jeolojik yapısından dolayı endüstriyel hammaddeler açısından büyük bir zenginliğe sahiptir. Bölgedeki yoğun volkanik faaliyetler sonucunda oluşan volkanik ürünler (Pomza, Perlit), Nevşehir'in önemli ekonomik zenginlikleri arasında yer almaktadır. Resmi olarak elde edilebilen verilere göre, 18 milyar m_3 civarında olan dünya pomza rezervlerinin yaklaşık % 16'sına sahip olan ülkemiz, pomza madeni potansiyeli açısından çok önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizde ise pomza madeninin büyük bir bölümü Bitlis, Kayseri ve Nevşehir illerinde bulunmakta olup, Nevşehir toplam ülke rezervinin % 17'sine sahiptir. Bu oran ile Nevşehir, pomza rezervi bakımından üçüncü sırada yer almakla birlikte, illere göre işletme ruhsatı açısından değerlendirildiğinde, birinci sırada yer almaktadır.

Volkanik bir ürün olan pomza yataklarının Nevşehir ve civarında oluşmasına şüphesiz bölgenin sahip olduğu jeolojik yapı neden olmuştur. Bölgenin jeolojik yapısı ağırlıklı olarak Erciyes, Hasandağı, Acıgöl ve Güllüdağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu volkanik birimlerden oluşmaktadır. Pomza, dünyada ve ülkemizde ağırlıklı olarak inşaat sektöründe hafif yapı malzemesi olarak kullanımın yanında peyzaj mimarisi, tekstil sanayisi, tarım ve kimya alanları gibi birçok farklı alanda kullanım imkânı bulunmaktadır. Pomzanın inşaat sektöründe kullanımı dünyada % 70 civarında iken ülkemizde ise bu oran % 80'ni aşmış durumdadır. Pomzanın sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler inşaat sektöründe aranan bir malzeme olmasının en önemli nedenidir. Sahip olduğu bu özellikler ısı, ses ve hafiflik açısından yapı malzemelerinde iyi sonuçlar vermektedir. Son yıllarda depremselliğin, gürültü kirliliğinin ve enerji tüketiminin dünya üzerinde hızla artış göstermesinden dolayı pomza gibi dayanıklı, hafif, ses ve ısı geçirgenliği az olan malzemelerin inşaat sektöründe kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Nevşehir bölgesindeki asidik pomzalar, birim hacim ağırlıklarının düşük, porozite ve ısı-ses izolasyonunun yüksek, atmosferik şartlara dayanıklı, kolay işlenebilir ve yüksek puzzolanik aktiviteye sahip olmalarından dolayı, inşaat sektöründe hafif yapı elemanı olarak yoğun bir şekilde tercih edilmektedir.

Dünyada bilimsel ve teknolojik gelişmeler baş döndürücü bir hızla ilerlemektedir. Ülkeler bu teknolojik gelişmelere ayak uydurmak, hızla gelişmekte olan bu teknolojik arenada yerlerini alabilmek ve rekabet güçlerini artırmak için yatırım yapmak zorundadırlar. Ülkelerin teknolojik gelişmeler sağlayabilmesi için kullanılabilir bilginin üretilmesine ve disiplinler arası çalışmalara bağlıdır. Bu kapsamda Nevşehir ili için önem arz eden doğal malzemelerinden pomzanın ve pomzadan üretilen ürünlerin mevcut teknik özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi sektör için önemli konulardan biridir. Ayrıca yapılacak olan Ar-Ge çalışmaları ile katma değeri yüksek alternatif ürünler üretilmesi sektör açısından oldukça önemli olup, sektörün hem ulusal hem de uluslararası ölçekte rekabet etme gücü arttıracaktır. Böylece, kaynakların daha efektif şekilde kullanılmasına imkân tanınmış olacak ve buna bağlı olarak da gelir ve istihdam oranlarının artışı sağlanabilecektir. Bu gibi gelişmeler ancak üniversite çatısı altında kurulacak olan bir araştırma merkezi ve benzeri bir yapı ile sağlanabilir.

Yukarıda belirtildiği üzere Pomza ve buna bağlı gelişen sektör, Nevşehir'in en önemli ekonomik değerlerinden biridir. Bundan dolayı, bir "Pomza Araştırma Geliştirme Merkezi"

kurulması kamu kurumlarının, sivil toplum kuruluşları ve özel sektörün son dönemde tartıştığı önemli bir konu haline gelmiştir. Paydaşları tarafından söz konusu sektörün gelişmesine katkı sunacağına inanılan "Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi," ilimizin sürekli gündeminde olmasına rağmen, bir sonuç elde edilememesi neticesinde önemini yitirdiği dönemler de olmuştur. Son olarak 2015 yılının başlarında konu ile ilgili yapılan toplantılar neticesinde ve Ahiler Kalkınma Ajansı'nın desteği ile kurulması planlanan araştırma merkezinin fizibilitesinin araştırılmasına karar verilmiştir. Daha sonra söz konusu fizibilite çalışmasının yapılması için 26.03.2015 tarihinde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ile Ahiler Kalkınma Ajansı arasında Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezinin fizibilite raporunun hazırlanması için bir işbirliği protokolü imzalanmıştır (Şekil 1.1). Bu protokol çerçevesinde bir çalışma planı hazırlanmış ve çalışmalara başlanmıştır. Yapılan çalışma literatür taraması, saha çalışması ve sektörün paydaşlarıyla görüşme şeklinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.2).

Literatür taraması kapsamında, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ait elektronik veri tabanlarından yararlanılarak pomza ve pomza sanayisi ile ilgili olarak çok sayıda ulusal ve uluslararası makale ve tez incelenmiştir. Bunun yanı sıra, Ankara'da Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Kütüphanesi'nden pomza araştırma raporları incelenmiş ve konu ile ilgili raporlar temin edilmiştir. Aynı çalışma kapsamında Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGEM) ziyaret edilmiş ve Nevşehir İli'nde pomza maden sahaları ile ilgili ruhsat sayıları, üretim miktarları, vb. bilgiler elde edilmiştir. Nevşehir'de faaliyet gösteren 26 adet pomza ürünleri üreten şirket, 2 adette maden sahası ziyaret edilmiştir (Tablo 1.1). Sektörün ihtiyaçları ve sorunları karşılıklı görüşmeler yapılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca ziyaretler esnasında sektörün mevcut durumu ve problemlerini belirlemeye yönelik anket çalışması yapılmıştır.



Şekil 1.1 Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ile Ahiler Kalkınma Ajansı arasında imzalanan işbirliği protokolü



Şekil 1.2 TSE Gebze yapı malzemeleri laboratuar ziyareti

Tablo 1.1 Çalışma kapsamında ziyaret edilen firmalar

Sıra No	Firma Adı	Faaliyet Alanı
1	Acerler İnş. Taahhüt Mad. Müh. Nak. ve Sarrafiye Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
2	AGT Hafif Yapı Elm. İnş. San. ve Nak. Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
3	Asko Bims Hafif Yapı Elemanları	Yapı Malzemesi
4	Bims Kaymaktaş İnşaat & Bims	Yapı Malzemesi
5	Birlik Bims Pet. Mermer İnş. Nak. San. Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
6	Blok Bims Hafif Yapı Elm. Mad. İnş. Nak. San. ve Tic. AŞ.	Yapı Malzemesi
7	Çavuşoğlu Bims Hafif Yapı Elm. Otomotiv Akaryakıt Nak. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
8	Denge Bims Hafif Yapı Elm. Tur. Pet. Mad. İnş. Nak. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
9	Ekra İnş. Nak. ve Otomotiv San. Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
10	Ünal Bims İzolasyonlu Hafif Yapı Elemanları	Yapı Malzemesi
11	Gül Bims İnş. Tarım Ürünleri Tic. ve San. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
12	Hilal Bims Hafif Yapı Elm. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
13	İNTERGRUP İmalat Taşımacılık Tic. ve San. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi

14	İzobims İzolasyonlu Briket İnşaat Nak. ve Mad. San. Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
15	Mukabims Hafif Yapı Elm. Mad. İnş. Nak. San. ve Tic. AŞ.	Yapı Malzemesi
16	Netbims İzolasyonlu Hafif Yapı Elm. Nak. İnş. İth. İhr. Paz. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
17	Nevbitaş Nevşehir Bims Tarım Tic. Gıda Petrol ve San. AŞ.	Yapı Malzemesi
18	Sabit Bims İnş. Petrol Otomotiv Tarım Nak. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
19	Saray Bims İzolasyonlu Hafif Yapı Elm. İnş. Nak. Taahhüt Tic. San. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
20	Surbims Hafif Yapı Elm. İnş. San. ve Nak. Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
21	Şimşek Bims Otomotiv Nak. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
22	Teknobims İzolasyonlu Hafif Yapı Elm. İnş. Nak. Tic. ve San. AŞ.	Yapı Malzemesi
23	Tuğra Bims İzolasyonlu Hafif Yapı Elm.	Yapı Malzemesi
24	Yalap İnş. Bims Turizm Tic. San. ve Nak. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
25	Yalap Yapı Elm. Bims Harfiyat İnş. Nak. San. Mad. Pet. Ürünleri Tur. ve Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
26	Zirve Bims İmalat Mad. İnş. Taahhüt Nak. San. Tic. Ltd. Şti.	Yapı Malzemesi
27	Asiller Mad. Bims İnş. ve Nak. San. Tic. Ltd. Şti.	Madencilik
28	Soylu Endüstriyel Hammaddeler Mad. Üretim Nak. Paz. ve Tic. AŞ.	Madencilik

Çalışmanın ikinci aşamasında Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezinin kurulması durumunda tesiste yapılabilecek test ve analiz ile Ar-Ge çalışmaları hakkında detaylı bilgiler edinmek üzere bu kapsamda ülkemizde hizmet vermekte olan kuruluşlar ziyaret edilmiştir. Türkiye Standartları Enstitüsü (TSE) Ankara Yapı Malzemeleri Müdürlüğü, TSE Gebze Yapı Malzemeleri Laboratuvarı, TSE Turgutlu Yapı Malzemeleri Laboratuvarları ve TSE İzmir Ex Laboratuvarları yerinde incelenmiş ve ilgili kişiler ile istişarede bulunulmuştur (Şekil 1.3). Bunların yanı sıra, sektörün en önemli akademisyenlerinden olan Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ ile görüşmeler yapılmış konu hakkında görüşleri alınmıştır.

Tüm bu çalışmalardan sonra elde edilen bulgular bu rapor kapsamında sunulmuş olup, rapor temel olarak sektörün genel bir analizi ve kurulması planlanan araştırma merkezinin fizibilitesi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 1.3 TSE Turgutlu Yapı Malzemeleri Laboratuvarı ziyareti

1.

2. POMZA

Pomza terimi İtalyan'ca bir sözcük olup, değişik dillerde farklı sözcüklerle adlandırılmaktadır. 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 sünger taşı, köpüktaşı, hışırtaşı, nasırtaşı, küvek, kısır gibi adlarla anılmaktadır. Diğer dillerin ve teknoloji ithalinin etkisiyle Türkçe'ye Pomza, Ponza, Bims, Pumis ve Pumisit terimleri yerleşmiştir (Erdoğan, 2010). Bu raporda daha çok pomza terimi kullanılmıştır.

Pomzanın kullanımı ile ilgili bilinen en eski tarih MÖ 1. yy'a kadar dayanmakta olup, Vitruvio pomza yığınlarını sudan hafif; bu nedenle de yüzücü olarak tanımlamış ve hijyenik olduğunu da belirtmiştir. Eski Romalılar zamanında, pomza taşı çoğunlukla termal banyoların ve tapınakların yapımında kullanılmıştır. Bu eserlerin bazıları günümüze kadar korunmuş olup, en belirgin örnekler Roma Pantheonu ve İstanbul'daki Ayasofya Kilisesidir. Daha sonra pomza 1800'lü yıllarda Almanya'da tekrar ortaya çıkmasına rağmen, Avrupa'nın diğer ülkelerinde ise pomza taşına ilgi gösterilmemiştir. Pomzanın yapı malzemesi olarak kullanılması 1851 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde (California) başlamıştır. O zamandan günümüze 15 eyalete ve 103 çalışma alanına yayılmıştır. Son yıllarda ise teknolojinin gelişmesi ve çevresel bilince ulaşılması pomza taşının kullanımını ve birçok sektöre yayılmasını sağlamıştır (http:// www.soylu.com.tr).

2.1. Tanımı

Pomza boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsı volkanik bir kayaçtır (Şekil 2.1). Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde (özellikle mikro gözenekler) bağlantısız boşluklu olduğundan permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir. Pomza kendine özgü bazı özellikleri ile benzer volkanik camsı kayaçlardan (perlit, obsidiyen, pekştayn) ayrılır. Bunlardan rengi, gözenekliliği ve kristal suyunun olmaması ile pratik olarak ayrılmaktadır. En çok renk benzerliği ve kimyasal bileşimi bakımında perlit ile karıştırılmakta olup bazı durumlarda perlitten ayırt edilmesi zorlaşabilmektedir. Pomzalı perlit veya perlitik pomza olarak adlandırılan geçişli kayaçlarda gözenek yapısı ve petrografik analizler neticesinde ayrılabilmektedir.

TS 3234 standardına göre pomza; birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genelde 1gr/cm³'den küçük, sertliği Mohs skalasına göre yaklaşık 6 olan ve camsı doku gösteren volkanik bir madde olarak tanımlanmıştır. Ayrıca Pomzanın kırma ve eleme suretiyle beton yapında elverişli hale getirilmiş şekline de pomza agregası veya bims agregası adı verilmektedir.

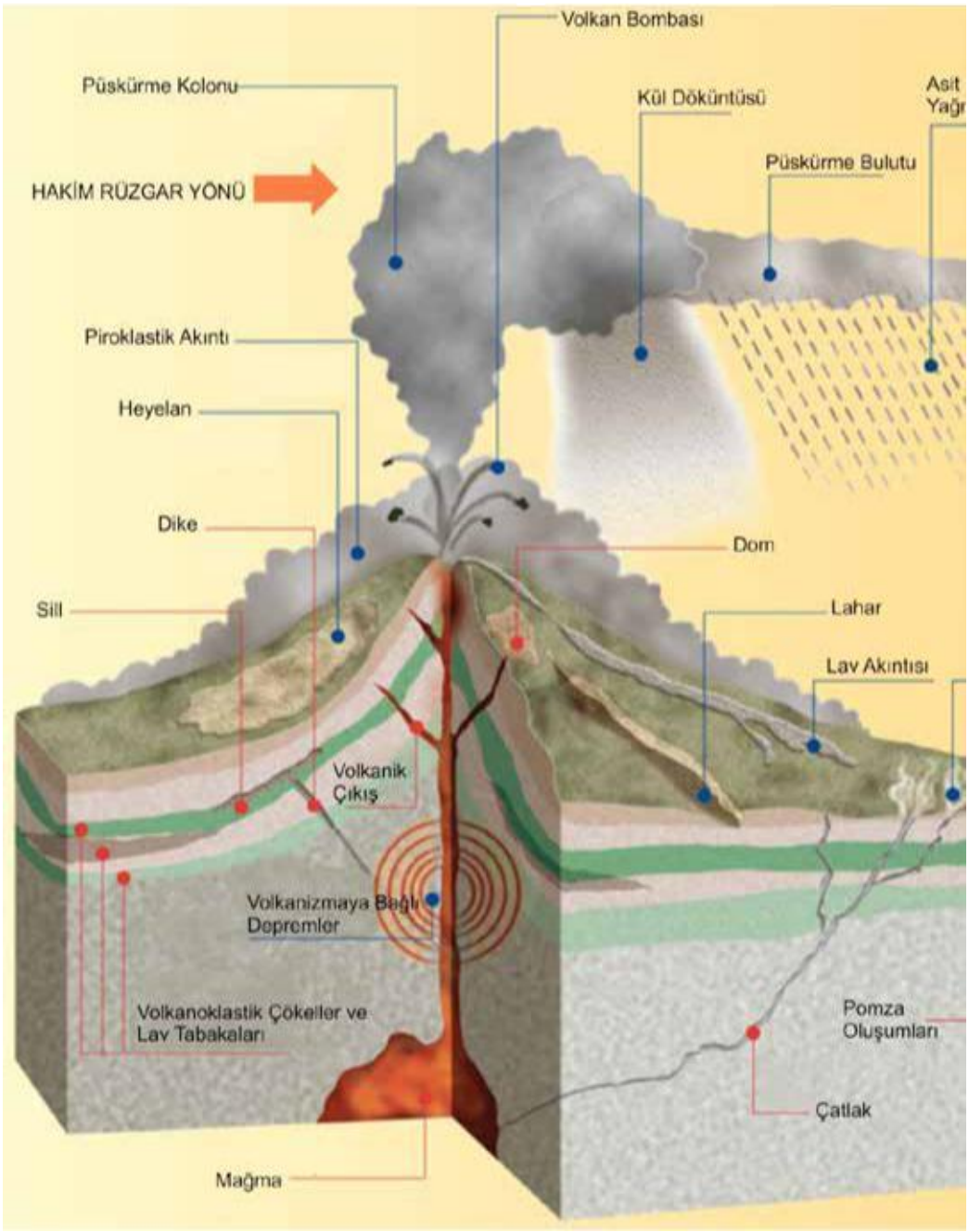


Şekil 2.1 Nevşehir pomzasının makro görünümü (örnek boyu 7.00 cm)

2.2. **Oluşumu**

Volkanik oluşumlarda asidik magma bazik magmaya nazaran daha viskoz olup yüksek miktarda silis içerir. Bazik magmanın sıvı olduğu sıcaklıklarda asidik magma katı halde bulunur. Bu nedenle volkanik aktivitelerin durduğu zamanlarda magma akışı da durarak asidik kayaç ve kütleler oluşur. Bu olay, bir volkanın genel aktivite karakteristiğini sergiler (Gündüz, 2005). Basıncın artmasıyla asidik malzeme ile birlikte magmadaki erimiş gazlar patlamalar şeklinde bacadan püskürmeye başlar (Şekil 2.2). Ani basınç serbestleşmesi ve ani genleşmeleri oluşturur. Bu esnada bünyede uçucu bileşenlerin ani olarak kaçmasına neden olur. Uçucuları takiben, arkada kalan erimiş küresel parçalar, atmosferle temas eder etmez hızla soğurlar. Böylelikle pomza oluşur ve volkan aktivitesi sonrasında genellikle volkan krateri zamanla bir krater gölü şekline dönüşebilmektedir. Burada pomza oluşumunu kontrol eden faktörler;

- Püskürme süresi,
- Ara süreler,
- Magma ısısı,
- Magmadaki erimiş gaz miktarı,
- Püsküren malzemenin soğuma zamanıdır.



Şekil 2.2 Volkanlar ve ilişkili diğer jeolojik süreçlerin genel bir modeli

Bu oluşan pomza parçaları, volkan bacaların yakınından itibaren uzaklara doğru hava akımının etkisiyle, eski yüzey şekline uygun olarak depolanır. Bu durumdaki pomza yatakları oluşmuş olup, bu yataklar zamanla akarsular tarafından taşınarak uygun havzalarda depolanabilir. Bu şekilde oluşan yataklar içinde % 1-3 oranında andezit, traki-andezit, bazalt, obsidiyen gibi volkanik kayaç parçaları bulunur. İkincil durumda oluşan pomza yataklarında ise, yabancı maddeler daha fazla olabilmektedir (Gündüz vd., 1998a). Pomza taşınma mekaniği, basitleştirilmiş olarak 3 ana grupta ele alınabilmektedir (Şekil 2.1).

- Düşme (buluttan çökelme) ile yığılma,
- Fırlatma ile yığılma,
- Akma ile yığılma.

Düşme ile yığılmada sınıflandırma iyi bir değişim sergilemekte, tane büyüklükleri de dar aralıklarda kalmaktadır. Pomza oluşum tabaka kalınlıkları çok ince olup santimetre mertebeleri ile simgelenebilmektedir. Ayrıca, tabaka kalınlıkları tepelerde ve düzlüklerde aynı kalınlığı göstermektedir. Fırlatma ile yığılma şeklinde oluşmuş pomza oluşumlarında ise, bazen düzgün ve yer yer birbiri içine itilmiş tabakalar ve arada bazaltik kayaç sokulumları ve patlama-çarpmanın etkisi ile yapıda parçalanma ve sıkışma görülür. Akma ile yığılma şeklinde oluşmuş pomza yataklarında ise, genel olarak masif strüktür, tabakalarda yoğun kötü bir ayrışma ve boyut sınıflandırması yok denilecek kadar az bir olgu izlenebilmektedir. Bu oluşumun en açık göstergesi ise, gang minerallerinin alt katmanda kaldığı, pomzanın ise serbest halde üst katmanda yer almasıdır. Pomzanın tane çapı çoğunlukla 5 cm'den küçük olup, bazen 10 cm'ye ulaşan pomza tanelerine rastlanmıştır (Elmastaş, 2012).

2.3. **Dünya'da Pomza**

Dünya genelinde tespit edilen pomza rezervi 18 milyar ton civarındadır. Pomza yataklarının yer aldığı ülkelerin başında ABD, Türkiye ve İtalya gelmektedir (Şekil 2.3). Türkiye'deki pomza rezervi miktarı 2,8 milyar ton civarındadır. Buna göre Türkiye'deki pomza rezervi, Dünya pomza rezervinin %15,8'ine karşılık gelmektedir. Pomza üretiminde dünyada birkaç ülke söz sahibidir. İtalya ve Türkiye en fazla pomza üretimi yapan ülkelerdir. İtalya 2000-2007 yılları arasındaki dönemde üretimde ilk sırada yer alırken, Türkiye 2008- 2011 yılları arasındaki dönemde üretimini arttırarak ilk sırada yer almıştır. Örneğin, 2010 yılında Türkiye'nin, Dünya pomza üretimindeki payı %23 iken (4.000.000 ton), İtalya'nın %17'dir. Bu ülkeleri Yunanistan, İran, Suriye, Şili ve Suudi Arabistan takip etmektedir. Şekil 2.3'de pomza rezervine sahip başlıca ülkeler ve en çok rezerve sahip ilk altı ülke gösterilmiştir.

Dünya'da 2012 yılında pomza ve ilişkili materyallerin üretimi 16,5 milyon ton gerçekleşmiş olup, bu değer 2011 yılı üretim miktarı olan 17,6 milyon tondan % 7 daha azdır. 2012 yılında sektörün daralmasına rağmen, Türkiye dünya pomza üreten ülkeler arasında birinci sırada yer almaktadır (Crangle, 2013). Tablo 2.1'de 2008 ile 2012 yılları arasında ülkelerin gerçekleştirmiş oldukları pomza üretim miktarları verilmiştir. Türkiye'nin 2014 yılı pomza üretim miktarı ise 5.700.000 ton olarak tahmin edilmektedir (USGS, 2014).



Şekil 2.3 Dünya pomza rezervinin başlıca ülkelere göre dağılımı

2.4. Nevşehir Madenciliği

Kapadokya'nın merkezinde yer alan Nevşehir ili sahip olduğu tarihi, kültürel ve doğal miraslardan dolayı ülkemizin ve Dünyanın önemli turistik merkezlerinden birisi konumundadır. Peri bacaları gibi doğal mirasların oluşmasında olduğu gibi tarihi ve kültürel mirasların varoluşunda, bölgenin sahip olduğu jeolojik yapının rolü oldukça önemlidir. Bölgenin morfolojik yapısı Erciyes, Hasandağı, Acıgöl ve Güllüdağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu yumuşak tabakaların milyonlarca yıl boyunca yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılmasıyla ortaya çıkmıştır. Peribacaları gibi ilginç yüzey şekillerinin yanı sıra, kayalara oyulan yeraltı şehirleri, kiliseler ve yaşam alanları geçmişte olduğu gibi günümüzde de bölgenin doğal ve kültürel merkezlerden biri olmasını sağlamıştır.

2.4.1. Bölgenin Jeolojik Yapısı

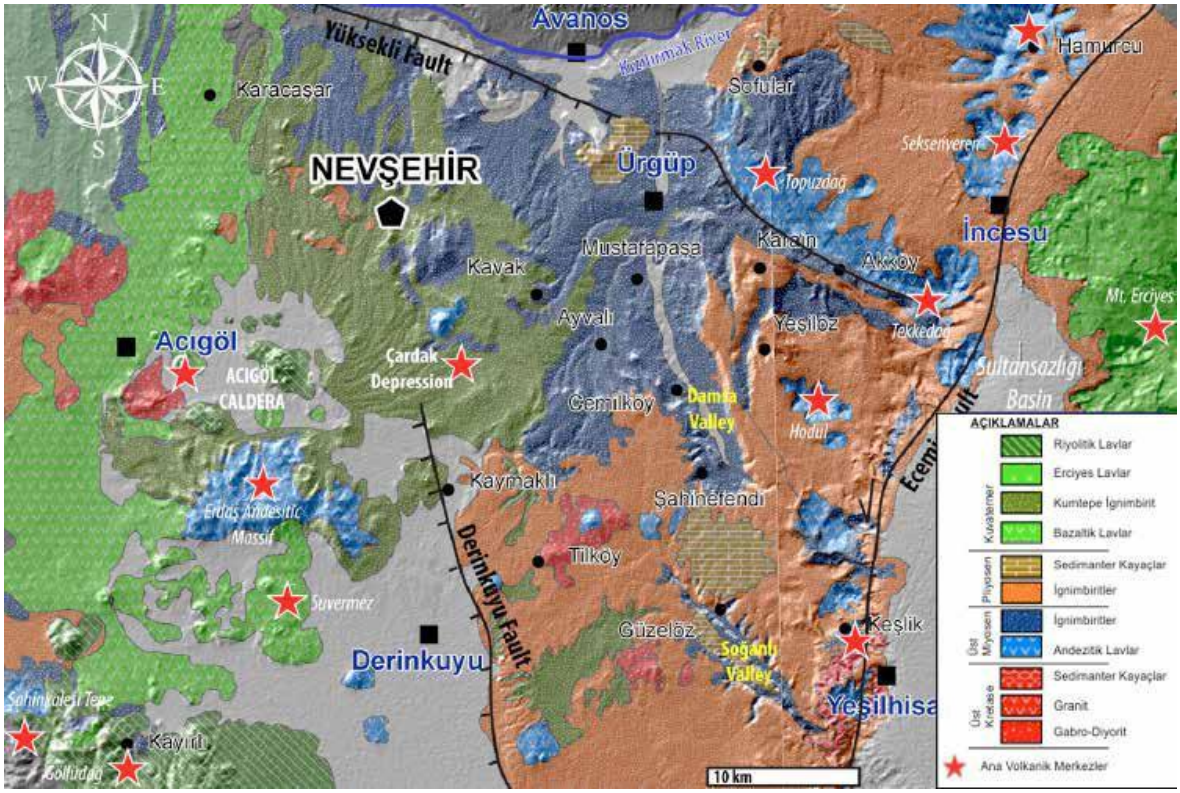
Kapadokya bölgesinin yer aldığı Orta Anadolu, Miyosenden üst Holosene kadar volkanik aktiviteye sahip olan karasal bir volkanizmaya ev sahipliği yapan ve topoğrafik yüksekliği 1400-1500 metre arasında değişen yüksek bir platoyu oluşturmaktadır. Uluslararası literatürde "Central Anatolian Volcanic Province" olarak adlandırılan bölgenin güneyi Toros sıradağları ve batıda Tuz gölü fay zonu ile sınırlandırlan bölge doğuda ise Ecemiş Fay zonu ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca bölgenin doğusunda ve batısında ise sırasıyla Kuvaterner yaşlı Hasandağ ve Erciyes strato-volkanları yer almaktadır (Aydar ve diğ., 2012).

Tablo 2.1 Ülkelere göre pomza ve ilgili malzemelerin üretim rakamları (Crangle, 2013).

Ülkeler	**2008** (ton)	**2009** (ton)	**2010** (ton)	**2011** (ton)	**2012** (ton)
Cezayir	490.567	328.000	236.961	300.000	300.000
Arjantin	6.500	7.020	7.582	6.445	7.000
Burkine faso	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Kamerun	600	600	600	600	500
Şili	1.063.176	919.249	824.049	816.565	820.000
Hırvatistan	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Dominik Cum.	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Ekvator	940.644	928.945	740.620	700.000	650.000
Eritre	60	60	60	60	50
Etiyopya	35.000	250.000	350.000	350.000	350.000
Fransa	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000
Yunanistan	1.887.000	1.211.000	1.280.000	1.225.000	1.175.000
Guadeloupe	210.000	200.000	200.000	210.000	200.000
Guatemala	393.779	394.955	340.000	150.000	150.000
İzlanda	101.000	101.000	101.000	101.000	101.000
İtalya	3.020.000	3.020.000	3.020.000	3.020.000	3.020.000
Jamaika	124.304	132.470	125.000	125.000	125.000
Kosova	45.005	58.788	60.000	60.000	60.000
Makedonya	103.476	113.064	113.323	57.356	60.000
Martinique	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000
Yeni Zelanda	174.729	159.357	118.249 4	229.268	200.000
Filipinler	19.633	60.894	61.440	64.903	65.000
S. Arabistan	810.000	802.000	915.000	1.000.000	1.000.000
Slovenya	40.000	40.000	40.000	40.000	35.000
İspanya	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Suriye	901.000	957.639	950.000	900.000	300.000
Tanzanya	260.403	171.904	199.698	222.592	230.000
Türkiye	**3.449.773**	**4.322.543**	**4.198.751**	**5.822.501**	**5.500.000**
Uganda	140.000	140.000	140.000	140.000	125.000
ABD	744.000	384.000	296.000	398.000	397.000
TOPLAM	**16.700.000**	**16.400.000**	**16.000.000**	**17.600.000**	**16.500.000**

Bölgenin jeolojik açıdan temelini Kırşehir masifine ait metamorfik kayaçları temsil eder. Kapadokya bölgesinin pek çok bölümü, dasitikten bazaltik forma kadar farklı bileşimdeki volkanik kayaçlardan oluşmaktadır (Şekil 2.1). Nevşehir ili civarında hâkim olan jeolojik yapıyı Neojen birimleri oluşturmaktadır. Bunun dışında Kızılırmak'ın güney bölgesinin jeolojik yapısını bazalt ve Mesozoyik yaşlı tabakalar, ırmağın kuzey bölgesini Oligo-Miyosen jipsli birimler, Eosen filişi, metamorfik seri oluşturmaktadır. Temel konumundaki granitik ve gabro kayaçları Kretase yaşlı olup, bölgede Acıgöl, Tilköy ve Kesik bölgesinde gözlenmektedir.

Neojen yaşlı karasal sedimanter kayaçlar genelde kapalı akarsu, göl ve geç volkanik çökellerden oluşmaktadır (Pasquare, 1968). Stratigrafik açıdan dokuz farklı üyeye ayrılan Ürgüp formasyonu en önemli litolojik birimi oluşturmaktadır. Ürgüp Formasyonun başlıca üyeleri Aydar ve diğ., (2012) tarafından Akkoy, Kavak, Sarimaden Tepe, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Incesu Üyesi, Sofular, ve Valibaba tepe olarak belirtilmiştir. Bunlardan Kavak, Zelve, Sofular, Sarımadentepe, Cemilköy, Tahar, ve Gördeles Miyosen dönemini karakterize ederken, Kızılkaya ve Valibabatepe ise Pliyosen dönemini karakterize etmektedir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Kapadokya Bölgesinin genelleştirilmiş jeolojik haritası (Aydar ve diğ., 2012).

Güncel çalışmalardan biri olan Aydar ve diğ., (2012) tarafından Kapadokya bölgesinde 10 farklı ignimbirit seviyesi ayırt edilmiş olup, bunlar yaşlıdan gence doğru Kavak, Zelve, Sarımaden Tepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibaba Tepe, ve Kumtepe ignimbiritlerdir. Bu ignimbirit seviyelerinin büyük bölümü farklı kalınlıklara sahip pomzalı serpinti/döküntü çökellerini de bünyelerinde bulundurmaktadır. Aşağıda bu birimlerin detayı verilmektedir.

Kavak ignimbiritleri, Kapadokya bölgesinin en yaşlı piroklastik çökellerinden olup, akarsu ve göl sedimanları ile aratabakalı bir yapı sunmaktadır. Bölgede toplam 80 km^3 hacme sahip olan birim, yaklaşık 2600 km^2 lik bir alanda gözlenmektedir. (Le Pennec et al., 1994). Kavak ignimbiritleri yapılan son çalışmalarda dört farklı seviye tanımlanmıştır. Çardak çöküntüsünün doğusunda ve kuzeyinde iyi gözlenen birim, bölgede beyazımsı volkanik küllerle başlayıp, pomzalı seviyeler ile devam etmektedir (Kavak 1). Daha sonra Kavak 2 andezitik litik malzemeli seviyeler başlamaktadır. Kavak ve Nar civarında gözlenen bu alt birim Kavak 3 tarafından üzerlenmektedir. Kavak 3 genelde, birden fazla kül matriksli iyi konsolide olmuş pomzaca zengin seviyelerden oluşmaktadır (Şekil 2.5). Kavak 3, sarımsı bej renkli yaklaşık 50 cm kalınlığında pomzadan oluşan Kavak 4 tarafından üzerlenmektedir (Aydar ve diğ., 2012). Zelve ignimbirit ise bölgede görmeye değer en önemli ignimbirit seviyelerinden biri olup, genelde yapı taşı olarak işletilmiştir. Birim beyaz renkli piroklastik serpinti/döküntü çökelleri ile başlayıp daha sonra kaynaşmış ignimbiritlerle üzerlenen bir yapı sunmaktadır (Aydar ve diğ., 2012). Sarımaden Tepe ignimbiritleri Zelve ignimbiritlerinin üzerinde gelişen paleosol üzerinde yer almaktadır. Çardak bölgesinde kalınlığı maksimum 1,5 metreye ulaşan bazaltik serpinti/döküntü çökelleri iyi kaynaşmış ve ters dercelenme göstermektedir. Bu seviyenin üzerine oldukça iyi kaynaşmış ve kolonsal eklemli yapıya sahip açık sarıdan kahverengiye doğru renk varyasyonları gösteren ignimbiritler gelmektedir. Sarımaden ignimbiritlerinin pomzaları yassılaşmış (öteksitik) dokulu, düşük boşluklu bir yapı sunmaktadır. Sofular ignimbiritleri 1,0 metre kalınlığındaki ince taneli pomzalı döküntü/serpinti çökelleri ve bunları üzerleyen yaklaşık 25 metre kalınlığındaki akıntı çökellerinden oluşmaktadır. Akıntı çökelleri kaynaşmış, kül destekli litik ve boyutları 4 cm den küçük olan fakir pomzalı yapı sunmaktadır. Pomzann içindeki başlıca fenokritaller biyotit, plajiyoklas ve oksitlerdir. Sofular köyü civarında sınırlı bir alanda gözlenmektedir. Cemilköy ignimbiritleri bölgede oldukça geniş bir hacme ve yayılıma sahip olup, yeterince pekişmemiş yapısından dolayı peri bacaları gibi erozyon yapılarıyla karakteristiktir. Birkaç seviyeden oluşmasına rağmen ana ignimbirit seviyesi prizmatik şekilli ve oldukça yassılaşmış pomzalar içerebilmektedir.

Güzelöz, Tilköy ve Karain bölgesinde döküntü çökelleri herhangi bir ignimbirit ile ilişkilendirilmemiştir. Stratigrafik açıdan, bu pomza seviyeleri Kızılkaya ile Cemilköy ignimbiritleri arasında yer almaktadır (Le Pennec et al., 1994; Toprak et al., 1994; Viereck-Götte et al., 2010). Tahar ignimbirtileri genelde açık pembe renkli-kahverengi renkli olup, genelde iyi kaynaşmamıştır. Sofular köyü civarında kolonsal eklemler ile belirgin olup, birimin tip yeri Yeşilöz Köyüdür. Hodul dağından her yöne doğru kalınlığı azalan Tahar ignimbiritlerinin maksimum litik tane boyutu düşmektedir. Bu durum kaynak lokasyonun Hodul dağı olduğu tezini güçlendirmektedir. Birim yaklaşık 4 metre kalınlınlığında ardalanmalı küllü lapilli döküntü çökelleri ile başlar ve ince döküntü çökelleri ile ayrılan en az üç farklı akıntı çökelleri tarafından üzerlenmektedir. Yeşilöz'de göl çökelleri üzerine depolanmış ve lav akıntıları tarafından üzerlenmiştir.



Şekil 2.5 Nevşehir bölgesi pomza seviyelerinin genel görünümü

Gördeles ignimbirti, bölgede orta derecede kaynaşmış ve açık gri ve kahverengi renklerde gözlenen Kızılkaya ve Sarımaden ignimbiritleri ile karıştırılabilir. Aydar ve diğ., (2012) bölgede iki farklı seviye tanımlamışlardır. Alt seviye, gaz kaçış kanalları bulunan breşik tabakalı yapı sunarken, üst seviyeler ise platonun doğusuna doğru yayılım gösteren ince ve dokusal olarak farklılıklar sunan pomzalı çökellerden oluşmaktadır. Kızılkay ignimbiritleri, bölgede en fazla yayılıma sahip olan birim olup, oldukça kaynaşmış ve ortalama kalınlığı 13-15 metre arasında değişmektedir. Bazı noktalarda, örneğin Derinkuyu'da (Derinkuyu Yeraltı Şehri) kalınlığı 40-50 metrelere ulaşmaktadır. Kızılkaya ignimbirti plinian döküntü çökelleri ve iki ana akıntı biriminden oluşmaktadır. Dokusal olarak Kızılkaya pomzaları Gödeles ignimbirit pomzalarına benzemektedir. Valibaba ignimbirtleri, koyu renkli oldukça kaynaşmış, ve yassılaşmış dokulu ve iyi gelişmiş fiamme yapılarıyla karakteristiktir. Orta Anadolu Volkanik Kompleksinin doğusunda geniş yayılım gösteren birim, Talas civarında 40 m kalınlığa ulaşmaktdır. Erciyes orijinli olduğu beliritlen (Şen ve diğ., 2003) ve literatürden İncesu ignimbirtileri olarak da bilinen birim dasitik pomzalar içermektedir.

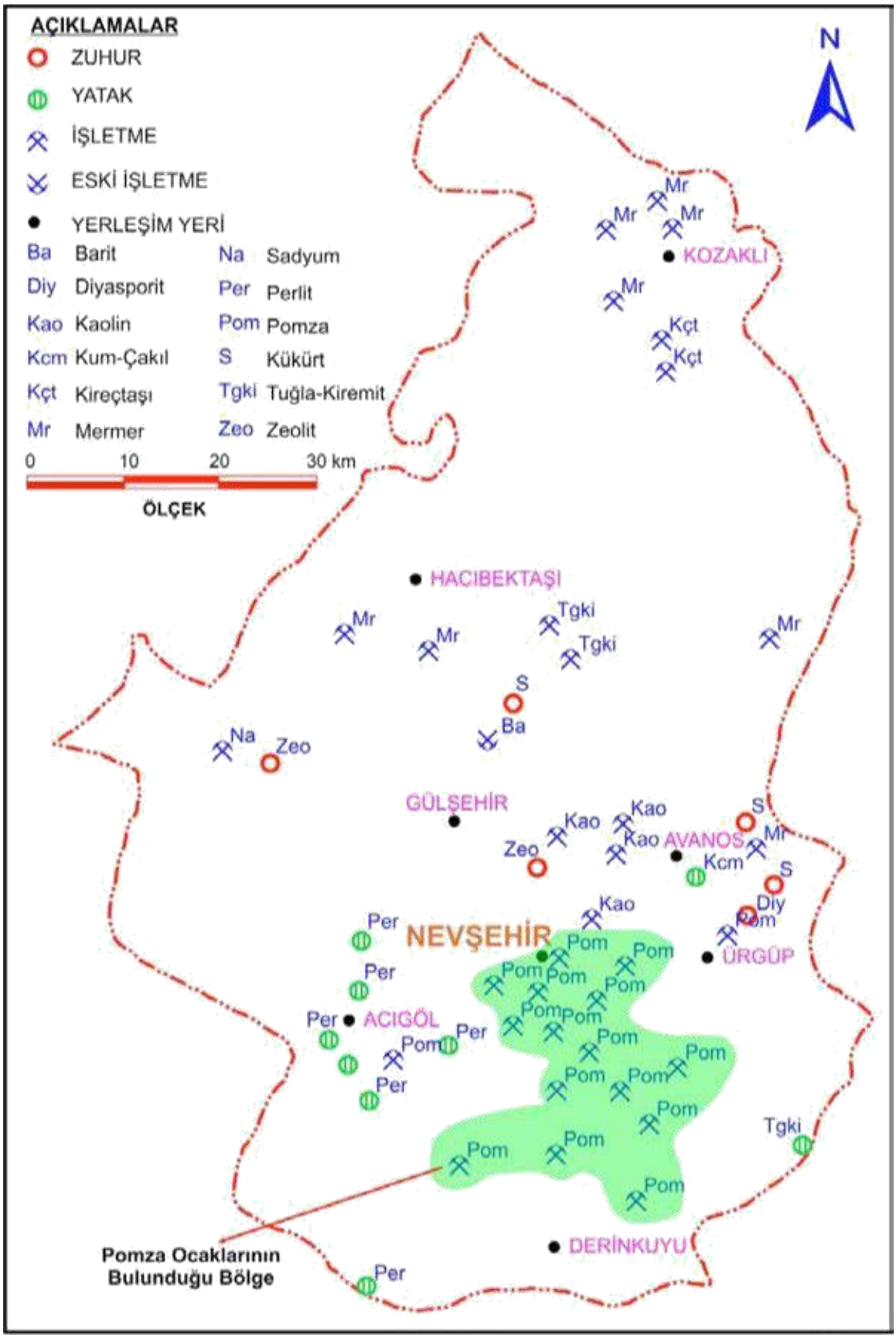
Kumtepe ignimbiritleri, Kuvaterner yaşlı Acıgöl Volkanizmasının ürünü olan birim, ardışık iki farklı volkanik patlamanın sonucu oluşmuştur. Pleosol ve kül çökelleri ile ayrılan birimler iki farklı şekilde tanımlanmıştır (Aydar ve diğ., 2012). Alt Acıgöl Tüfü (Alt Kumtepe İgnimbiriti) bir çok akıntı ve kül çökeli ara tabakalı ve lapilli döküntü çökellerinden oluşmaktadır. Üst seviyeler ise yoğun obsidiyen litik malzeme içeren lapilli döküntü çökellerden oluşmaktadır. Genel olarak bakıldığında, Tahar ignimbiritlerinin dışında hemen hemen tüm ignimbirit seviyeleri farklı kalınlık, yapı ve dokuda pomza seviyeleri içermektedir. Özellikle Nevşehir ili ve civarında Çardak civarında yoğunlaşmaktadır.

2.4.2. Bölgenin Ekonomik Jeolojisi

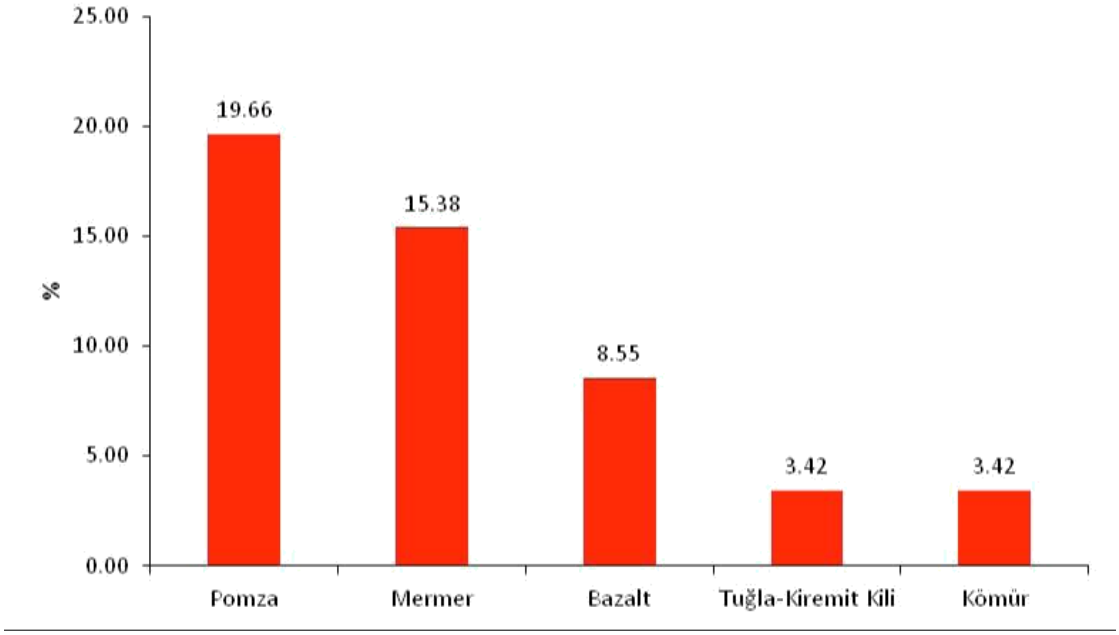
Nevşehir ili metalik madenler yönünden önemli bir varlığa sahip değildir. Ancak bölge sahip olduğu jeolojik yapısı nedeniyle endüstriyel hammaddeler açısından büyük bir zenginliğe sahiptir. Bölgedeki yoğun volkanik faaliyetler sonucunda oluşan volkanik ürünler, Nevşehir'in önemli ekonomik zenginlikleri arasındadır. Bölgedeki yaygın volkanizma ilde önemli pomza, perlit, kaolen ve kum-çakıl yataklarının oluşumuna neden olmuştur (Şekil 2.6).

Nevşehir ilinde işletme ruhsatları açısından incelendiğinde pomza, mermer, Bazalt, Tuğla-Kiremit ve Kömür ilk beş sırayı alan maden türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Maden İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre, Nevşehir ilinde toplam 117 adet işletme ruhsatı olup, bunların 23 tanesi pomza, 18 tanesi mermer, 10 tanesi bazalt, 4 tanesi tuğla-kiremit ve 4 tanesi kömür madenidir. 58 tanesi ise diğer maden türlerine ait olduğu görülmektedir. Ruhsat sayıları içerisinde pomza madenin % 19,66'lık oranla birinci sırada yer alırken, mermer ise % 15,38'lik oranla ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 2.7). Şekil 2.8 'de Nevşehir ilinde maden ruhsatlarının coğrafik dağılımı verilmiştir. Buna göre, il merkezinin güneyinde genelde pomza madenleri görülürken kuzeyinde ise jeolojik yapının etkisiyle diğer maden türleri çeşitlilik sunmaktadır.

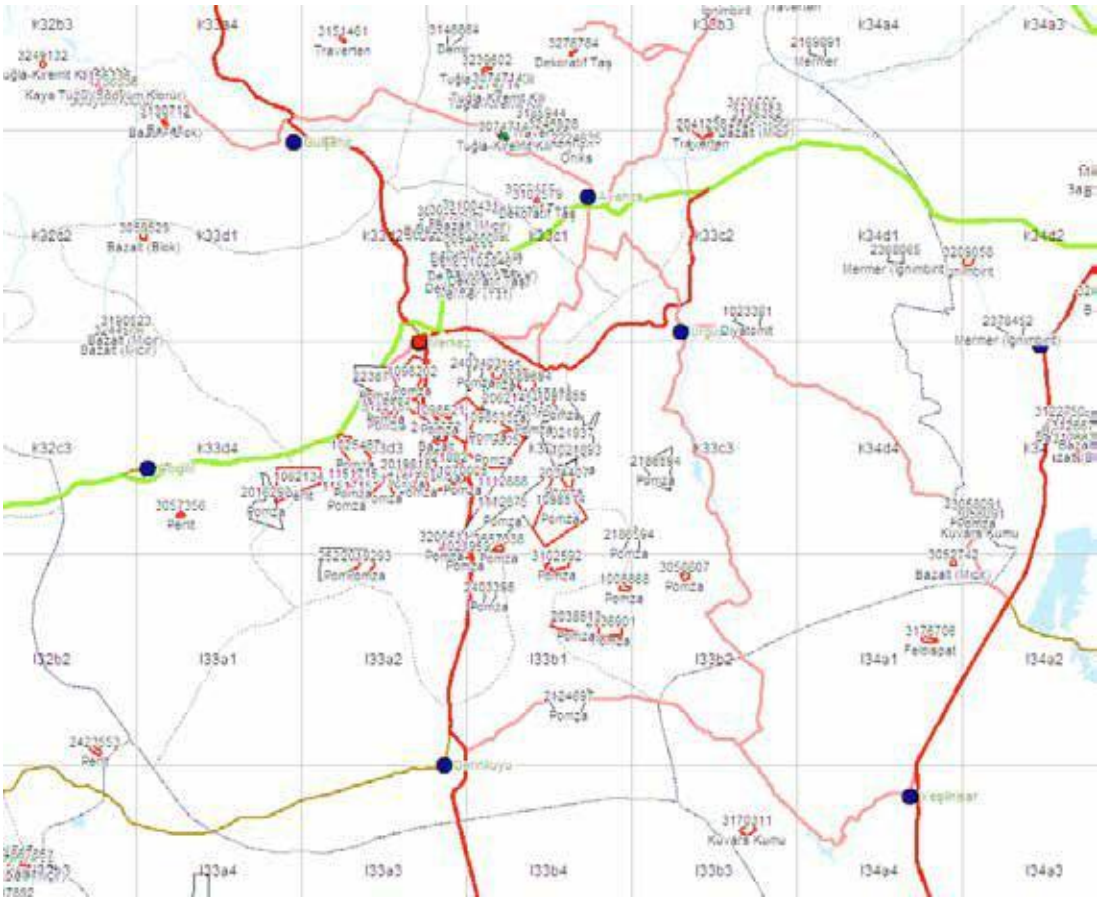
Perlit yatakları Acıgöl ilçesinde yer almakta olup, ilçedeki perlitlerin genleşme oranları 2,3 ile 16 arasında değişmektedir. Yatakların toplam rezervi 450 milyon ton civarındadır. Derinkuyu ilçesindeki sahalarındaki orta kaliteli perlitlerin genleşme oranı 3,2-4,5 arasında değişmekte olup, sahalarda toplam 320 milyon ton olarak jeolojik rezerv belirlenmiştir.



Şekil 2.6 Nevşehir ili maden haritası ve pomza ocaklarının dağılımı (MTA, 2010).



Şekil 2.7 Nevşehir ilinde işletme ruhsatlarının maden türlerine göre dağılımı



Şekil 2.8 Nevşehir ili tüm ruhsatların genel dağılımı

Avanos ilçesi kaolen ve kum-çakıl yatakları bakımından önem arz etmektedir. İlçedeki kaolen oluşumları alunitli olup kâğıt sanayi hammaddesi olarak zaman zaman işletilmektedir.

Yatakların toplam görünür rezervi 1.325.000 ton, muhtemel rezervi ise 2.325.000 olarak belirlenmiştir. İlçedeki kum-çakıl hammaddeleri ise orta kalitede olup, yaklaşık 20 milyon m_3 mümkün rezerve sahiptir. İlde geçmiş yıllarda işletilen yataklar arasında Gülşehir ilçesindeki barit ve kaya tuzu yatakları sayılabilir. Gülşehir-Tuzköy sahasındaki % 92 NaCl içerikli ve 75 milyon ton görünür, 96 milyon ton muhtemel ve 960 milyon ton mümkün rezerv belirlenmiş, yatak geçmiş yıllarda Tekel tarafından işletilmiştir (Tablo 2.2). Ayrıca sahada neojen yaşlı tüfler içerisinde zeolit minerallerinin varlığı da tespit edilmiştir. Gülşehir-Arafa sahasındaki % 92,75 $BaSO_4$ içerikli baritlerde ise 2.500 ton görünür rezerv vardır (MTA, 2010).

Tablo 2.2 Nevşehir ili önemli madenlerinin özellikleri (MTA, 2010)

Maden Adı	Lokasyon	Rezerv (Ton)			Açıklamalar
		Görünür	Muhtemel	Mümkün	
BARİT	Gülşehir-Arafa Sahası	2.500	--	--	
KAOLEN	Avanos-Kayahamamı, Çakmaklı, Başağılın, Çakmakkaya Sahaları	1.325.000	2.325.000	--	Yataklar alunitli olup kâğıt sanayi hammaddesi olarak zaman zaman işletil-mektedir
KAYA TUZU	Gülşehir-Tuzköy Sa-hası	75.046.649	96.384.456	959.411.250	Yatak geçmiş yıllar-da Tekel tarafından işletilmiştir
KUM-ÇA-KIL	Avanos-Sarıhıdır Köyü	20.153.750 m_3	--	--	
KÜKÜRT	Ürgüp-(Sarıhıdır, Av-cılar) ve Gülşehir (Ce-mel, Arafa) Sahası	500+200			
PERLİT	Derinkuyu-Kayışkı-ran, Büyük ve Küçük Göllüdağ ve Bozdağ perlit yatakları	320.000.000			
ZEOLİT	Tuzköy zuhurları				
LİNYİT	Gülşehir-Arafa	3.000.000			Eski İşletme

Ülkemizin önemli ve iyi kalitede pomza yataklarına sahip olan Nevşehir ilinde, İl merkezi ve Ürgüp ilçesinde çok sayıda halen işletilen ve işletilmiş pomza yatakları yer almaktadır. Bu yatakların toplam rezervi yaklaşık 450 milyon m_3 civarındadır. Ülkemizde tekstil sektöründe kullanılan iyi kalitedeki pomzaların büyük bir bölümü bu ilden karşılanmakta ve ihraç edilmektedir.

Söz konusu yer altı kaynakları dışında ilde Gülşehir-Arafa yöresinde 5.000 Kcal/kg ortalama alt ısıl değerine sahip linyit sahası bulunmakta olup, saha geçmişte işletilmiştir. Ayrıca, MTA

Genel Müdürlüğünün enerji hammaddelerine yönelik yaptığı çalışmaları sonucunda Kozaklı ilçesinde sıcaklığı 29°C ve debisi 10 lt/sn olan jeotermal kaynak tespit edilmiştir. Bu alanda yapılan sondajlarda 80-93°C arasında değişen sıcaklık, 275 lt/sn debi ve 63,3 MWt güce sahip akışkan görünür hale getirilmiş ve ülke ekonomisine kazandırılmıştır. Bunun dışında Acıgöl ve Avanos yörelerinde de sıcaklıkları 25°C ile 27,5°C arasında değişen jeotermal kaynaklar bulunmaktadır. MTA kayıtlarına göre mevcut madenlere ait bazı teknik bilgiler Tablo 2.2'de verilmiştir.

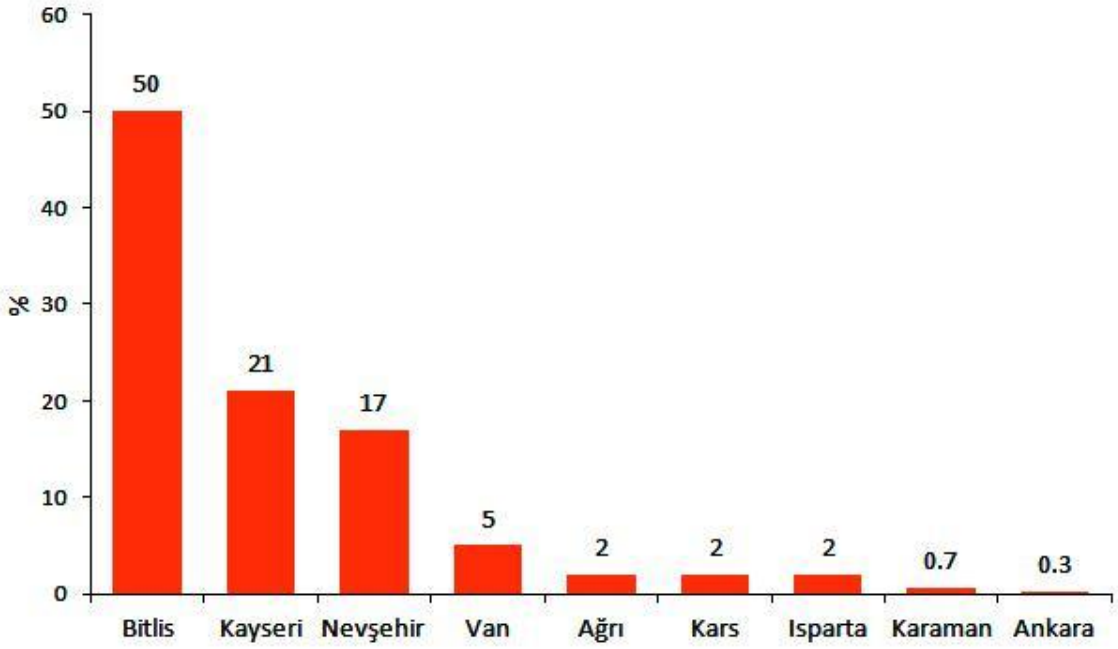
2.4.3. **Nevşehir ili Pomza Madenciliği**

Ülkemizde bulunan pomza sahaları içerisinde en iyi kalitede ve en fazla kullanım alanı bulan (inşaat sektörü dışında) Nevşehir ili pomzalarıdır. Pomza ihracatının büyük bölümü Nevşehir'den yapılmaktadır. Pomza (süngertaşı) volkanların yakınlarında katı bloklar halinde bulunan, kuru iken su yüzünde yüzebilen (yoğunluğu 1 gr/cm$_3$'den az) çok fazla gözenekli camsı volkanik bir kayaç olarak tanımlanmaktadır. Pomza ile pomza kumu arasında yalnızca partiküllerin iriliği bakımından fark vardır. Pomza iri parça ve bloklardan, pomza kumu ise daha küçük parçalardan oluşmaktadır. Pomza asidik karakterdeki magmanın piroklastik ürünüdür. Asit magmana gaz oranı çok fazladır. Magma volkanın bacası içinde yükselirken, içindeki gazın genleşmesinden dolayı bir köpürme olur. Patlama meydana geldiğinde bu köpük kayaç pomza parçaları veya partikülleri halinde etrafa yayılır. Havada iken veya yere düştükten sonra köpüklü lav içindeki gaz lavı terk eder ve boşlukları kapanmadan lav soğur. Bu şekilde oluşan gaz boşluklu, asit volkanik kayaç parçalarına pomza adı verilmektedir. Bölgemizde Erciyes-Acıgöl volkanik kompleksi, fazla miktarda pomza çıkarmışlar ve bazı yerlerde metrelerce kalınlığında örtüler meydana getirmişlerdir.

Nevşehir ilinde, İl merkezi, Ürgüp, Derinkuyu ve Acıgöl arasında kalan bölgede çok sayıda işletilen ve işletilmiş pomza yatakları yer almaktadır (Şekil 2.8). Bu yatakların toplam rezervi yaklaşık 450 milyon m$_3$ civarındadır (MTA, 2010). Erdoğan (1997) yörede bulunan volkanik çıkış bacalarını değerlendirerek bölgede yer alan pomzaları oluşum ortamı ve farklı depolanma şekilleri dikkate alarak tipomorfolojik olarak dört ayrı şekilde incelemiştir. **Başköy Pomzası;** Başköy yol yarmasında gözlenen bu pomza oluşumları kumtaşı, çakıltaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşan Taşkınpaşa Formasyonu Başköy üyesi içinde yer almaktadır. **Keçiderebenti Pomzası;** bu pomzalar otokton pomzalar olarak değerlendirilmektedir. Stratigrafik yeri Kızılkaya ignimbiritleri ile Güzelöz gölsel sedimanları arasında olan pomzalar gayet iri bloklar halinde gözlenmektedirler. Üzeri gölsel sedimanlarla örtülü olan otokton pomzalar Şahinefendi Köyü yakınında bulunan Keçiderebenti, Cevizli, Akpınar, Nalbant Mezarı ve Büyükkıran sırtlarında net olarak gözlenebilmektedirler. **Alahopu Pomzası;** otokton pomzaların aşınma, taşınma ve depolanması ile oluşan pomzalar 10 km$_2$ lik bir alanda gözlenirler. **Yamaç Molozları Şeklinde Pomzalar;** daha önce oluşan pomzaların su ve rüzgârın etkisiyle aşınıp bir yerde birikmesinden oluşan bu pomzalar güncel oluşuklardır. Şahinefendi Köyü'nün güneyinde, doğusunda ve kuzeydoğusunda gözlemek mümkündür. Nevşehir pomza yataklarının önemli bir bölümünün yer aldığı Çardak Köyü civarında bulunan pomza yataklarının genel bir görünümü Şekil 2.9'da verilmiştir. Nevşehir ili pomza rezervinin %17'sine sahip olup, bu oran ile Bitlis ve Kayseri'nin ardından üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 2.10). Ayrıca Kayseri ile birlikte Nevşehir Ülkemiz toplam rezervini yaklaşık % 38'ini oluşturmaktadır.



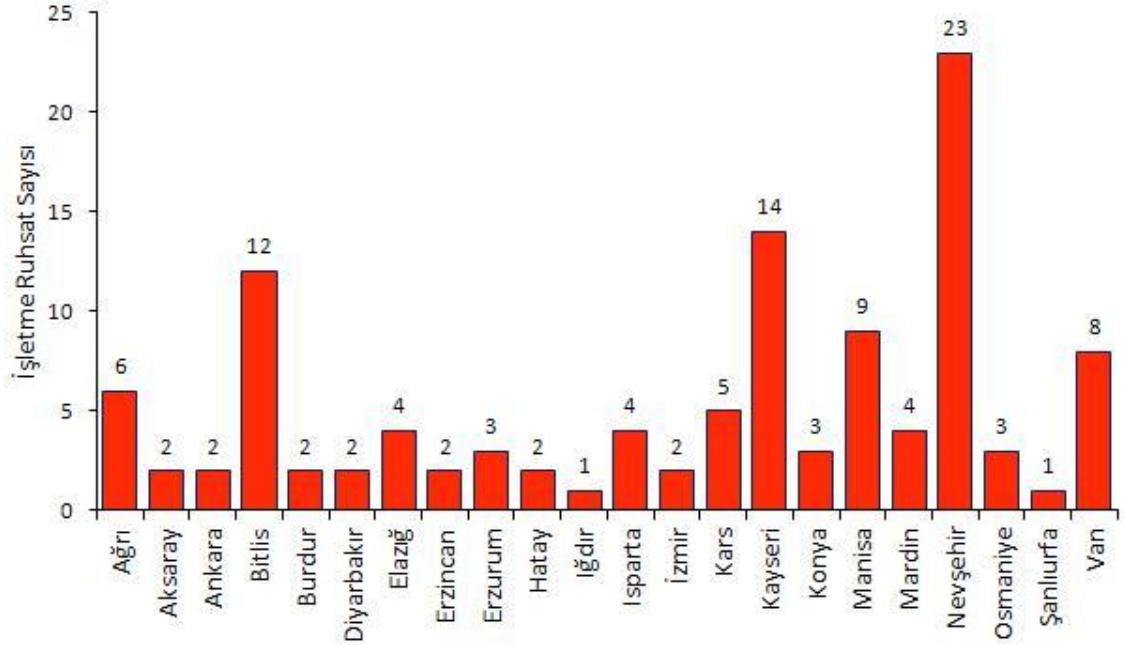
Şekil 2.9 Nevşehir pomza yataklarının genel bir görünümü



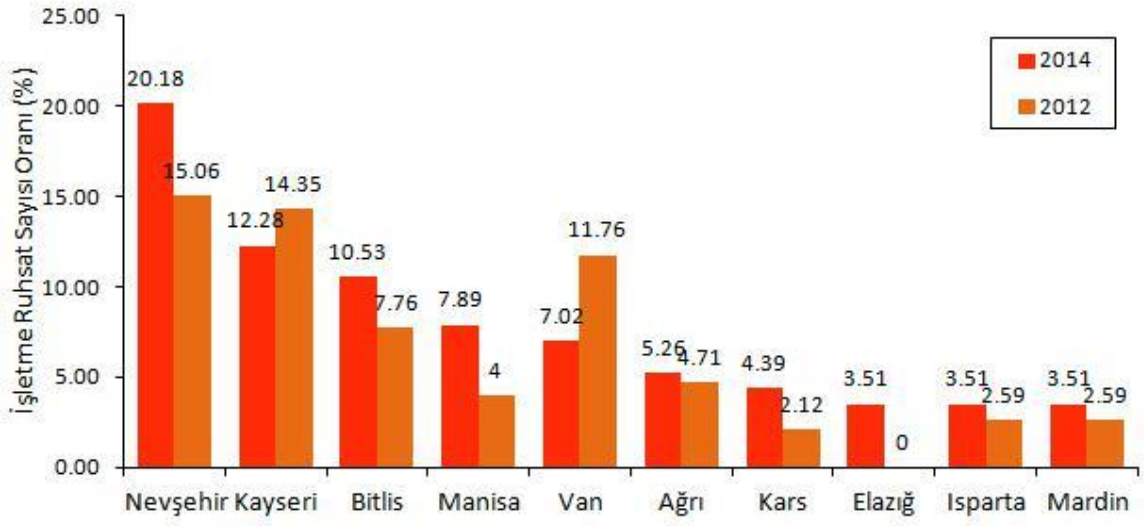
Şekil 2.10 Ülkemizde illere göre pomza rezervinin dağılımı (Gündüz, 2005).

Maden İşleri Genel Müdürlüğünün (MİGEM) kayıtlarına göre pomza madenine ait işletme ruhsatı sayısı 2014 yılında tüm Türkiye için 114 adet olup, bunların 23 tanesi Nevşehir iline

aittir (Şekil 2.11). Bu sayıyla Nevşehir işletme ruhsatları arasında 2012 yılında %15'lik bir orana sahip iken, 2014 yılında bu oran %20'ye yükselmiş ve iller arasında birinci sırada yer almaktadır (Şekil 2.12).



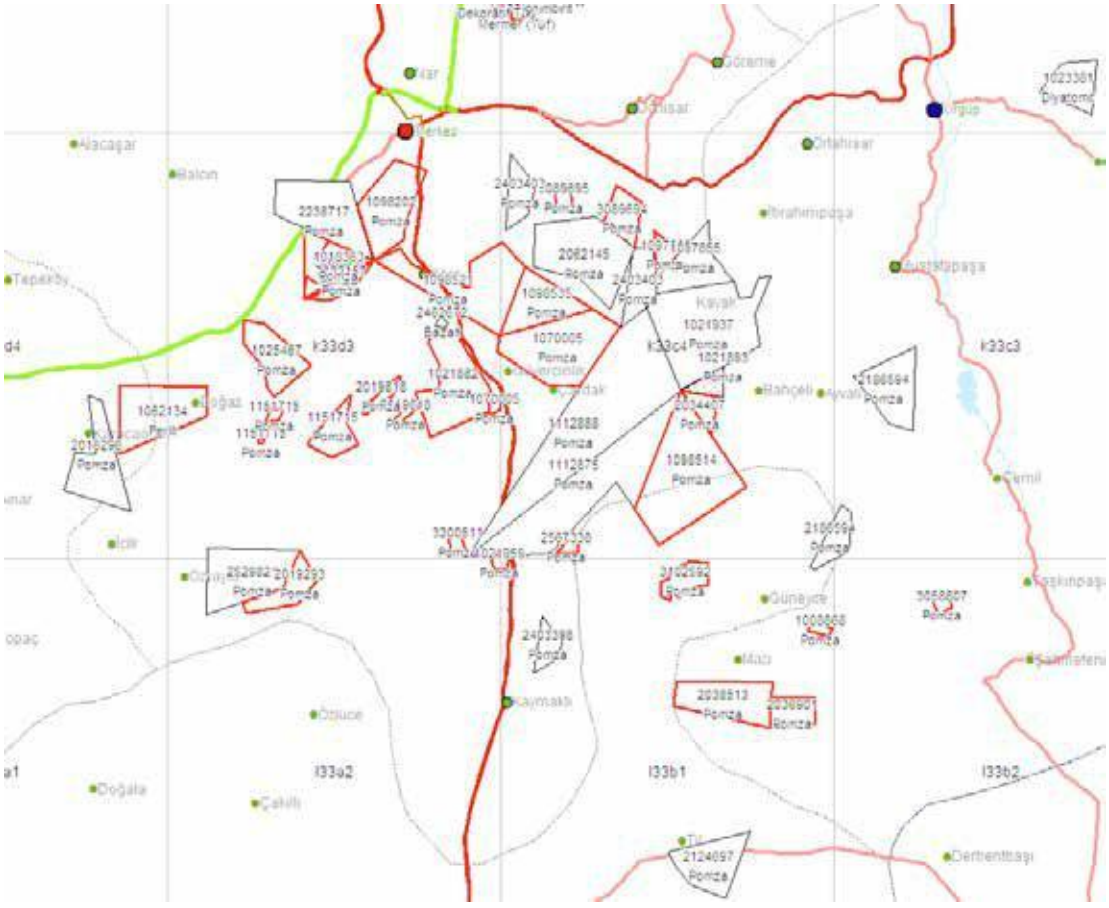
Şekil 2.11 İllere göre pomza işletme ruhsat sayılarının dağılımı (MİGEM, 2014).



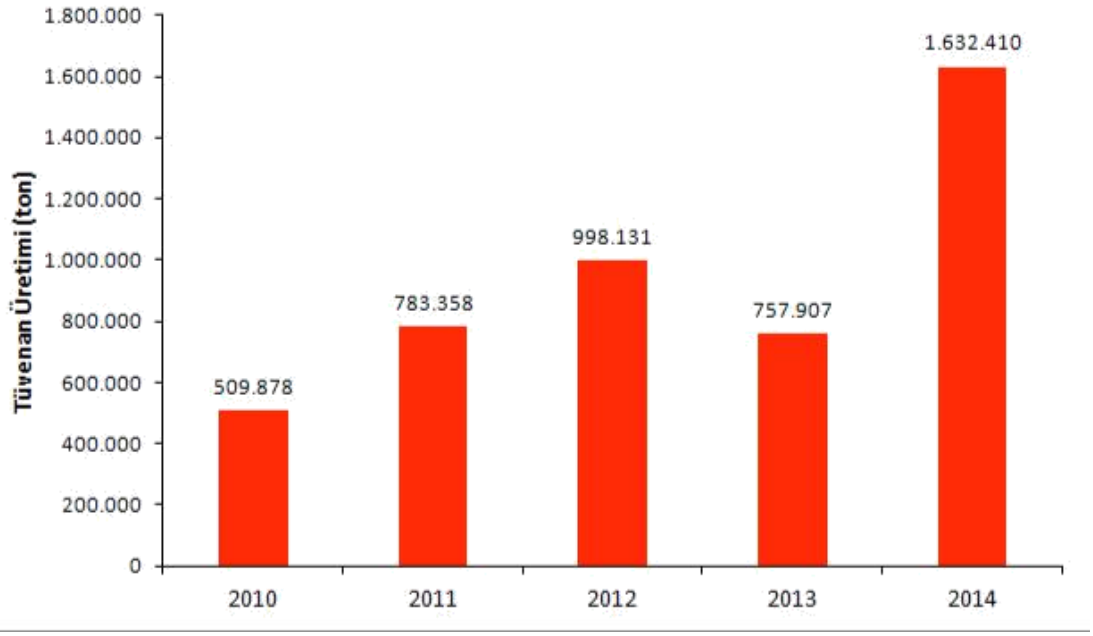
Şekil 2.12 illere göre ruhsat sayılarının dağılımı

Daha önce belirtildiği gibi pomza madeni il merkezinin güneyinde, Ürgüp, Derinkuyu ve Acıgöl arasında bölgede yoğunlaşmaktadır. Şekil 2.13'de pomza ruhsat alanlarının detay görünümü verilmiş olup, burada kırmızı renk ile gösterilen alanlar aktif olan ocakları göstermektedir. Gri renk ile gösterilen alanlar ise aktif olmayan ruhsat sahalarını göstermektedir.

Nevşehir ilinde pomza üretimine baktığımızda, herhangi bir zenginleştirme yapılmadan yani tüvenan üretim miktarları göz önünde bulundurulduğunda 2010 yılından itibaren sürekli bir artış göstermesine rağmen 2013 yılında bir azalma meydana gelmiştir. 2011 ve 2012 yıllarında sırasıyla bir önceki yıla göre artış miktarı %53 ve %27 olarak gerçekleşirken, 2013 yılında tüvenan üretimi 757.907 ton olarak gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre %24'lük bir düşüş meydana gelmiştir. 2013 yılında diğer madenlerde üretim miktarları bazalt için 666.911 ton, kalker (kireçtaşı) için 636.878 ton, tuğla-kiremit için 50.713 ton ve kömür için 7.681 ton olarak gerçekleşmiştir. Nevşehir ili için 2012 yılındaki madencilik faaliyetleri sonucu elde edilen devlet hakkı geliri de 478.155 TL iken, 2013 yılında ise 859.637 TL olarak gerçekleşmiştir. 2013 yılında bazı madenler için ödenen devlet hakkı tutarları bazalt için 319.164 TL, pomza için 198.345 TL, kireçtaşı için 150.886 TL, kalker için 48.409 TL ve dekoratif taş için 41.910 TL olarak gerçekleşmiştir. Pomza üretiminin fazla olmasına rağmen devlet hakkı bedelinin bazalttan düşük olması dikkat çekici bir noktadır. Pomza maden işletmelerinin Maden İşleri Genel Müdürlüğüne yapmış oldukları beyanlara göre 2014 yılında toplam tüvenan pomza üretimi 1.632.410 ton olarak gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre %115'lik bir artış gerçekleşmiştir (Şekil 2.14). 2012 yılında ülkemiz pomza üretimin yaklaşık %20'si Nevşehir'de üretilmiştir.



Şekil 2.13 Nevşehir ili pomza maden işletme ruhsatlarının dağılımı

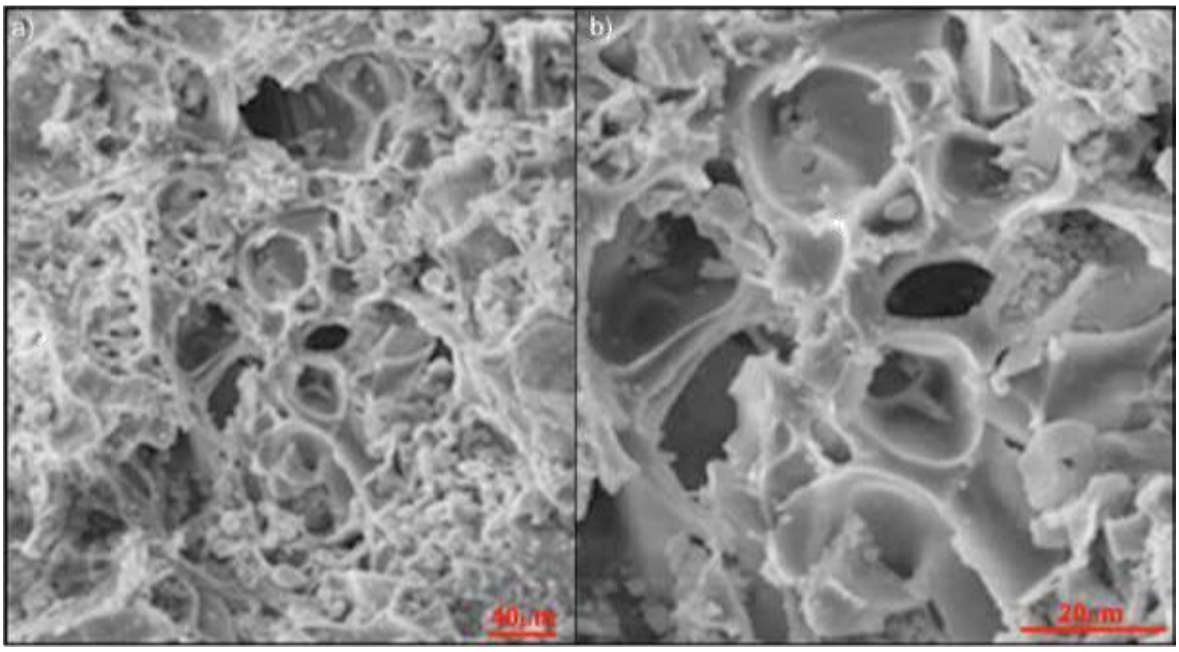


Şekil 2.14 Nevşehir ili pomza üretim miktarları (Son 5 yıl) Pomzanın Özellikleri

Asidik ve bazik karakterli volkanik faaliyetler sonucu oluşan; gözenekli bünyesinde kristal suyu olmayan, genellikle riyolit kompozisyonu içeren pomza, boşluklu, süngerimsi, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsı piroklastik bir kayaçtır.

2.4.4. **Pomzanın Yapısal Özellikleri**

Genelde açık renkli olup beyazdan, kreme kadar değişen renklerde olmasına rağmen nadiren mavi, gri yeşil, kahverengi ve siyah renklerde de gözlenir. Oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuması nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içeren volkanik bir kayaçtır (Şekil 2.15). Pomza agrega örnekleri makroskopik özellikleri itibarıyla incelendiğinde, süngerimsi ve boşluklar içeren bir yapıda olduğu gözlenir. Agrega tanelerinde, var olan boşlukların bir kısmının açık gözenek, bir kısmının da kapalı gözenek karakterinde olduğu gözlenir. Mikroskobik olarak yapılan incelemelerde agrega yapısının volkanik cam olduğu belirtilmektedir (Gündüz, 2005). Pomzalar oldukça boşluklu bir yapıya sahip olup, boşluk dağılımının genelde homojen bir dağılım gösterdiği gözlenmektedir. Kayaç içerisindeki boşluklar şekilsiz ve belirli bir yönlenme gösterebilmektedir. Bu yönlenme aynı yönde uzunlamasına gelişmiş bir dizilim şeklinde olabilir (Gündüz, 2005). Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan, permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir. Bu özelliği pomza agregalarının ağırlıklı olarak hafif yapı malzemesi sektöründe kullanılmasının en önemli nedenlerinden biridir.



Şekil 2.15 Pomza agregasının boşluklu yapısının SEM görüntüsü (Gökalp ve diğ., 2011).

Pomza kendisine özgü bazı özellikleri ile benzer volkanik camsı kayaçlardan (perlit, obsidiyen, pekştayn) ayrılır. Bunlardan rengi, gözenekliliği ve kristal suyunun olmaması ile pratik olarak ayrılmaktadır. Sertliği Mohs skalasına göre 5,5-6,0 arasında olup, kimyasal olarak yaklaşık %75' e kadar ulaşan silisyum dioksit içermektedir. Pomzalar yapılarında farklı mineral türleri içermektedirler. Bunlar başta amfibol olmak üzere, piroksen, biyotit, plajiyoklas ve opak minerallerdir.

2.4.5. **Jeolojik Köken ve Kimyasal Bileşim**

Asidik ve bazik volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza oluşumu mevcuttur: Bunlar asidik pomza ve bazik pomzadır. Diğer bir ifade ile bazik pomzaya bazaltik pomza veya scoria da denilmektedir. Bazaltik pomza koyu renkli, kahverengimsi siyahımsı olabilmektedir. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan türü olan asidik pomza beyaz kirli görünümde ve grimsi beyaz renktedir. Nevşehir yöresinde gözlenen pomzaların büyük bir bölümü asidik karakterdedir. Asidik karakterli pomzalarda silis oranı daha yüksek olup, inşaat sektöründe yaygın kullanım alanı bulabilmektedir. Diğer taraftan bazik karakterli pomzalar da alüminyum, demir, kalsiyum ve magnezyum bileşenleri daha yüksek oranda bulunması nedeniyle diğer endüstriyel alanlarda (örneğin gübre sanayiinde kek maddesi olarak, toprak ıslahı amacıyla tarımda vs.) kullanım alanı bulabilmektedir. Nevşehir yöresinde işletilen ve ağırlıklı olarak hafif yapı malzemesi üretiminde kullanılan pomza agregalarına ait ana element içeriğine ait analiz sonuçları Tablo 2.3'de verilmiştir.

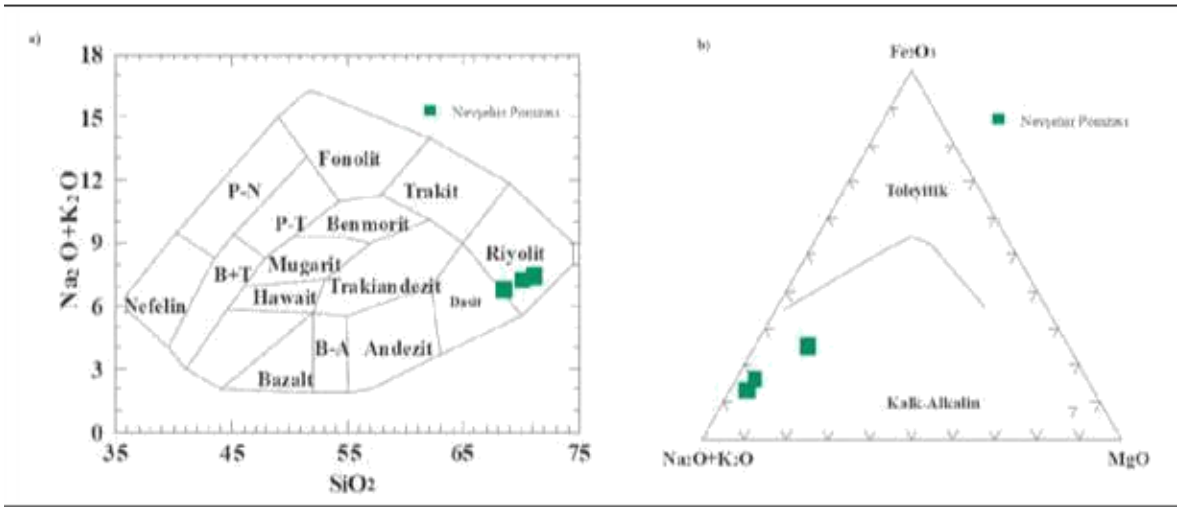
Tablo 2.3 Nevşehir yöresi pomza agregalarının kimyasal bileşimi (%)

Örnek No	SiO_2	CaO	K_2O	Fe_2O_3	MgO	Al_2O_3	Na_2O
01*	69,20	1,65	3,65	3,06	--	13,96	3,85
02*	66,75	1,88	3,20	4,70	0,45	14,75	3,79
03*	67,41	2,30	3,69	4,32	0,45	15,18	2,42
04*	65,79	2,30	3,69	3,29	0,45	17,11	2,39
05**	68,75	1,50	3,49	3,05	1,41	14,01	3,29
06**	70,06	0,85	4,06	1,30	0,34	12,74	3,20
07**	71,10	1,12	4,05	1,68	0,45	13,50	3,40
08***	72,00	0,70	4,30	1,30	0,20	12,75	3,90
09***	70,50	1,35	4,55	1,20	0,20	13,00	3,75
Maksimum	72,00	2,30	4,55	4,70	1,41	17,11	3,90
Minimum	65,79	0,70	3,20	1,20	0,20	12,74	2,39
Ortalama	69,06	1,52	3,85	2,66	0,49	14,11	3,33
Std. Sapma	2,08	0,58	0,42	1,34	0,39	1,41	0,58

**MTA (1980); **Başpınar ve Gündüz (2006); ***Gündüz (2005)*

Pomzanın bileşimde en baskın ana elemet olarak SiO_2 varlığı dikkati çekmekte olup, bölge için bu elementin oranı %72,00 ile %65,79 arasında değişmektedir. Pomzanın içermiş olduğu SiO_2 oranı onun asidik ve bazik olmasını belirlemektedir. Ayrıca pomzanın içeriğinde SiO_2 oranın artması onun aşındırıcılığını artırmaktadır. Yüksek SiO_2 içeriğinden dolayı pomza çeliği rahatlıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapı sunmaktadır (Gündüz, 2005). Ayrıca yapı malzemelerinde kullanılacak doğal agregaların asidik karakterde, Fe_2O_3 oranının düşük ve Al_2O_3 oranının yüksek olması istenen bir durumdur. Bu açıdan bakıldığında pomzaların hemen hemen tümü bu özellikleri karşılayacak bir kimyasal yapıya sahiptir.

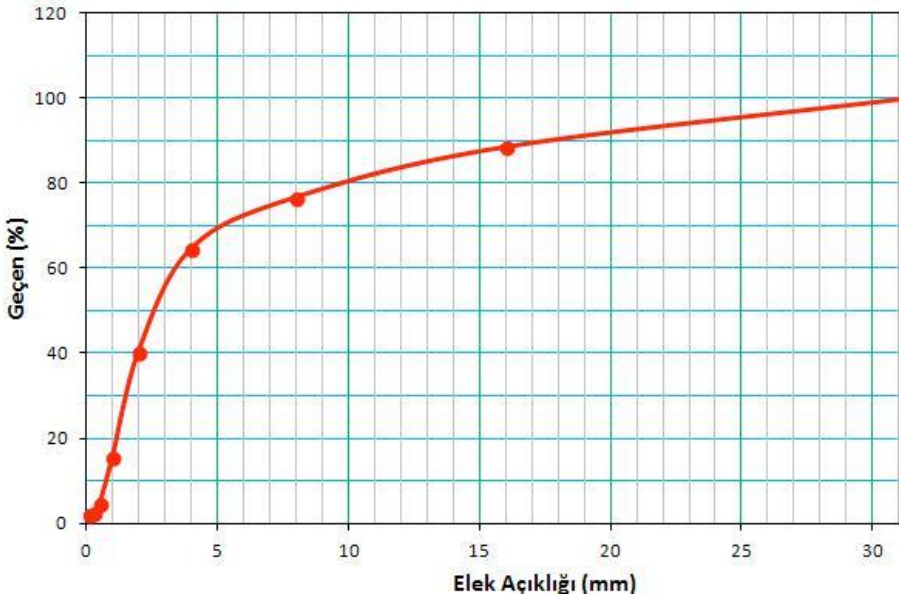
Başpınar ve Gündüz (2006) tarafından Nevşehir yöresi pomza agregaları kimyasal içeriği göz önünde bulundurularak oluşumları ve magma kökeni açısından sınıflandırılmıştır (Şekil 2.16). Buna göre, Nevşehir pomzaları oluşumları açısından genelde riyolitik karakterde yer alırken, dasit sınırına da yakın olduğu dikkati çekmektedir. Pomzaların riyolitik nitelikte olması asidik özelliği artırırken, oluşum sıcaklığının düşük olduğunu işaret etmektedir. Mağma kökeni açısından AFM diyagramında kalk-alkalin karakterinde bir mağma yapısını yani dalma batma zonunda gelişen ve kalsiyumca zengin alkalin magmayı işaret etmektedir.



Şekil 2.16 a) SiO_2 ve Na_2O+K_2O içerigine göre pomza olusumlarının sınıflaması, b) Fe_2O_3-Na_2O +K_2O ve MgO içeriğine göre magma köken sınıflaması (Başpınar ve Gündüz, 2006).

2.4.6. **Fiziksel Özellikler**

Pomza genel olarak arazide görünümü tutturulmamış taneli yapıdadır. Nevşehir ilinde üretilen pomza madeninin granülometri dağılımı farklılık sunmasına rağmen genel tane boyu dağılımı Şekil 2.17 verilmiştir. Buna göre agrega boyutları TS 1114 verilen beton agrega için gerekli olan tane boyutu koşullarını sağlamakta olup, maksimum tane boyutu 25 mm'yi geçmemektedir. Verilen örnek için tanelerin % 80'ni 10 mm'den küçük tanelerden oluşmaktadır. Nevşehir pomzalarının özgül ağırlık değerleri 2,33 ile 2,35 arasında değişirken, kuru birim hacim ağırlığı agrega boyutlarına göre değişkenlik sunmaktadır. Kuru birim ağırlık, 0-4 mm arası için 830 ile 748 kg/m$_3$, 4-8 mm arası için 594 ile 561 kg/m$_3$ ve 8-16 mm arası için 502 ile 516 kg/m$_3$ arasında değişmektedir (Gündüz, 2005).



Şekil 2.17 Nevşehir bölgesi tane boyu dağılım grafiği (Gündüz, 2005).

Nevşehir pomzasının su emme değerleri ise 0-4 mm arası için % 22,75 ile % 26,20, 4-8 mm arası için % 33,58 ile % 35,40 ve 8-16 mm arası için % 39,40 ile % 40,30 arasında değişmekte olup, agrega boyutu artıkça su emme potansiyeli de artmaktadır. İçerisinde herhangi bir organik maddeye rastlanılmayan Nevşehir pomzalarının, dona karşı dayanım değişimleri % 0,92 ile % 1,33 arasında değişmektedir. Gündüz (2005) tarafından yapılan kızdırma kaybı testlerinde Nevşehir pomzasının maksimum yapısal bozunma sıcaklığı 940 °C, maksimum ergime noktası ise 1.240 °C olarak tespit edilmiştir. Yapılan kızdırma kaybı analizlerinde, 1.200 °C de kütle % 0,7 olarak tespit edilmiştir. Kayseri pomzasında bu değer % 2,6 olarak gerçekleşmiştir. Nevşehir ili Göre bölgesinden alınan pomza örneklerinin özgül ısı kapasitesi 0,255 ve 0,260 kcal/kg°C olarak belirlenirken, ısıl iletkenlik katsayısı agrega boyutuna göre 0,112 ile 0,184 W/mK arasında değişmektedir. Bölgemiz pomzalarının ses geçiş katsayısı 0,20, ses yutuculuk ise 45 ile 58 dB arasındadır. Gözenekli yapılarından dolayı ses yutuculuk özellikleri oldukça yüksektir (Gündüz, 2005).

2.4.7. **Jeoteknik Özellikler**

Jeoteknik açıdan pomza, eşsiz bir malzeme olarak düşünülebilir. Pomzanın birim hacim ağırlığı ile tane boyutu arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Pomza çökellerinde tane boyu artıkça, pomzanın birim hacim ağırlığı azalmaktadır. Boşluk oranı ve porozitesi oldukça yüksek olup, sırasıyla 2,3-3,1 ve % 69-71 arasında değişmektedir. Pomzanın jeoteknik davranışı, kırıntılar arasında boşluk ve gözeneklerin varlığı tarafından kontrol edilmektedir. Bu durum hacimsel ve fiziksel parametrelerde değişimlere neden olduğu gibi zemin davranışında da farklılıklara neden olabilmektedir. Boşluk ve gözeneklere suyun girmesi hacim-ağırlık ilişkilerini değiştirmekte ve tanelerin ağırlığının artmasına neden olmaktadır. Buna ek olarak malzemenin dinamik davranışını da etkilemektedir. Bu durum boşluk basınçlarının oluşmasına neden olmakta ve zemin iyileştirme yöntemlerinin etkisiz bir hale getirebilmektedir. Bundan dolayı pomzanın jeoteknik davranışlarının değerlendirilmesinde ve bu malzemede aniden ortaya çıkan anormal davranışlara neden olan boşluk yapısının mutlaka göz önünde bulundurulması gerekir (Esposito ve Guadagno, 1998).

2.5. **Pomzanın Kullanım Alanları**

Dünya pomza rezervleri bakımından önemli bir yeri olan Türkiye, yaklaşık 10 farklı renk ve doku kalitesine sahip pomza çeşitleri ile oldukça yüksek bir pazar şansına sahiptir. Pomzanın, dünyada halen elliden fazla endüstriyel alanda farklı amaçlarda kullanım imkânı bulunmaktadır. Bu kullanım, endüstriyel amacına göre ya ana hammadde olarak veya katkı malzemesi biçimindedir. Pomzanın dünyada olduğu gibi ülkemizde en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür (Tablo 2.4). Bunun yanı sıra, tekstil sektörünün dışında, diğer tüm alanlarda dünyada ki kullanımı ülkemiz açsından farklılık sunmaktadır. Çünkü daha yüksek katma değere sahip ürünlerin kullanıldığı sektörlerin ülkemizde yeterince gelişmemiş olması veya bu alanlarda yatırım yapılmamış olmasıdır. 2011 yılı verilerine göre pomzanın kullanım alanlarının sektör bazında dağılımı dünya ve ülkemiz açısından karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.4 Pomzanın kullanım alanlarına göre oransal dağılımı

Kullanım Alanı	Dünyadaki Kullanım (%)	Türkiye'deki Kullanım (%)
Hafif yapı elemanı blok üretiminde	48	80
Hafif beton üretiminde	12	2
Yalıtım malzeme türevlerinin üretiminde	9	4
Ziraat sektöründe	12	6
Tekstil sektöründe	4	3
Kimya sektöründe	8	1
Diğer sektörlerde	7	4

Gündüz ve diğ., (2005)'e göre bunlardan önemli olanları aşağıda Tablo 2.5'de belirtilmektedir. Ülkemizde üretilen pomzanın büyük bölümü yurt içinde inşaat sektöründe tüketilirken, küçük bir oran ise tekstil, ziraat ve diğer endüstriyel sektörlerde kullanılmaktadır.

Tablo 2.5 Pomzanın genel kullanım alanları

Temel Alan	Alt Alan
İNŞAAT	1) Hafif Yapı Elemanları Üretimi
	2) Prefabrik Yapı Elemanları Üretimi
	3) Çatı ve Dekoratif Kaplama Elemanları
	4) Hafif Beton Üretimi
	5) Yalıtım Dolgusu
TEKSTİL	1) Renklerin Ağartılması
	2) Kumaşların Yumuşatılması
ZİRAAT	1) Toprak Islahında
	2) Topraksız Bitki Yetiştiriciliği
	3) Su Besini Kısıtlı Alanlarda Pomza Kullanımı
KİMYA	1) Abrasif olarak pomza kullanımı
	2) Kozmetik Endüstrisinde pomza kullanımı
	3) Sabun ve Deterjan Üretiminde
	4) İlaç Sanayisinde
	5) Katalizör Olarak Kullanımı
	6) Atık Su Arıtma ve Hava Temizleme Teknolojisinde
DİĞER ALANLAR	1) Televizyon tüpleri, elektronik devre ve chiplerin üretiminde hassas temizleme maddesi
	2) Yol tutucu-kaymaz tip oto lastikleri üretiminde katkı;
	3) Asfalt kaplamalarda
	4) Karayollarında; buzlanmaları kontrol altına almada

2.5.1. İnşaat Sektöründe Kullanımı

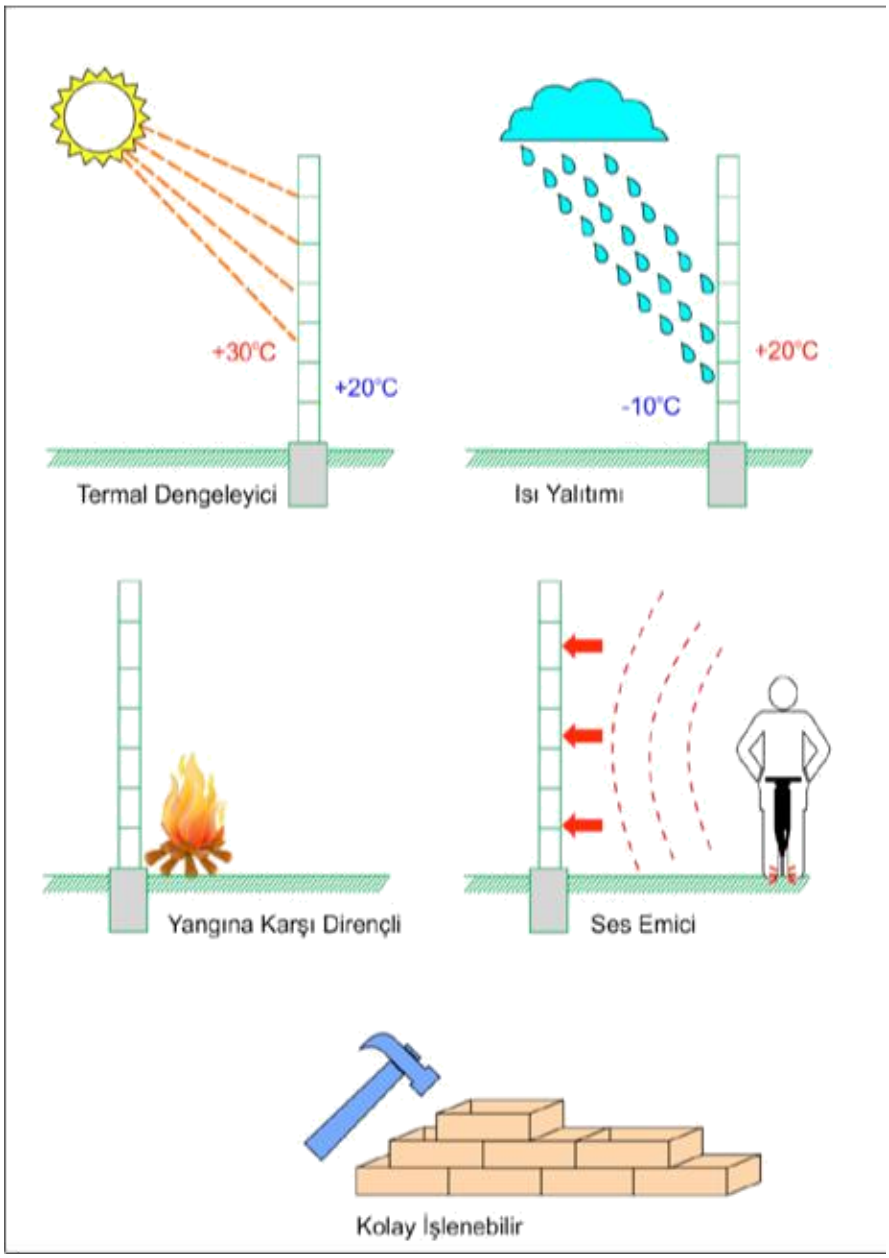
Pomza, genellikle perlitin kullanım alanı bulduğu sektörlerde kullanılabilmektedir. Perlit gibi genleştirmek için enerji ve yatırım gerekmediğinden, inşaat sektöründe son yıllarda kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Bu artışın elbette somut nedenleri vardır. Bunlar ucuz bir hammadde olması, kolay işlenebilir, ses emici, ısı yalıtımı ve dengeleyici olarak belirtilebilir (Şekil 2.18). Pomza normal kum ve çakılın 1/3-2/3'ü kadar yoğunluğa sahiptir. Aynı durum pomza ile yapılan betonlarda da görülür. Pomza betonu normal betondan hafif olması nedeniyle zaman ve işçilikten tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca temel mühendisliği açısından, temele itilen yükler dikkate alındığında yaklaşık % 17 inşaat maliyetinin azalmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, pomzanın ısı iletkenlik katsayısı dikkate alındığında, normal betondan 6 kat daha fazla izolasyon sağladığı tespit edilmiştir. Bu özelliğinden dolayı binalarda kullanımı ile büyük çapta enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Pomza, her geçen gün yeni bir kullanım alanı bulan bir hammaddedir. Pumicite adı verilen ve bazen de volkan külü, volkan tozu olarak adlandırılan ince taneli olanları çimentoda katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Pumicite için bu alanda kullanım imkânı veren özelliği, onun yüksek puzolonik aktivite göstermesidir. Yapılan çalışmalarda kum ile yapılan sıvaya göre 2 kat fazla basınç dayanımına sahip olduğu ve yangından sonra kum sıvaya göre 5 kat fazla basınç dayanımı gösterdiği belirlenmiştir. Kum sıvaya göre 3-4 kat ısı ve ses tasarrufu sağladığı saptanmıştır. Bu teknik üstünlüklerinin yanı sıra hafif yapı elemanı olarak nakliyesi daha kolaydır. Pomzalı betonun normal betona kıyasla önemli bir avantajı da deprem yüklerine karşı daha elastik davranış gösterebilmesidir (Özkan ve Tuncer, 2001).

2.5.2. Tekstil Alanında Kullanımı

Tekstil sektörü, günümüzde ülkemiz endüstrisinde en önemli paya sahip olup, kumaşların renklerinin açılması ve kumaşın yumuşatılması amacıyla kullanılmaktadır. Kot taşlama işleminde 0,5 kg/giysi miktarında pomza tüketilmektedir. Tekstil sektöründe kullanılacak pomzanın şu özellikleri sahip olması gerekir (Özkan ve Tuncer, 2001).

- Pomza orta sertlikte olmalı ve kırılmadan ezilmelidir,
- Mineralojik yapısında pomzadan sert mineral olmamalıdır, (kumaşı çizmemelidir)
- Yabancı madde içermemeli, kimyasal yapısında içerdiği FeO, K_2O ve Na_2O miktarları istenilen limitlerde olmalıdır, (kumaşı boyamamalıdır)
- Kuru, yüksek poroziteli ve yuvarlatılmış olmalıdır,
- Kullanılan pomzanın kalitesi standart olmalıdır,
- Beyaz renkte ve suda belirli süre yüzme kabiliyetine sahip olmalıdır,
- Su emme miktarı, istenilen limitlerde olmalıdır,



Şekil 2.18 Pomzanın inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmasın

nedenleri 2.5.3. **Tarım Alanında Pomza Kullanımı**

Pomza gelişmiş ülkelerin çoğunda tarımda kuraklığa çare olarak başvurulan seçeneklerden bir tanesi olup, bünyesine aldığı suyu uzun müddet muhafaza ederek sürekli olarak nemli bir ortamın oluşmasını temin ettiğinden kuraklığa kısmi bir çözüm getirmesinden yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bugün su kaynakları yetersiz olan İsrail, Suudi Arabistan, Kuveyt gibi ülkeler de iklimin sıcak olması ve sulama suyunun da aşırı buharlaşmadan kaynaklanan su kaybının önüne geçilebilmesi için kullanılmaktadır. Toprağın altında belirli bir derinlikte ve belirli bir kalınlıkta serilen pomza tabakası içerisine (yastıklama), toprak altından su vererek, bitkilerin ihtiyacı olan suyun direkt olarak köklere ulaşması sağlanmakta ve buharlaşmadan kaynaklanan su kaybının önüne geçilmektedir. Toprağın su tutma özelliğinin iyileştirilmesi (hidrokültür) özellikle su problemi olan bölgeler için çok önemlidir. Perlit 600-1.200°C arasında; kil 1.200°C'de genleştirilerek tarımda kullanılmaya uygun hidrokültür hammaddesi

haline dönüştürülmektedir. Pomza ise, doğal halde bir hidrokültür hammaddesi olduğundan maliyeti genleştirilmiş perlit ve kile kıyasla çok daha düşüktür. Son yıllarda bu konuda bazı Avrupa ülkeleri (Hollanda, İsveç, vb) ve Japonya bu tip araştırmaları kapsamlı bir şekilde yürüten ülkelerin başında gelip bu ülkelerde topraksız veya çok az toprakla ve çok az su ile bitki yetiştirilmektedir. Tuttuğu suyu, nemi, içinde bulunduğu ortama göre ayarlayarak gerektikçe bitkiye verebilen pomzanın bu alanda kullanılabilmesi için, bazı özelliklerinin uygun olup olmadığının (su tutma faktörü, besin emme özelliği, gözenek durumu, granülleri, görünür yoğunluğu vb) analizi gerekmektedir. Bu analizlere geçilmeden önce tane boyutu açısından uygun, yeterli, aynı özelliklerde rezerv miktarı tayini gereklidir. Öte yandan sıvı gübre kullanımı söz konusu olduğunda pomza gübre kaybını minimuma indirdiği gibi yeraltı su kaynaklarının kirlenmesinin de önüne geçmektedir (Özkan ve Tuncer, 2001).

2.5.4. **Kimya Sektöründe Pomza Kullanımı**

Günümüzde pomza tarım ilaçları ve kibrit sanayinde taşıyıcı olarak, gübre sanayinde gübrenin topaklaşmasının önlenmesinde anti-kek maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra diş macunlarında ve dişçilikte parlatma keki ve tozu olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca birçok sektörde absorban malzeme olarak, temizlik ve deterjan sanayinde katkı malzemesi olarak ve özel tip boyalarda (akustik ve yalıtımlı boyalarda, pürüzlü duvar kaplamalarında, trafik boyalarında, kaymaz tip boyalarda) katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Yüksek kalitedeki pümis ve pümisit öğütüldüğü zaman keskin camların liflerini ve çok küçük kırıntılarını kapsayan saf ve beyaz bir toz meydana getirir. Bu öğütülme esnasında partiküller konkoidal kırılır. Kullanma esnasında daha küçük partiküller meydana gelse bile konkoidal şekiller oluşmaya devam eder. Bu özellik 5,5 ile 6'lık bir sertlik ile bağlantılıdır. Bu özellikler, genel olarak ovalayarak temizleme amaçları ve ince parlatma işlemleri için onu vazgeçilemez kıymetli bir toz yapar (Özkan ve Tuncer, 2001).

2.5.5. **Nevşehir Pomza Ürünleri**

Dünyada ve Ülkemizde olduğu gibi Nevşehir'de de pomza ağırlıklı olarak inşaat sektörüne kullanılmaktadır (Şekil 2.19 ve Şekil 2.20). İnşaat sektörüne yönelik başlıca ürünler duvar blokları, asmolen, dolu bloklar, lentolar, u bloklar ve plaka bloklar şeklinde öne çıkmaktadır.

2.5.5.1. **Yapı Malzemeleri**

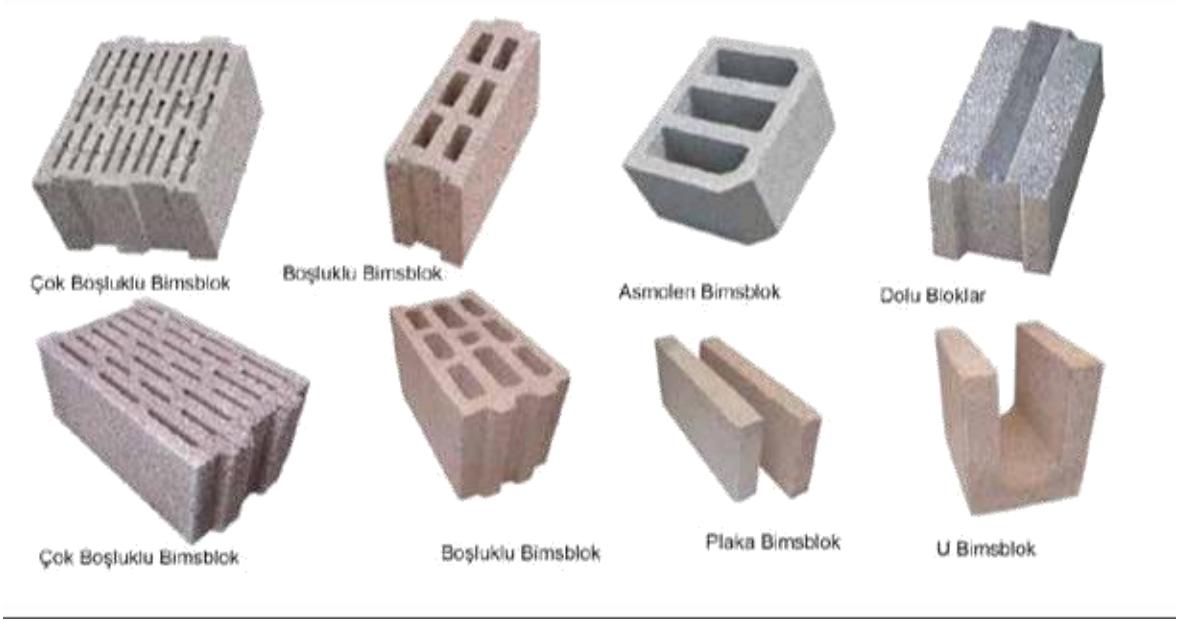
Bu başlık altında ağırlıklı olarak üretilen ürün grubu duvar blokları olup, sektörde bimsblok olarak adlandırılmaktadır. Boşluklu, çok boşluklu, dolu duvar blokları ve asmolen bloklar Nevşehir'de pomzadan üretimi yapılan en yaygın yapı malzemeleri olarak dikkati çekmektedir. Farklı geometrilerde sahip bimsbloklar 9, 10, 13,5, 15, 19, 25 ve 30 genişlikte olacak şekilde üretimi yapılmakta ve sektörde bu isimlerle tanımlanmaktadır. Ayrıca inşaat sektöründe yardımcı eleman olarak, u bloklar, yalıtım plakaları ve bimsblok yapıştırıcısı gibi ürünler elde edilmektedir. Üretilen bimsblokların ısıl davranış özelliği geometrisi ve boyutlarına bağlı olarak 0,13 ile 0,22 W/mK arasında değişmektedir. Ayrıca bimsblokların brüt kuru kütle ağırlıkları 550 ile 700 kg/m_3 arasında değişirken, net kuru kütle ağırlıkları 750 ile 900 kg/ m_3 arasında değişmektedir. Pomzadan elde edilen duvar elemanlarının basınç dayanımları ise 1,50 ile 1,80 N/mm_2 arasında değişmektedir. Şekil 2.21'de Nevşehir'de pomzadan elde edilen yapı malzemelerinin genel bir görünümü verilmiştir.



Şekil 2.19 Bimsblok üreten tesislerden tipik bir görünüm



Şekil 2.20 Bimsblok üretiminden genel bir görünüm



Şekil 2.21 Nevşehir'de pomzadan üretilen yapı malzemelerinden genel görünüm

Nevşehir bölgesinde yer alan bu potansiyelinin ekonomiye katma değer sağlaması bağlamında, bims taşının çoğunlukla hafif yapı elemanı bimsblok üretiminde kullanıldığı ve bölgede blok üreticisi kuruluşlar bazında orta ve/veya büyük ölçekli yaklaşık 30 civarında tesis yer almaktadır. Bu tesislerin günlük blok üretim kapasiteleri yaklaşık 700 bin adet olup, ortalama aylık bölgede 21 milyon adet blok üretilmekte olup, aylık 12-13 Milyon TL'nin üzerinde bir katma değer sağlandığı görülmektedir. Ayrıca, bims taşı sadece blok üretiminde değil, bununla birlikte diğer sektörel alanlarda kullanılmak üzere ham ya da yarı işlenmiş hammadde olarak da ocak üretimleri yapılmakta ve günlük 5.000 ton dolayında da hammadde sevkiyatı görülebilmektedir. Bims hammadde üretiminde iştigal eden bölgede 13 adet ticari kuruluş yer almakta olup, ağırlıklı olarak Mersin, Ankara, Adana, Konya, Gaziantep gibi iller olmak üzere Türkiye'nin hemen hemen her bölgesine günlük 200 tırlık bir kapasiteyi aşan hammadde sevkiyatları gerçekleşebilmektedir. Ülke içi bims taşı kullanımları yanı sıra, Nevşehir bölgesindeki ocaklardan üretilmekte olan bims hammaddesinin uluslararası arenada Arap Yarımadasında yer alan ülkeler, ABD ve Avrupa'daki ülkeler başta olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde farklı endüstriyel alanlarda yardımcı ya da ana hammadde olarak da kabul görmektedir (Sonugelen, 2011).

2.5.5.2. **Çevre Düzenleme ve Peyzaj**

Pomza, hafifliği, sağlamlığı, kolay işlenebilirliği ve atmosferik koşullardan etkilenmemesi gibi önemli özelliklerinden peyzaj mimarisine yönelik çatı ve dekoratif kaplama elemanlarının üretilmesinde aranan başlıca hammadde olmuştur (Şekil 2.22).



Şekil 2.22 Pomza agregalı peyzaj ürünleri

Ayrıca, yeşil alan, park, kaldırım kaplama elemanlarında aranılan dona dayanım, yüzeysel suların drenajı, hızlı uygulama, aşınma etkilerinin minimum etkilenme gibi önemli özelliklere sahip olmasından dolayı geleneksel kalker katkılı suni kaplama malzemelerin yerini pomza agregalı kaplama malzemelerine bırakmaya başlamıştır (Gündüz, 2005). Nevşehir inşaat sektörüne yönelik faaliyette bulunan birçok firma aynı zamanda peyzaj sektörüne yönelik bordür, çimtaşı, yağmur oluğu, kilitli parke taşı ve bazı özel peyzaj ürünleri pomzadan üretilmektedir. Nevşehir birçok park ve yeşil alanda pomza agregalı peyzaj malzemelerini görmek mümkündür. Şekil 2.22'de peyzaj alanında kullanılan pomza agregalı bazı ürünler gösterilmiştir.

2.5.5.3. **Pomza agrega**

Farklı büyüklükte tanelerden meydana gelen malzemelere agrega denilmekte olup, agregalar, doğada doğal olarak bulundukları gibi iri taş parçalarının konkasör adı verilen taş kırma makinelerinde kırılması sonucunda da elde edilebilirler. Bölgemizde farklı işlemler (eleme, öğütme, yıkama vb) uygulayarak tekstil, tarım, beton ve sıva malzemesi olarak kullanılmak üzere pomzadan agrega üretimi yapılmaktadır (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 Nevşehir yöresinde üretilen pomza agregalarının genel görünümü

Tekstil pomzası için genelde 10 mm den büyük agrega boyutları tercih edilmekte olup, yaygın olarak 10-20 mm, 15-25 mm, 20-30 mm, 30-50 mm ve 50-70 mm boyutları agregalar tekstil sektörü için üretilmektedir. Bu agregaların birim hacim ağırlığı 524-800 kg/m$_3$ arasında değişirken, kuru birim hacim ağırlığı 410-680 kg/m$_3$ arasında değişmektedir. Su emme değerleri ise ortalama % 27 civarındadır. Tarım için 4-8 mm, 1-7 mm, 1-15 mm ve 7-15 mm tane boyutlarına sahip agregalar üretilmektedir. Doğal birim hacim ağırlığı 814 kg/m$_3$ olan agregaların su emme değerleri yaklaşık % 28 civarındadır. Sıva için 0-35 mm boyunda agrega kullanılırken, beton için 1-7 mm, 7-15 mm, 15-25 mm ve 25-30 mm boyutunda agregalar kullanılmaktadır. 0-35 mm boyundaki agreganın doğal birim hacim kütlesi yaklaşık 900 kg/m$_3$ civarında olup, su emme değeri % 19 civarındadır. Bunun yanı sıra son yıllarda çok ince toz olarak mikronize pomza üretimi üç firma tarafından yapılmaktadır. Genelde abrasif malzeme üretiminde kullanılan pomza tozu, Amerika, Fransa ve Kanada gibi ülkelere ihracat edilmektedir.

2.5.5.4. **Diğer Ürünler**

Nevşehir ilinde yukarıda belirtilen ürünlerin yanında pomzadan doğal blok pomza ve sağlık sektörüne yönelik topuk taşı üretimi yapılmaktadır. Doğal pomza blokları 85x190x45 mm, 85x380x45 mm, 190x485x45 mm, 200x240x100 mm gibi çeşitlilik sunmaktadır.

3. NEVŞEHİR POMZA SEKTÖRÜ

Nevşehir pomza sektörünün iktisadi değerlendirilmesi, ilgili departmanlarla ön görüşmeler yapıldıktan sonra, anket formlarının bu alanda faaliyet gösteren firmalara bırakılması ve daha sonra da geri toplanması yoluyla derlenmiştir. Nevşehir ilinde faaliyetini sürdüren 27 firma ile görüşülmüş ve anketler, bu firmaların tamamına ulaştırılmış fakat bazı firmalar anketlere cevap vermek istemediklerini beyan etmişlerdir. Nihai olarak toplam 15 firmanın araştırmaya katılımı sağlanmış olup bu da % 55'lik bir cevaplama oranına tekabül etmektedir. Ayrıca, anket çalışmasında sektörde ileri gelen firmaların tamamı bulunmaktadır. Bu durum da dikkate alındığında, elde edilen bulguların sektörün geneline ışık tutacağı görüşünü kuvvetlendirmektedir. Nevşehir ili pomza sektörü analiz edilirken, aşağıdaki Tablo 3.1'de belirlenen NACE kodları dikkate alınmıştır.

Tablo 3.1 Nevşehir İli Pomza Sektörü NACE Kodları

NACE Kodu	**Faaliyet Adı**
C. İMALAT	
23	Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı
23.61.01	İnşaatta kullanmak üzere önceden kalıba dökülmüş be-ton, çimento ya da suni taş mamullerinin imalatı
F. İNŞAAT	
43	Özel inşaat faaliyetleri
*Bu tabloda yer alan NACE kodları, Nevşehir ilinde ağırlıklı olarak yürütülen faaliyetlere göre belirtilmiştir.	

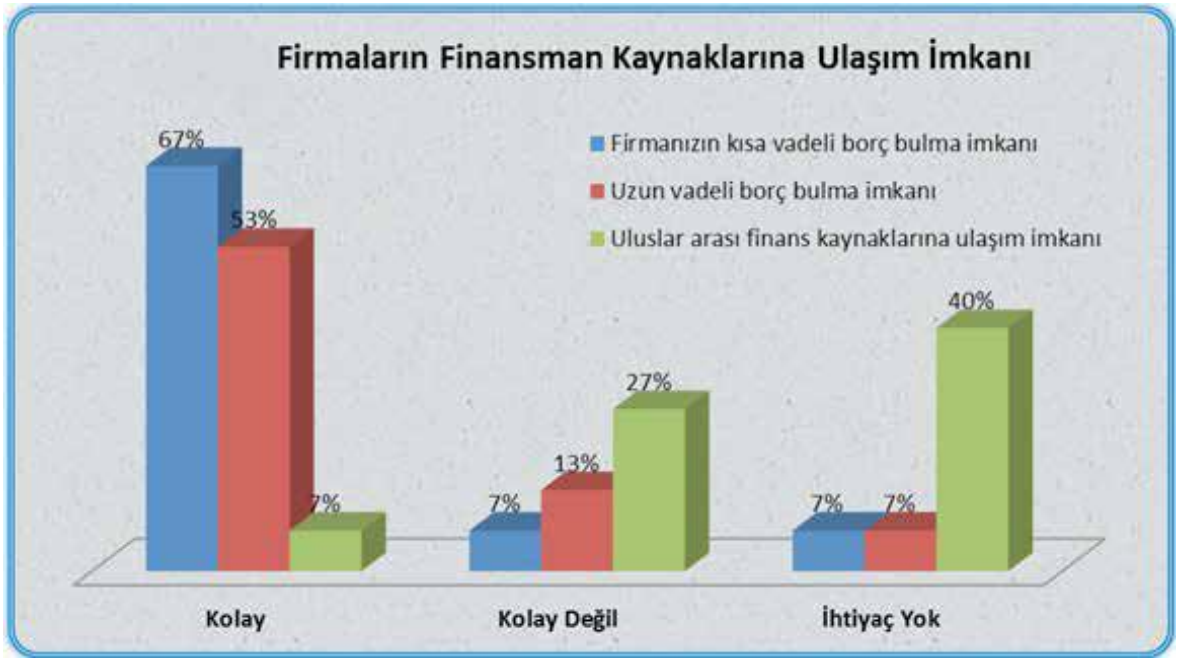
3.1. Üretim Kapasitesi ve Finansman

Bu amaca yönelik anket çalışmasından elde edilen sonuçlar Şekil 3.1'de verilmiştir. Buna göre firmalar, yeni yatırımlar yaparak üretim kapasitelerini arttırmayı planlamaktadır. Firmaların en büyük oranla % 33'lük kısmı 1.000.000 TL-5.000.000 TL arasında bir değerde yatırım yapmayı düşünmektedir. 5.000.000 TL-10.000.000 TL arası yatırım yapmayı düşünenlerin oranı ise, % 20'dir. Bu rakamlar ise, gelecekte sektörün kapasite artışı yaşayacağını göstermektedir.

Yapılması planlanan bu yatırımların, hangi kaynaklarla finanse edileceği ise önemli bir konu olmaktadır. Öncelikle finansman kaynaklarına ulaşım imkânı açısından konuya bakıldığında, Nevşehir pomza sektöründe firmaların % 67'si, kısa vadeli borç alabilmenin kolay olduğunu diğer yandan % 53'ü, uzun vadeli borçlanmanın kolay olduğunu ifade etmektedir. Uluslararası finansman kaynaklarına ulaşmanın zor olduğu ve hatta ihtiyaç olmadığı yönünde bir kanaat oluşmuş durumdadır (Şekil 3.2).

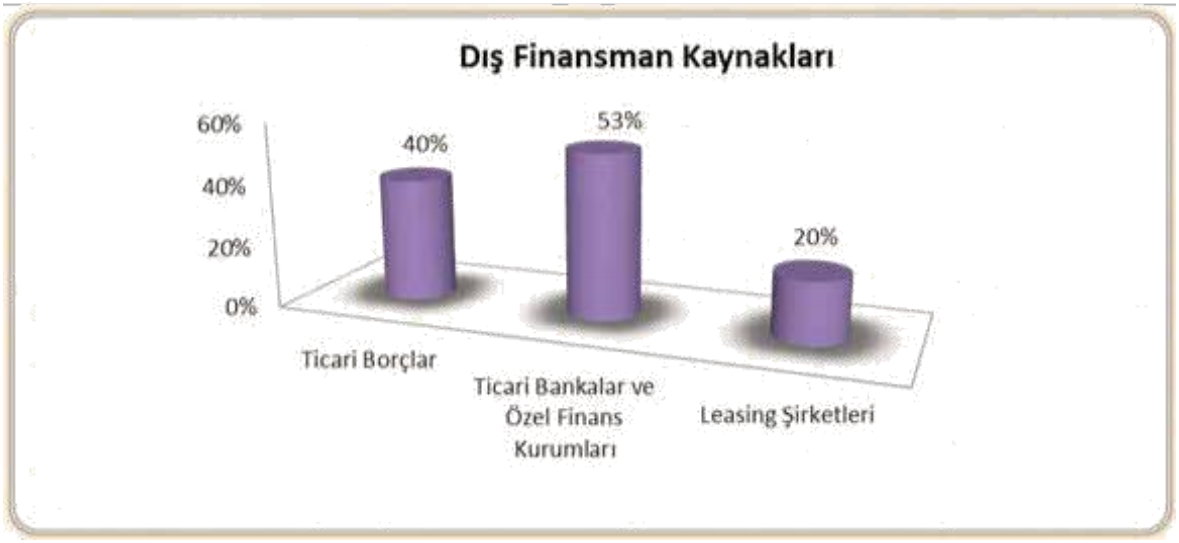


Şekil 3.1 Firmaların yapmayı planladıkları yatırım düzeyleri



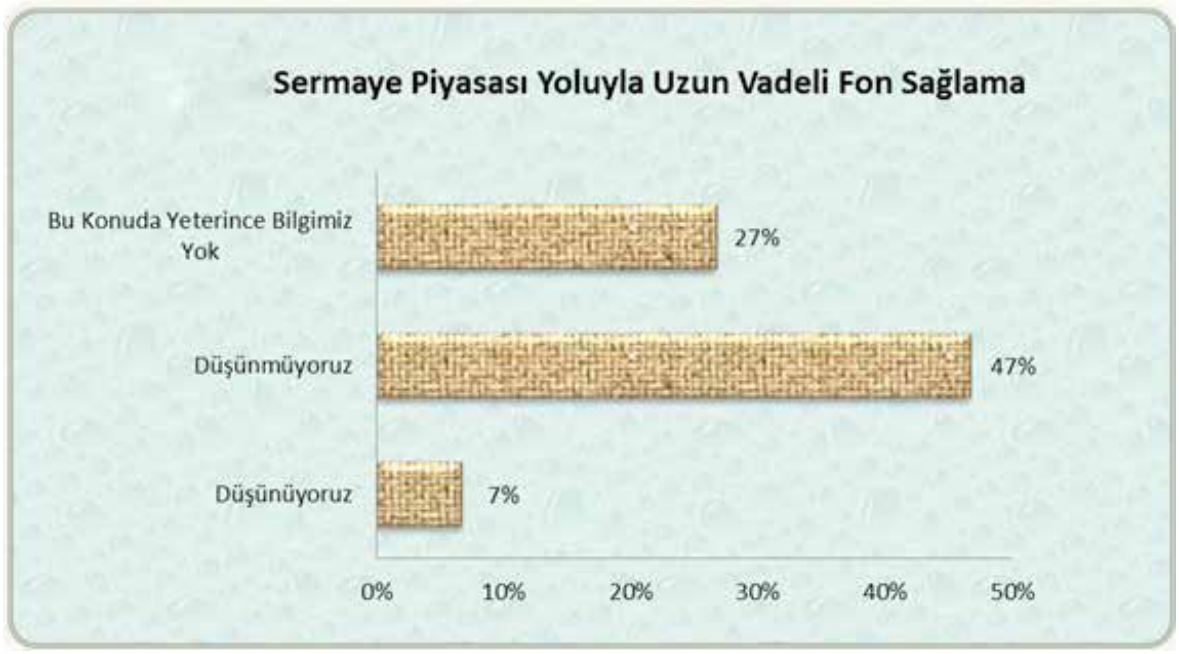
Şekil 3.2 Firmaların finansman kaynaklarına ulaşım imkânları

Firmalar yatırım planlarını gerçekleştirebilmek için iç finansman kaynaklarının yanı sıra dış finansman kaynaklarına da başvurabilirler. Firmaların % 53'lük kısmı ticari bankalar ve özel finans kurumlarından fon sağlamaktadırlar. % 40'lık kısmı ticari borçlanma ve % 20'lik kısmı ise leasing şirketlerinden dış fon sağlamaktadırlar (Şekil 3.3). Dolayısıyla bankacılık sektörünün gelişmesi ve fon maliyetlerinin azaltılması firmaların yatırımları açısından olumlu bir gelişme olacaktır. Bu noktada, politika yapıcılarının finansal gelişmeyi sağlayacak hukuki düzenlemeleri yapması ve uygulaması önemli olacaktır.



Şekil 3.3 Sektörün dış finansman kaynaklarının dağılım oranları

Finansal piyasalardaki gelişmenin ikinci ayağını oluşturan sermaye piyasası özellikle uzun vadeli fon sağlamayı düşünen firmalar açısından önem arz etmektedir. Yüksek maliyetleri yatırımların finansmanında rasyonel olan, sermaye piyasası yoluyla uzun vadeli borçlanma olacaktır. Firmaların hemen hemen yarısı sermaye piyasasından uzun vadeli fon sağlamayı düşünmediklerini ifade etmişlerdir. % 27'lik bir pay ile firmalar bu konuda bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Çok az bir oranla % 7'lik bir kısım ise sermaye piyasasından uzun vadeli fon sağlamayı düşündüklerini ifade etmişlerdir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Sermaye piyasası yoluyla uzun vadeli fon sağlama

Bu noktada firmaların neden uzun vadeli fonlardan yararlanmayı istemedikleri sorgulanırsa, büyük ihtimalle uzun vadeli fonların avantajları konusunda yeterince bilgi sahibi olmadıkları ve özellikle de bürokratik işlemlerle uğraşmak istemediklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2. Tüketim (Talep) Kapasitesi

Nevşehir ili pomza sektöründe üretilen ürünlere ilişkin talep durumu değerlendirildiğinde, hâkim görüşün yerel talebin yeterli olduğu yönünde bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Yıllar itibariyle bir değerlendirme yapıldığında da firmaların önemli bir kısmı yerel düzeyde talebin yeterli olduğunu görüşündedir. Yine yıllar itibariyle, yerel talep "son derece" yeterli düzeyde olduğu görüşünü paylaşan firmaların oranı artış göstermektedir (Şekil 3.5). Bu sektördeki tüketicilerin çevre dostu ürünlere olan talep duyarlılığının normal (% 27) ve yüksek (% 27) düzeyde ağırlıklı olduğu görülmektedir (Şekil 3.6). İç talebin yeterli olmasının yanında, az da olsa firmaların ürünlerine yönelik yurt dışı talep söz konusu olmaktadır. Sadece tek bir firmanın ürünlerinin % 50'si yurt dışı talebe hizmet etmektedir. Diğer firmalarda oldukça düşük oranlarda bir yurtdışı talep söz konusudur. Ortalama yurt dışı talep düzeyi % 4'lerde kalmaktadır. Yurtdışından gelen talebin karşılanma oranı ortalama % 16,8 iken (Şekil 3.7), sadece iki firma kendi ürünlerine yönelik olarak yurtdışından gelen taleplerin % 100'ünü karşıladığını ifade etmektedir.



Şekil 3.5 Son 5 yıllık yerel pazardaki talep durumu



Şekil 3.6 Sektörde çevre dostu ürünlere ilişkin talep duyarlılığı

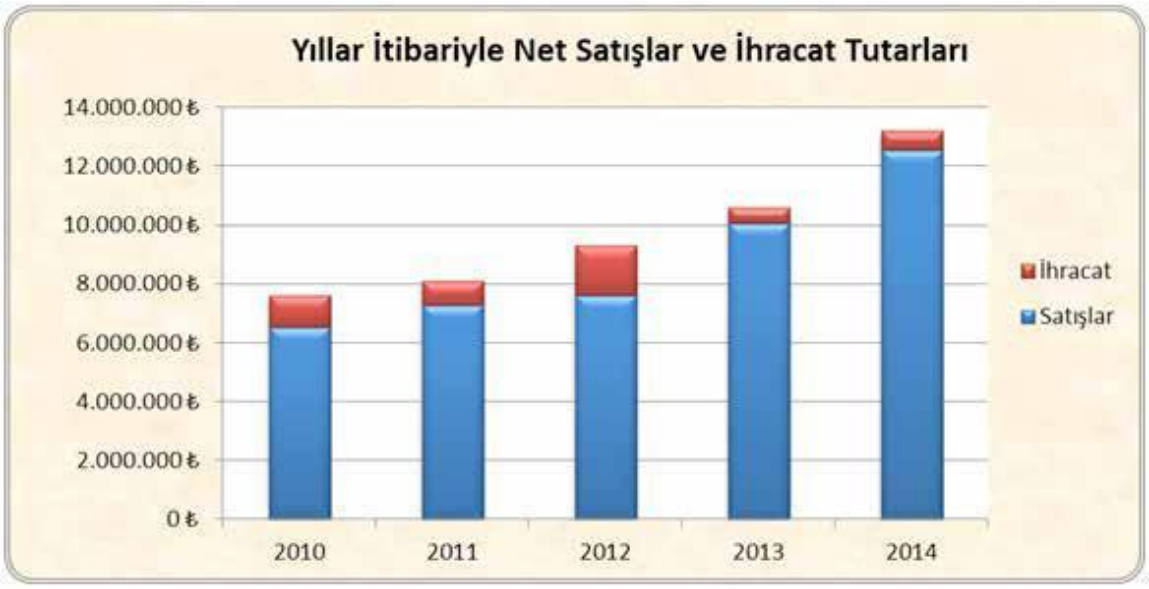


Şekil 3.7 Talebin yurtdışından gelme ve karşılama düzeyi

3.3. Üretim ve Kapasite Oranı

Firmaların yıllar itibariyle üretimden satışları incelendiğinde, yurtiçi satışların artan bir trende sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.8). 2010 yılında 6,5 milyon TL seviyesinde olan net satışlar 2014 yılında 12.5 milyon TL'ye ulaşmıştır. Sektörün satışları 5 yılda % 100'lük bir artış göstermiştir. Şekil 3.5'de görüldüğü gibi yurtiçi talebin gittikçe artması nedeniyle satışlarda da bir artışın olması olası görünmektedir.

Diğer yandan, yurt dışı satış tutarlarına bakıldığında, son 5 yıllık süreçte giderek azaldığı görülmektedir. Ağırlıklı olarak yurt içi piyasaya yönelik bir sektör görüntüsü sergilemektedir. Bu noktada taşıma maliyetlerinin yüksek olması, ihracat için kalite standartlarının sektörün çok küçük bir kesimi tarafından karşılanıyor olması ve genellikle de inşaat dışında diğer sektörlere sağlanan çıktı oranının düşük kalması bu sektörün ihracatının düşük seviyelerde seyretmesinin sadece birkaç sebebi olarak ifade edilebilir. Nevşehir ili pomza sektöründe, yıllar itibariyle firmaların kapasite kullanım oranlarında bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 3.9). 2010 yılında % 32 seviyelerinde olan kapasite kullanım oranı, 2014 yılında % 43,8 seviyelerine yükselerek son beş yıllık dönemde ciddi bir artış göstermiştir.



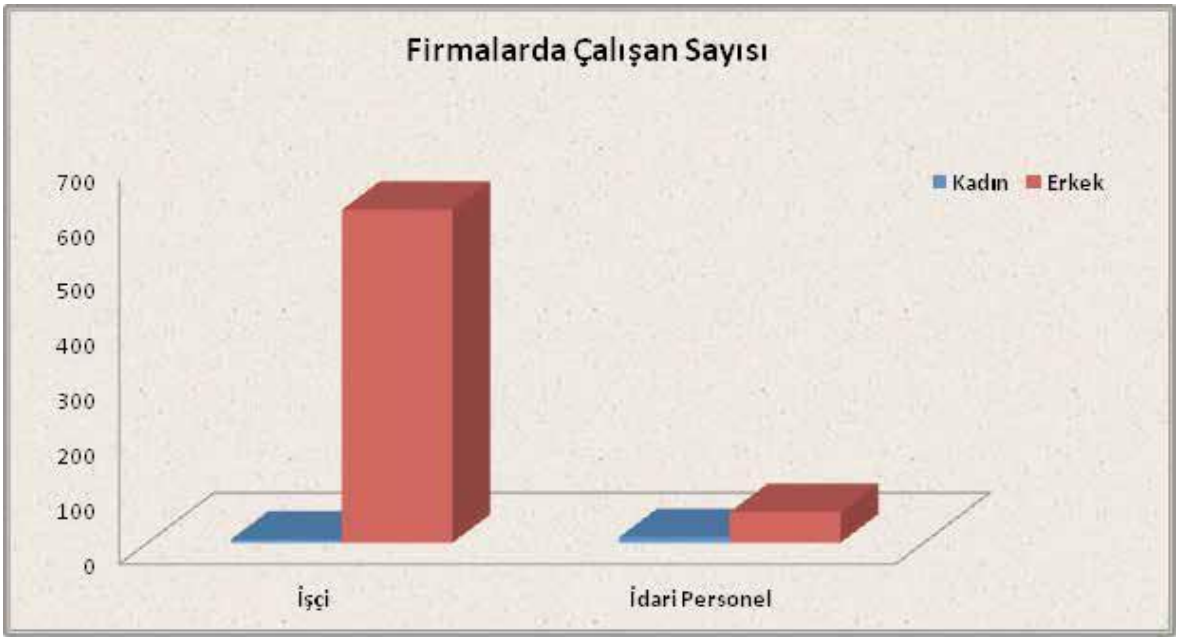
Şekil 3.8 Yıllara göre net satışlar ve ihracat miktarları



Şekil 3.9 Yıllara göre kapasite kullanım oranı

3.4. Sektörün İstihdam Yapısı

Sektörde faaliyet gösteren firmaların istihdam durumuna bakıldığında, ankete katılan firmalarda toplamda 614 işçi ve 66 idari personel çalışmaktadır. İşçilerin sadece 6'sının ve idari personelin ise sadece 10'unun bayan olduğu görülmektedir (Şekil 3.10). Sektörün tamamı düşünüldüğünde yaklaşık 1.000 kişi civarında bir istihdam sayısına sahip olduğu tahmin edilmektedir.



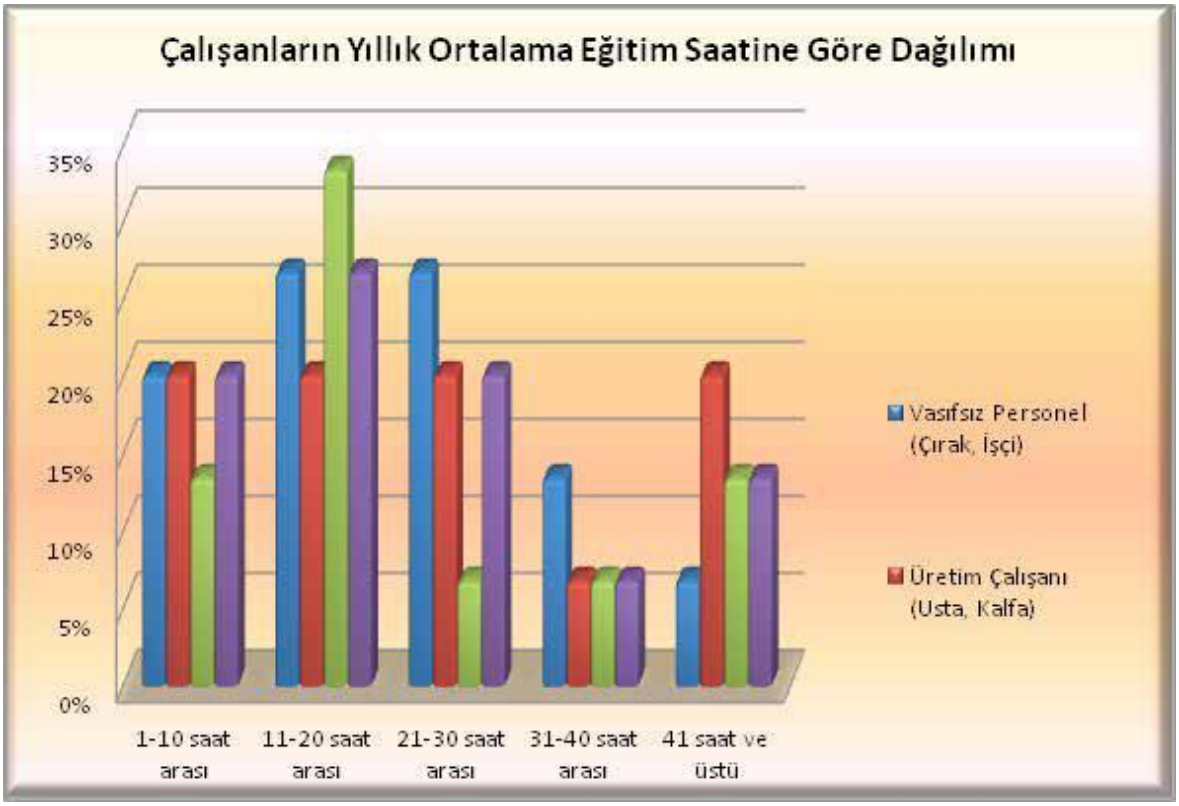
Şekil 3.10 Firmalarda kadın/erkek çalışan sayısı

Firmalarda çalışan personelin eğitim durumuna göre dağılımı Tablo 3.2'de görüldüğü gibidir. Ağırlıklı olarak lise ve ilkokul mezunu personelin çalıştığı anlaşılmaktadır. Genellikle idari personelin fakülte mezunu olduğu görülmektedir.

Tablo 3.2 Firmalarda çalışanların eğitim düzeyine göre dağılımı

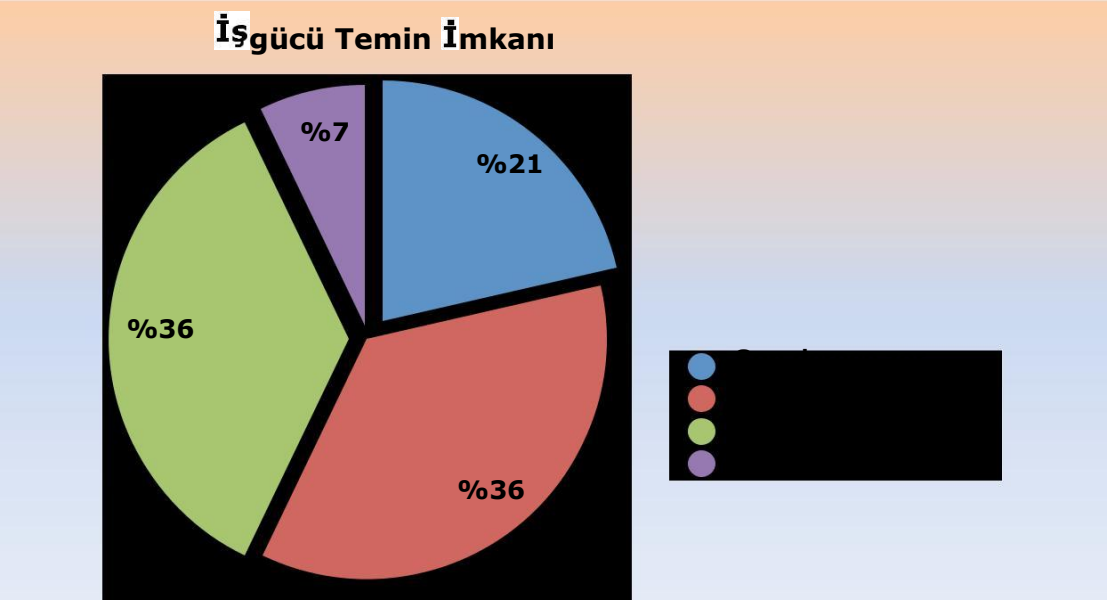
Personel	İlkokul	**Ortaokul**	**Lise**	**MYO**	**Fakülte**
Vasıfsız Personel (Çırak, İşçi)	172	120	115	1	-
Üretim Çalışanı (Usta, Kalfa)	14	38	92	2	-
Teknik Personel (Mühendis, vb.)	-	13	11	1	6
İdari Personel (İK, Pazarlama, Finansman, Muhasebe, vb.)	-	4	16	9	20
TOPLAM	**186**	**175**	**267**	**13**	**26**

Sektörde, vasıfsız personel (çırak, işçi), üretim elemanı (kalfa, usta), teknik personel (mühendis, vb.) ile idari personel (insan kaynakları, pazarlama, finansman vb.) üretim süreçlerine adaptasyon amacıyla zaman zaman eğitim almaktadır. Firmalarda çalışan personelin aldığı hizmet içi eğitimin yıllık olarak dağılımı Şekil 3.11'de görülmektedir. Buna göre, firmaların % 33'ünde teknik elemanlara yılda 11-20 saat arası eğitim verilmektedir. Yılda ortalama 41 saat ve üstü eğitim verilen grup ise, kalfa ve ustalardan oluşan üretim personelidir. Vasıfsız personele, firmaların % 20'si 1-10 saat arası, % 27'si 11-20 saat arası,
% 27'si 21-30 saat arası, % 13'ü 31-40 saat arası ve % 7'si 41 saat ve üstü eğitim vermektedir. Üretim elemanına, firmaların % 20'si 1-10 saat arası, % 27'si 11-20 saat arası, % 20'si 21-30 saat arası, % 7'si 31-40 saat arası ve % 20'si 41 saat ve üstü eğitim vermektedir. Teknik personele, firmaların % 13'ü 1-10 saat arası, % 33'ü 11-20 saat arası, % 7'si 21-30 saat arası, % 7'si 31-40 saat arası ve % 13'ü 41 saat ve üstü eğitim vermektedir. İdari personele ise, firmaların % 13'ü 1-10 saat arası, % 27'si 11-20 saat arası, % 20'si 21-30 saat arası, % 7'si 31-40 saat arası ve % 13'ü 41 saat ve üstü eğitim vermektedir (Şekil 3.11).



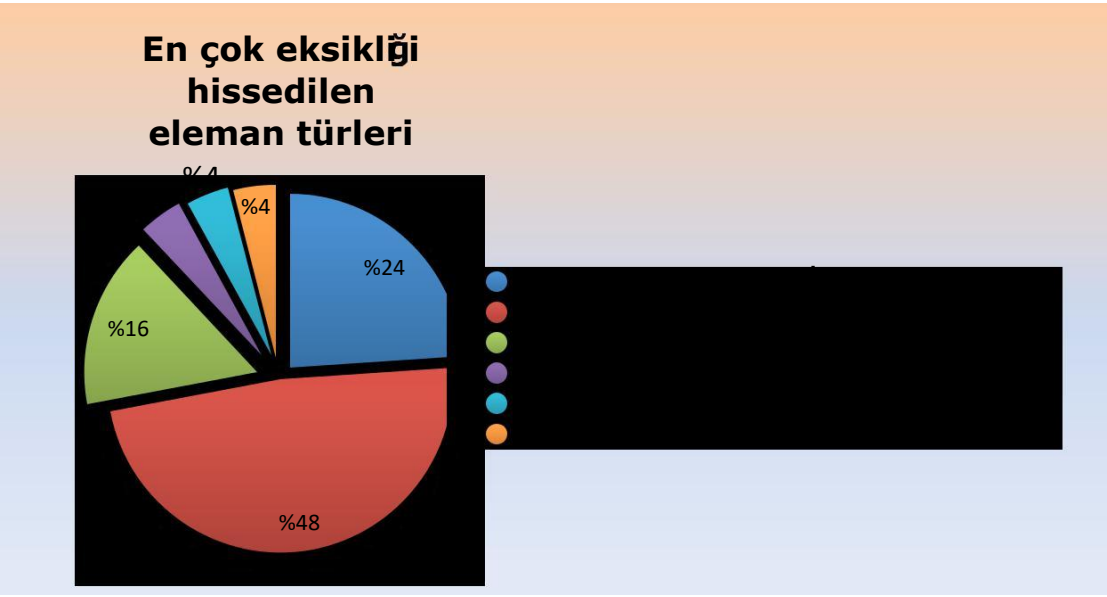
Şekil 3.11 Çalışanların yıllık ortalama eğitim saatine göre dağılımı

Pomza sektöründe işgücü temin imkânları açısından değerlendirildiğinde firmaların eşit oranda zor ve normal düzeyde olduğunu ifade etmeleri dikkati çekmektedir. Firmaların % 36'sı işgücü temin imkânının zor olduğunu belirtirken, diğer bir % 36'lık kısım ise normal düzeyde olduğunu ifade etmektedir. İşgücünü temin imkânı son derece zor diyenlerin oranı ise % 21 olarak gerçekleşmiştir. Zor ve son derece zor diyenlerin toplamı ise % 57 yapmaktadır (Şekil 3.12). Bu ise aslında sektörde işgücü teminin oldukça güç olduğunu göstermektedir.



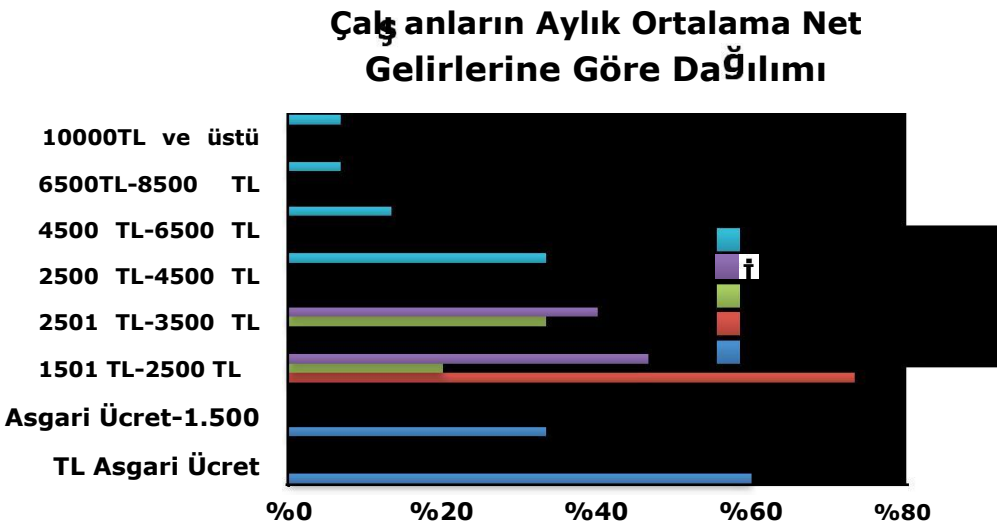
Şekil 3.12 İşgücü temin imkânları

Sektörde işgücü temini konusunda en fazla üretim çalışanı konusunda sıkıntı çekildiği ifade edilmektedir (Şekil 3.13). Firmaların % 48'i üretim elemanı, % 24'ü vasıfsız personel olan; çırak ve işçi, % 16'sı teknik personel ve % 4'lük dilimler ise ara personel, idari personel ile yönetici temini konusunda güçlük çektiğini göstermektedir.



Şekil 3.13 En çok eksikliği hissedilen eleman türleri

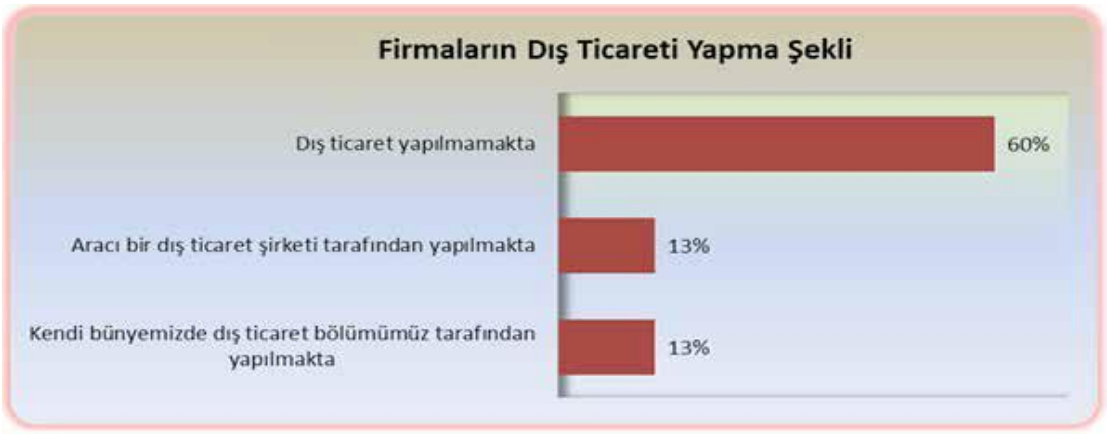
Firmaların % 73'ü üretim elemanı olan kalfa ve ustalara 1.500-2.500 TL aralığında bir ücret ödemektedir. Buna karşın vasıfsız elemanlara firmaların % 60'ı asgari ücret ödemektedir. Yöneticilere ise, 2.500-10.000 TL aralığında değişen miktarlarda ücret ödendiği görülmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Çalışanların aylık ortalama net gelirlerine göre dağılımı

3.5. Dış Ticaret Durumu

Sektörün dış ticaret durumu incelendiğinde, ihracatın oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 3.8). Genellikle Suudi Arabistan, Cezayir, Tunus, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bimsblok ve pomza ürünlerinin satışı gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, firmaların büyük bir çoğunluğu dış ticaret yapmamaktadır. Dış ticaret yapmayan firmaların oranı ise % 60 gibi küçümsenmeyecek bir seviyededir. Dış ticaret yapanların % 13'ü, aracı bir dış ticaret şirketi vasıtasıyla ticaretlerini gerçekleştirmektedir. Firmaların % 13'ü ise, kendi bünyelerinde oluşturdukları dış ticaret bölümleri aracılığıyla dış ticaret faaliyetlerini sürdürmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Firmaların dış ticaret yapma şekli

3.6. Üretim Yöntemi ve Teknolojisi

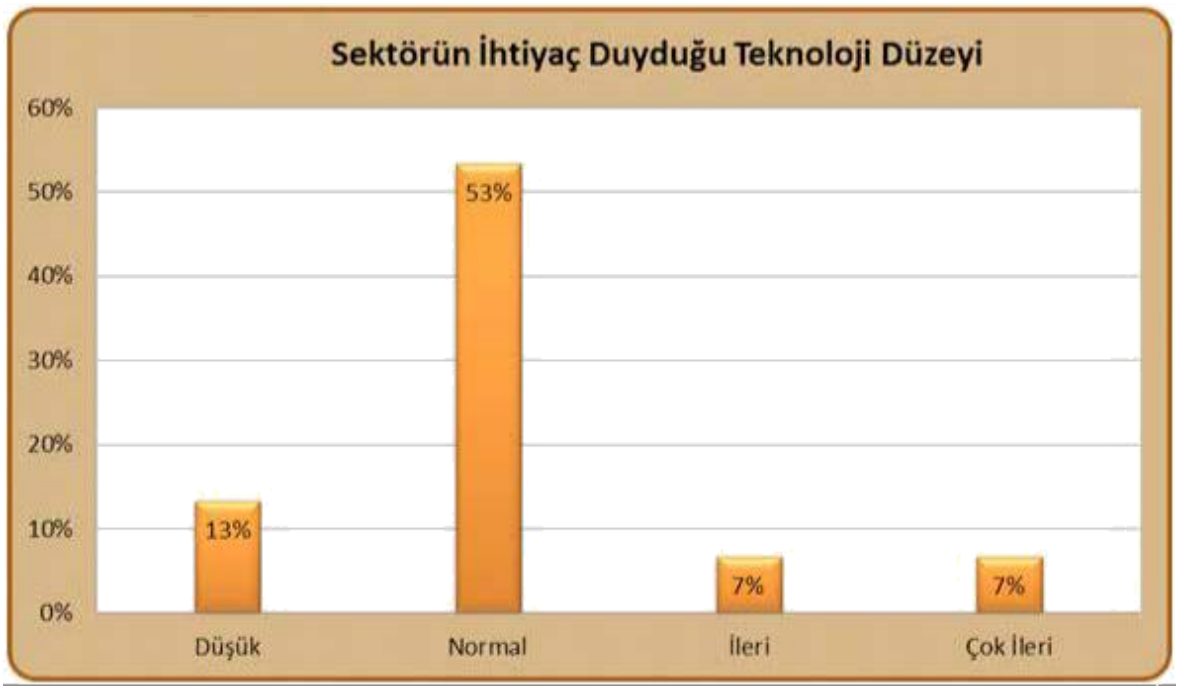
Üretim yöntemi, kıt olan üretim faktörleri ile en fazla üretimi gerçekleştirme yollarını ifade etmektedir. Firmaların kullandıkları üretim yöntemlerini belirlerken takip ettikleri stratejiler maksimum üretimi gerçekleştirmede önemli olmaktadır. Analiz kapsamında ele alınan firmaların % 47'si belirli bir ürün veya hizmete odaklanarak en iyi olmaya çalıştıklarını ifade etmektedirler. Firmaların % 33'ü , eşsiz bir ürün veya hizmet geliştirerek rekabet avantajı elde etmeye çalıştıkları bir stratejiyi takip ettiklerini belirtmişlerdir (Şekil 3.16). Firmaların % 27'si ise, üretimi ve dağıtımı en düşük maliyetle başarmayı amaçladıklarını ifade etmektedirler.



Şekil 3.16 Firma olarak takip edilen temel stratejiler

Firmaların üretim süreçlerinin profesyonel anlamda yürütülmesinin önemi oldukça büyüktür. Kaynak planlaması ve üretimin bu planlamaya dayalı olarak yapılması firmalara maliyet avantajı sağlayabilecektir. Fakat genel olarak firmalarda, aktif olarak kullanılan Kurumsal Kaynak Planlamasının yapılmadığı görülmektedir.

Üretim sürecinde teknoloji ve teknolojinin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Her sektör farklı teknolojik düzeyde üretimini gerçekleştirmektedir. Pomza sektöründe ihtiyaç duyulan teknoloji düzeyine bakıldığında, firmaların % 53'ü ihtiyaç duyulan teknolojinin normal düzeyde olduğunu ifade etmişlerdir (Şekil 3.17). Firmaların % 13'ü, sektörün teknoloji ihtiyacının düşük olduğunu belirtirken, geri kalan % 14'lük kısmı ise sektörün ileri teknoloji gerektirdiğini ifade etmektedir.



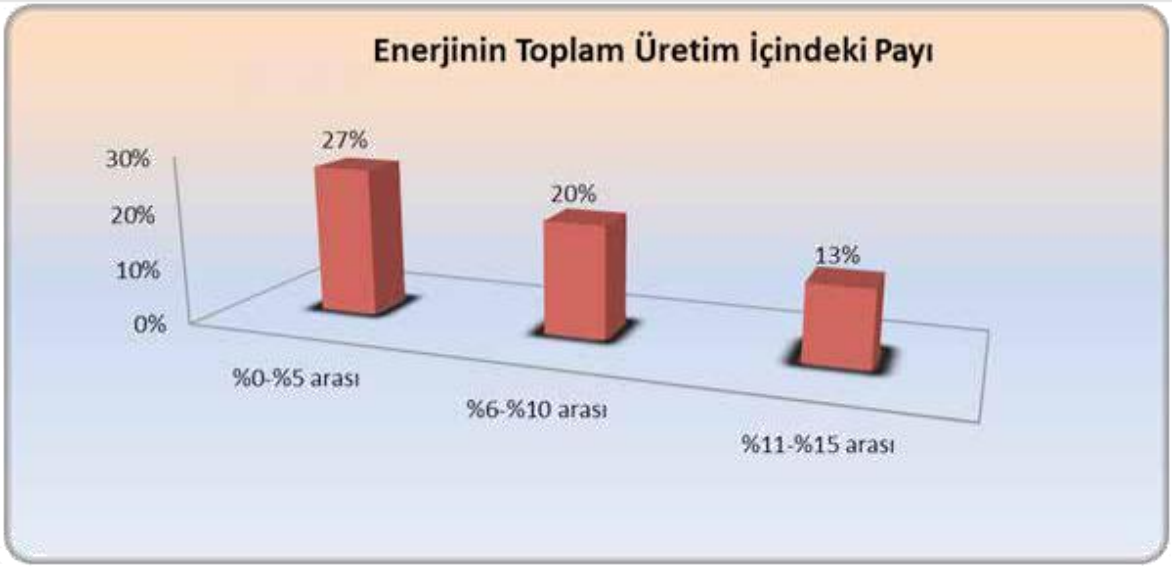
Şekil 3.17 Sektörün ihtiyaç duyduğu teknoloji düzeyi

Bununla birlikte sektörün mevcut teknoloji düzeyi açısından bir değerlendirme yapıldığında, firmaların % 60'ı teknoloji düzeyinin yeterli olduğunu vurgulamaktadır (Şekil 3.18).

Sektörün üretimde kullandığı enerji değerlendirildiğinde ise, toplam üretim içerisinde enerji giderlerinin payının farklılaştığı görülmektedir. Firmaların % 27'si üretimdeki enerji giderlerinin payının % 0-5 arası, % 20'si % 6-10 arası ve % 13'ü ise %11-15 arası olduğunu ifade etmektedir (Şekil 3.19).

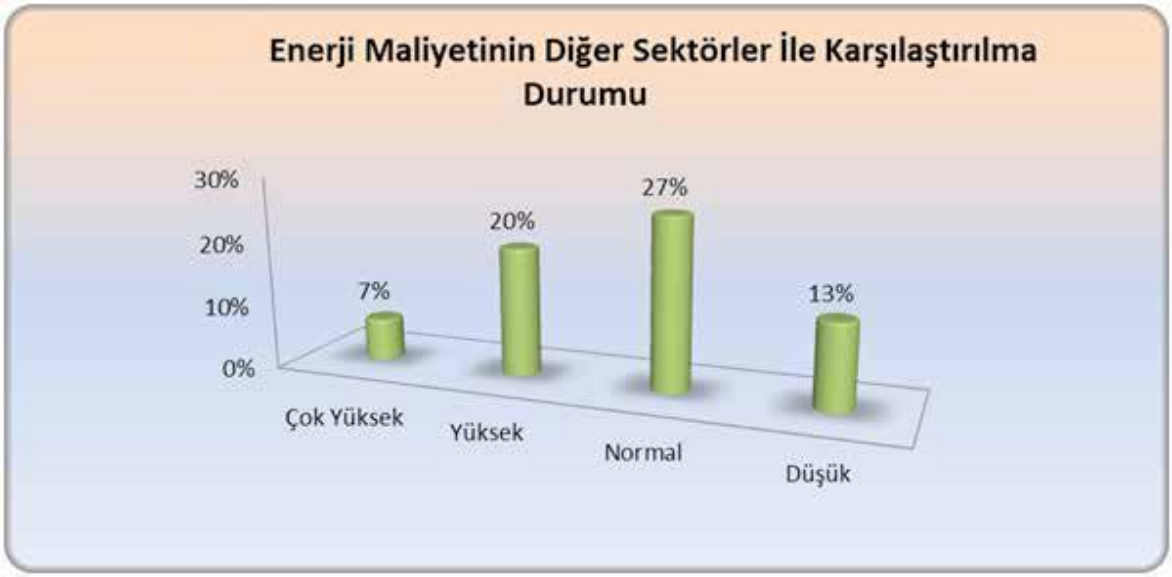


Şekil 3.18 Firmaların mevcut teknoloji düzeyleri



Şekil 3.19 Enerjinin toplam üretim içindeki payı

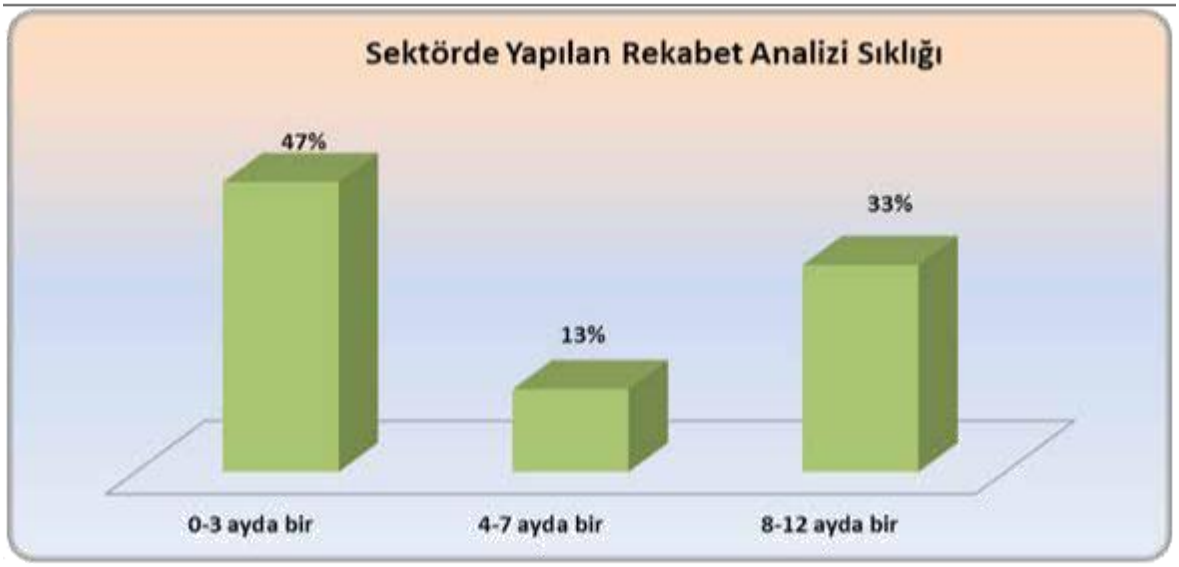
Enerji maliyetleri açısından pomza sektörü ile diğer sektörler karşılaştırıldığında, firmaların % 20'si diğer sektörlere göre enerji maliyetlerinin yüksek olduğunu belirtmektedirler. Firmaların % 27'si ise diğer sektörlerle benzer düzeyde enerji maliyetlerinin olduğunu ifade etmektedirler (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Enerji maliyetinin diğer sektörler ile karşılaştırmalı durumu

3.7. **Araştırma Geliştirme Faaliyetleri ve Yenilikçilik**

Son yıllarda her sektörde olduğu gibi pomza sektöründe de rekabetçilik ön plana çıkmaya başlamıştır. Sektörde yapılan rekabet analizi sıklığı değerlendirildiğinde, firmaların % 47'si ortalama 0-3 ay arasında rekabet analizi yapmaktadır. Firmaların % 13'ü 4-7 ay arasında, % 33'ü ortalama yılda bir rekabet analizi yapmaktadır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Sektörde yapılan rekabet analizi sıklığı

Rekabetin artan önemi nedeniyle pazar araştırmaları yapmak da firmalara bazı avantajlar sağlamaktadır. Firmaların % 40'ı aylık pazar araştırması yaparken, % 7'sinin hiç pazar araştırması yapmadığı ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.22).



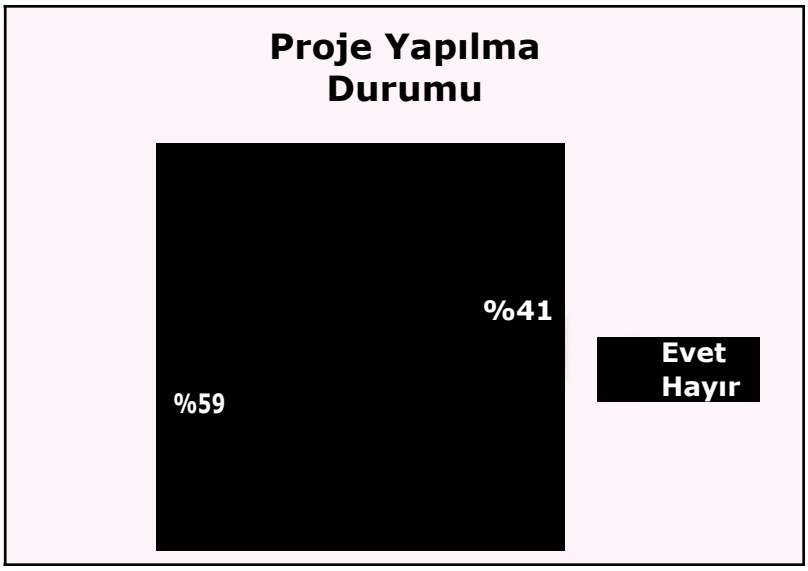
Şekil 3.22 Pazar araştırmaları veya analizini yapma sıklığı

Firmaların rekabet gücü kazanabilmesi açısından önemli olan araştırma geliştirme faaliyetleri ise, sektörün geneli değerlendirildiğinde oldukça düşük düzeyde kalmaktadır. Araştırma kapsamında olan firmaların % 40'ı bu konuda herhangi bilgi vermezken, % 13'ü hiç araştırma geliştirme harcaması yapmadığını ifade etmektedir. Bunun yanında, firmaların
% 47'si araştırma geliştirme harcamalarının % 1 ile % 3 arasında yıllık satışlarına katkısı olduğunu belirtmiştir (Şekil 3.23). Düşük seviyede kalmasına rağmen araştırma geliştirme harcamalarının, toplam satışlar üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir. Buradan hareketle araştırma geliştirme faaliyetlerine gereken önemin verilmesi durumunda, satışlarda önemli artışlar kaydedilebilecektir.



Şekil 3.23 Ar-Ge harcamalarının yıllık ciroya % katkısı

Araştırma geliştirme faaliyetlerini destekleyici projelerin yapılma durumu incelendiğinde, firmaların % 59'nun hiç proje yapmadığı, buna karşın % 41'nin en az bir proje yaptığı anlaşılmaktadır (Şekil 3.24). Patent ve faydalı model sayısı konusunda bir değerlendirme yapıldığında, son beş yıllık dönemde hiçbir gelişme olmadığı görülmektedir.



Şekil 3.24 Firmaların proje yapma durumları

Ayrıca, üretim faaliyetlerinde yapılan yenilik düzeylerine bakıldığında, en yüksek yenilik yapma oranın 2010 yılında % 73 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Daha sonraki yıllarda ise bir düşüş yaşanmış fakat 2013 yılından itibaren mevcut ürünlerin yenilik düzeylerinde bir artış trendi yakalanmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Mevcut ürünler üzerine yapılan inovasyon düzeyi

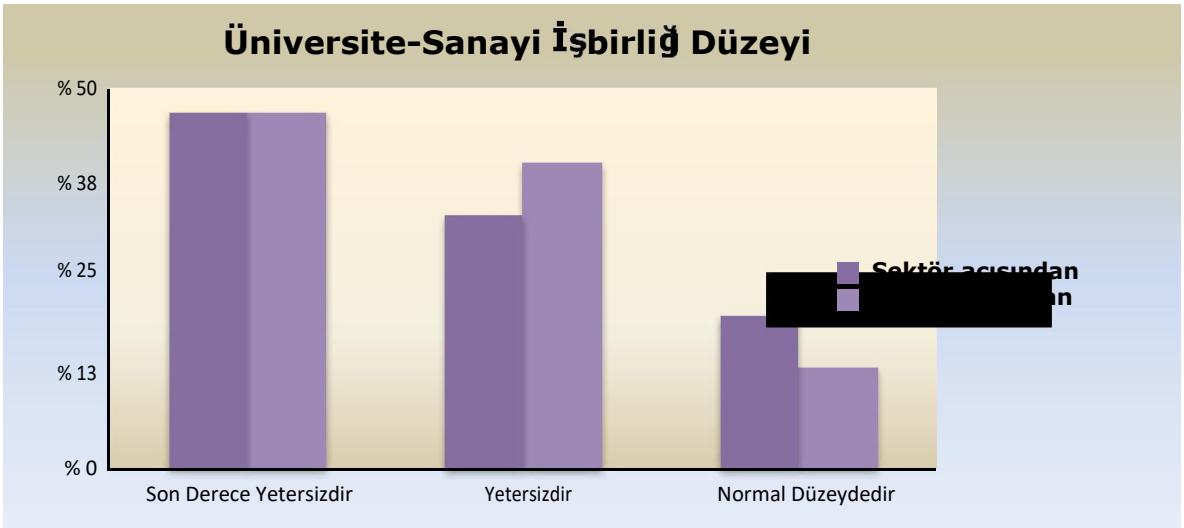
Firmaya özgü ürün ve süreçlerin taklit edilmesi konusunda, firmaların % 20'si herhangi bir beyanda bulunmazken, % 60'ı taklit edilme durumunun olmadığını ifade etmiştir. Geri kalan % 20'lik kısım ise, kendi firmalarına özgü ürünlerin ve süreçlerin taklit edildiğini vurgulamıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Firmaya özgü ürünlerin ve süreçlerin taklit edilme düzeyi

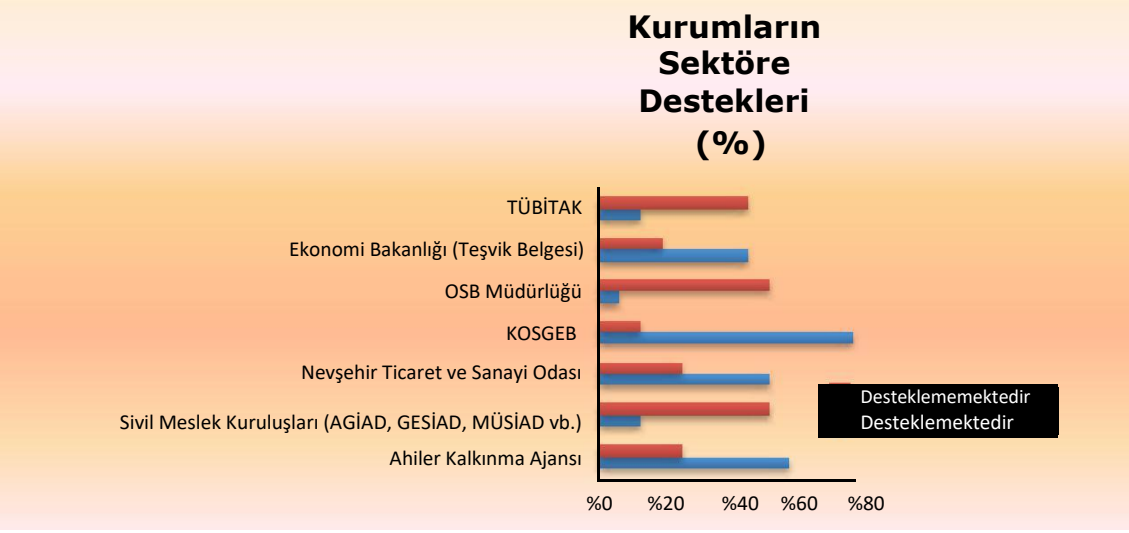
3.8. Üniversite-Sanayi İşbirliği ve Devlet Desteği

Sektörel gelişmenin sağlanmasında üniversite-sanayi işbirliğinin önemi oldukça büyüktür. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi de Nevşehir ilinde sektörel gelişmeye destek sağlamak üzere önemli bir yapı taşını oluşturmaktadır. Pomza sektöründe faaliyette bulunan firmalar ile üniversite işbirliği üzerine bir değerlendirme yapıldığında, firmaların % 47'si sektör ve firma açısından işbirliği düzeyinin son derece yetersiz olduğu görüşündedir. Firmaların % 33'ü sektör açısından ve % 40'ı ise firma açısından işbirliği düzeyinin yetersiz olduğunu belirtmektedir (Şekil 3.27). Küçük bir kesim ise üniversite-sanayi işbirliği düzeyinin normal düzeyde olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 3.27 Üniversite-Sanayi işbirliği düzeyi

Diğer yandan sektöre yapılan destekler dikkate alındığında ise, en büyük desteğin % 80'nin üzerinde bir oran ile KOSGEB tarafından sağlandığı görüşü ortaya çıkmaktadır. Daha sonra ikinci sırada ise % 60'lık bir oran ile Ahiler Kalkınma Ajansı yer almaktadır. TÜBİTAK desteklerinin ise düşük kaldığı göze çarpmaktadır.



Şekil 3.28 Diğer kurumların sektöre destek oranları

3.9. Sektörün Sorunları

Ülkemizde üretimi ve ihracatı sürdürülen pomza sektörünün mevcut ve ileride ortaya çıkabilecek üretim, araştırma, yatırım ve pazarlama ile ilgili sorunları önerileri ile birlikte aşağıda irdelenmiştir. Sorunların tespiti noktasında yapılan incelemelerden ve görüş alışverişlerinin yanı sıra literatürden faydalanılmıştır.

Öncelikle pomza açısından yüksek bir rezerve sahip olmamıza rağmen nihayetinde pomzanın doğada sınırlı bir şekilde bulunmaktadır. Bundan dolayı, firmaların mevcut kaynakları kontrolsüz bir şekilde kullanması ve geleneksel üretim teknik ve süreçleriyle bimsblok üreticiliğine devam etmesi durumunda, uzun vadede firmaların faaliyetlerine devam etmesi mümkün görünmemektedir. Bu nedenle firmaların araştırma geliştirme çalışmalarına bütçe ayırmak suretiyle katma değeri yüksek ürünleri üretmeleri gerekmektedir. Böylece hem firma açısından hem de ülke ekonomisi açısından pomza sektöründe farklı bir boyuta geçilmiş olacaktır.

Pomza madeninin üretimi esnasında rastgele bir çalışma metodu hâkimdir. Hafriyatçılıktan bir an önce vazgeçilerek madencilik metotlarının uygulanması muhakkak temin edilmeli, cevher kaybı asgariye indirilerek, bilimsel işletme metotları titizlikle uygulanarak istihraç sağlanmalıdır. Bu aşamaya gelebilmek için, vakit kaybetmeksizin ilgili kişi, kurum ve kuruluşlardan, bilimsel ve teknik yardım talebinde bulunulmalı, işletme projeleri sağlıklı olarak geliştirilmeli, teknik personel istihdamına önem verilmelidir.

Pomzanın yaygın kullanım alanının olması, bu ürüne yönelik talebin gelecekte artacağı öngörülmektedir. Pomza kaynaklarının en verimli şekilde üretimde kullanılması ve katma değerinin yükseltilmesi, bu sektörün karlılığını da arttıracaktır.

Araştırma ve geliştirme faaliyetleri her sektörde olduğu gibi bu sektörde de ciddi maliyet yaratan ve geri dönüşümü uzun süren bir faaliyettir. Bu maliyetlerin karşılanmasında iç fonlar yeterli gelmeyebilir. Nevşehir ilinde faaliyet gösteren firmaların araştırma geliştirme faaliyetlerinde bulunabilmeleri için uzun vadeli fonlara yönelmeleri bu konudaki finansman ihtiyaçlarını karşılayabilecektir. Ayrıca bu konuda üreticilerin cesaretlendirilmesi ve yönlendirilmesi gerekmektedir.

Pomzadan elde edilen ürünlerin standardizasyon ve kalibrasyon olmaması nedeniyle üretici ile tüketici arasında problemler yaşanmaktadır. Üretimde gerekli alt yapı ve teknolojik yatırımlara gidilerek standardizasyon ve kalibrasyon sağlanmalı, kaliteye özen gösterilmelidir. Oluşturulacak standartlarda tüketici talepleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu konuda Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi bünyesinde kurulacak olan “Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi” büyük bir rol üstlenebilir.

Sektör paydaşlarının belirttiğine göre, ciddi pomza rezervine sahip olmalarına rağmen bazı ülkelerin ülkemizden pomza ihraç rakamları her geçen gün artmaktadır. Söz konusu ülkeler, Türk pomzasının ambalajını yenileyerek dünya pazarlarına kendi İsimleriyle sürdürdükleri ve

bu işten büyük kazançlar sağladıkları görülebilmektedir. Bundan dolayı pomzanın yurtdışına hammadde olarak çıkmasının önüne geçilmelidir. Hammadde ihracından ziyade, üniversite – sanayi işbirliği geliştirilerek mamul ürün yatırım imkânları araştırılmalı ve hayata geçirilmelidir.

Pomza üretici ve ihracatçıları, başta pazarlama konusunda olmak üzere her konuda daha bilinçli davranmaları gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerden uzaklaşarak, günümüzün etkili iletişim kanallarını daha yoğun kullanmalıdır. Her türlü yeniliğe açık bir pozisyon almaları hem bölge hem de ülke ekonomisi için büyük önem arz etmektedir.

Sektörün yaşamakta olduğu diğer önemli bir sorun ise kendi aralarındaki haksız rekabettir. Ülke İçindeki üretici ve ihracatçıların yeteri kadar ortak hareket etmemesi, birbirleri İle rekabet ortamı yaratmaları, gerçek madencilik bilincinden yoksun ilkel üretim anlayışı sektörün genişlemesini zorlaştırmaktadır.

Yukarıda geniş bir şekilde değinilen sorunlar maddeleştirerek vermek gerekirse, aşağıda belirtilen şu sorunlar öne çıkmaktadır.

- Ürün standardizasyonu ve kalite anlayışının yerleşmemiş olması,
- Pazarlama ve tanıtım konusunda bilinçli davranılmaması,
- Üniversite – sanayi işbirliğinin yok denilecek kadar az olması,
- Ar-Ge çalışmalarına önem verilmemesi ve maliyetlerinin çok yüksek olması
- Maden üretimi konusunda rastgele bir çalışma metodunun hâkim olması
- Kalifiye eleman eksikliği,
- Haksız rekabet sebebiyle belirli bir fiyat politikası uygulanamaması ve birim fiyatların düşmesi,
- Nakliye giderlerinin oldukça fazla olması,
- Ortak hareket etme kültürünün yetersizliği,
- Katma değeri düşük ürünlerin sektöre hâkim olması

4. POMZA ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİNİN FİZİBİLİTESİ

Son yıllarda, dünyadaki bilimsel ve teknolojik gelişmelerin baş döndürücü bir hızla ilerlemesinden dolayı araştırma ve geliştirme faaliyetleri büyük bir önem kazanmıştır. Ülkeler bu teknolojik gelişmelere ayak uydurmak, hızla gelişmekte olan bu teknolojik arenada yerlerini alabilmek ve rekabet güçlerini artırmak için yatırım yapmak zorundadırlar. Ülkelerin teknolojik ve ekonomik gelişmeler sağlayabilmesi için kullanılabilir bilginin üretilmesine ve farklı disiplinlerde yer alan bilim insanlarının multidisipliner çalışmalar yapması gerekmektedir. Nevşehir, en önemli sanayi alanlarından biri olan pomza sektörünü dünyadaki gelişmeler paralel bir şekilde geliştirebilmesi için multidisipliner çalışmaların yapılabileceği ve uygulanabileceği bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenden dolayı Ahiler Kalkınma Ajansı ile Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi arasında 26.03.2015 tarihinde imzalanan protokole esas olarak bu bölümde bu araştırma merkezinin yapısı, maliyeti ve 10 yıllık bir projeksiyonu değerlendirilmiştir.

4.1. Merkezin Amacı

Ülkemizde pomzanın inşaat sektörü haricinde yer alan diğer sektörlerde kullanımı, dünyadaki kullanım oranlarından farklılık sunmaktadır. Dünyada ziraat ve kimya alanındaki kullanım oranları sırasıyla % 12 ve % 8 iken, ülkemizde ise bu oranlar sırasıyla % 6 ve % 3 civarındadır. Özellikle kimya sektörün kullanılan pomzanın katma değerinin daha yüksek olduğu düşünüldüğünde ülkemizin önemli bir kaybı söz konusudur. Bundan dolayı yeni ve katma değeri yüksek ürünlerin geliştirilmesi sektör açısından büyük önem arz etmektedir. Planlanan araştırma merkezinin bu anlamda önemli rol üstleneceği beklenmektedir.

Üniversite-sanayi işbirliğinin yok denilebilecek kadar az olması ve Ar-Ge çalışmalarına yeterince önem verilmemesi sektörün en önemli zayıf yönlerinden bazıları olarak öne çıkmaktadır. Planlanan bu araştırma merkezi söz konusu zayıf yönlerin ortadan kaldırılmasına direk olarak etki edebilecektir. Bunun yanı sıra, kalifiye eleman eksikliği, ürün standardizasyonu ve kalite anlayışı eksikliği gibi sektörün diğer zayıf yönlerinin giderilmesi noktasında dolaylı olarak olumlu etki yapacaktır.

İlimizde hali hazırda pomzadan ağırlıklı olarak üretilmekte olan yapı malzemelerinin kuru birim ağırlık ve ısı iletkenlik gibi teknik özelliklerinin daha iyi hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun sağlanması durumunda bimsblok ürünleri; piyasadaki rakipleri olan gaz beton ve tuğlaya göre daha avantajlı hale gelebilecektir. Kuru birim ağırlıklarının düşürülmesi, hem bina yükü azalmasına neden olacağı gibi sektörün zayıf yönlerinden bir olan nakliye maliyetlerinin kısmen iyileşmesini sağlayacaktır. Araştırma merkezinin bünyesinde, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ve diğer üniversite öğretim elemanları ortak çalışmalarla söz konusu teknik özelliklerin gelişmesine yönelik çalışmalar yapabilecektir.

Özellikle yapı malzemeleri alanında faaliyet gösteren firmaların üretmiş oldukları ürünleri iç ve dış piyasaya rahatlıkla pazarlayabilmeleri için ve yapı malzemelerinde yürürlükte olan yönetmeliklerden dolayı belgelendirmeleri (TSE, CE, UTO vb) gerekmektedir. Bu süreçte firmaların ihtiyacı olan laboratuar deney ihtiyaçlarını, mevcut durumda Manisa/Turgutlu, Çorum, Gebze ve İzmir'de bulunan Türk Standartları Enstitüsü (TSE) laboratuvarlarından karşılamaktalar. Bu durum firmaları kısmen maliyet ve özellikle zaman açısından olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırma merkezi bünyesinde kurulacak olan yapı malzemeleri laboratuarı ile sektörün bu ihtiyacı karşılanabilir. **Bu laboratuarın TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre akredite edilmiş olması gerekmektedir.**

Yukarıda değinildiği gibi, pomzanın ve pomzadan üretilen ürünlerin teknik özelliklerinin ortaya konulması ve Ar-Ge çalışmaları ile pomzanın en efektif şekilde kullanılıp alternatif ürünler üretip yöreye ciddi bir katma değer sağlanması bu araştırma merkezinin ana amacını oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, yapılacak olan çalışmalarla sektörün ulusal ve uluslar arası ölçekte rekabet gücü artırmak araştırma merkezinin bir diğer amacıdır.

4.2. Araştırma Merkezinin Faaliyet Alanı

Pomzanın kullanılacağı alanlarla ilgili/gerekli Ar-Ge çalışmaları yapılması ve endüstriyel uç ürünlerin üretimine olanak sağlanması durumunda, Nevşehir bölgesi sahip olduğu pomza potansiyeli ile çok daha yüksek ekonomik getirilere sahip olabilecektir (Gündüz, 2015). Mikronize pomzadan yapılma yalıtım amaçlı doğal ürün türevleri bazında ekonomiye sağlayacağı katma değerin 850-900 Milyar TL'yi, kimya, savunma sanayi ve nano ileri teknolojik ürünlerin üretiminde değerlendirilmesi sağlandığı durumlarda ise, bu potansiyelin 9-10 Katrilyon TL'yi bulan ekonomik değere sahip olacağı belirtilmektedir (Sonugelen, 2011). Buradan görülmektedir ki, araştırma merkezinin öncelikli faaliyet alanları Ar-Ge çalışmaları, sektörün ihtiyaç duyduğu laboratuar deney ve belgelendirme süreci olacaktır.

4.2.1. Ar-Ge Çalışmaları

Mevcut ürünlerin teknolojik özelliklerin iyileştirilmesi ve katma değeri yüksek yeni ürünlerin geliştirilmesi Ar-Ge çalışmalarının temel alanlarını oluşturmaktadır. Raporun daha önceki bölümlerinde belirtildiği üzere Nevşehir bölgesinde pomza ağırlıklı olarak yapı malzemeleri alanında kullanılmakta olup, özellikle farklı boyut ve geometrilerde üretilen bimsblokların bazı teknik özelliklerinin iyileştirilmesinin sektöre olumlu katkı yapacağı öngörülmektedir. Ar-Ge çalışmaları kapsamında merkezin yapacağı öngörülen çalışmalar aşağıda alt başlıklar şeklinde verilmiştir.

4.2.1.1. Mevcut Ürün Özelliklerinin Geliştirilmesi

Günümüzde bilindiği üzere enerji önemli bir konu olup, ülkelerin önem verdiği konuların başında gelmektedir. Ülkemiz, enerji tüketiminde, gelişmiş ülkelere göre 2-4 kat fazla enerji

tüketmektedir. Türkiye, gelişmişlik göstergelerinden biri olan enerji kullanım açısından ortalamanın çok altında olmasına karşılık, kullandığı enerjiyi de ortalamanın 1.5 katı israfla kullanmaktadır. Türkiye'de tüketilen enerjinin % 33 Binalarda, % 30 Sanayide, % 19 Ulaştırmada ve %18 Diğer alanlardadır. Binalarda harcanan enerjinin de % 70'i de ısıtma ve soğutmada kullanılmaktadır. Konutlarda kullanılan enerjinin büyük bir bölümü ısıtma ve soğutma amaçlı olarak tüketilmektedir.

Isı farklı sıcaklıklara sahip ortamlarda daima sıcaktan soğuğa doğru hareket ederek dengelenme eğilimindedir. Yapı elemanlarını meydana getiren malzemeler, söz konusu bu ısı hareketine ısı iletkenlik katsayılarına, kalınlıklarına ve geometrilerine bağlı olarak bir direnç gösterirler. Bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı ne kadar düşük ise o derece yüksek ısı yalıtım direncine sahip olmaktadır. Pomzanın boşluklu yapısından dolayı, pomzadan elde edilen yapı malzemelerinin ısı iletim katsayıları diğer yapı malzemelerine üstünlük sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Bu yönde yapılacak olan Ar-Ge çalışmaları ile bimsblok sektörde rakipleri olan gaz-beton ve tuğlaya karşı üstünlük kurabilir.

Pomzadan elde edilen yapı malzemelerinin diğer önemli özelliği ise kuru birim hacim kütle olarak karşımıza çıkmaktadır. Net ve brüt olmak üzere iki farklı şekilde değerlendirilen kuru birim hacim ağırlık, özellikle bimsblokların yükleme-nakliye, ses yalıtımı, ısı yalıtımı ve yangına karşı direnç birçok özelliğini kontrol etmektedir. Dolaysıyla kuru birim hacim ağırlığında elde edilen iyileştirmeler diğer özelliklerini de etkiyecektir.

Örneğin, taşıma kapasitesi 30 ton olan bir tır bir defada yaklaşık 27 palet 19'luk bimsblok taşıyabilmektedir. Bimsbloğun kuru birim hacim ağırlığında yapacağımız % 10'luk bir iyileştirme, bir seferde 3 palet fazla bimsbloğun taşınması anlamına gelecektir. Bunun ekonomik olarak karşılığını değerlendirecek olursak, tır başına 360 TL gibi ek bir gelir demektir. Günde 200 tır bimsblok sevkiyatı düşünüldüğünde, kuru birim hacim ağırlığındaki %10'luk iyileştirmenin Nevşehir bimsblok sektörüne katkısı günlük 72.000 TL, buda yılda 26.000.000 TL gibi bir değere karşılık gelmektedir. İyileştirmenin % 5 olması durumunda ise en az 13.000.000 TL bir ek ekonomik kazanç söz konusudur. Böylece sektörün en önemli zayıf yönlerinde biri olan nakliyenin sektör üzerindeki etkisi azaltılmış olacaktır.

4.2.1.2. **Yeni Ürün ve Kullanım Alanı Geliştirilmesi**

Bu kapsamda yapılacak çalışmalar iki farklı yönde yapılması planlanmaktadır. Bunlardan birincisi pomzanın dünyada olup, ülkemizde henüz kullanılmayan sektörlerde kullanımın yaygınlaştırılması olacaktır. İkincisi ise, henüz dünyada da yaygınlaşmamış veya kullanılmayan yeni alanların geliştirilmesi olacaktır. Araştırma merkezinin bu anlamda ciddi katkılar oluşturması öncelikle olmak üzere Nevşehir HBV Üniversitesi öğretim üyeleri ve diğer üniversitede bulunan akademisyenlerin bu yönde çalışmalar yapmaya teşvik edilmesiyle mümkün olacaktır. Ar-Ge çalışmaların sağlıklı bir şekilde yapılması için mutlaka sanayi üniversite işbirliğinin kurulması gerekmektedir. Bu araştırma merkezi, sanayinin ve üniversitenin kesişim noktası olmak zorundadır.

Dünyada son yıllarda pomzanın kullanım alanları ve yeni ürünler noktasında farklı araştırmalar yapılmaktadır. Bunlar;

- Yiyecekleri hijyenik ortamda koruma amaçlı geçirgen film üretiminde,
- Hijyenik ortamda yiyecek saklama kabı İmalinde,
- Polimer dolgulu fast -food paketleme malzemesi imalinde,
- Silikondioksit imalinde,
- Zeolitlerin hidrotermal sentezinde,
- Tarihi eserlerin dış yüzeylerinin püskürtme metodu İle temizlenmesinde,
- Gaz geçişli ve sıvı tutucu agregaların imalinde,
- Hafif termoplastik reçine esaslı kalıpların yapımında,
- Empresyon edici materyal imalinde,
- Pomza ile agarose jelinden DNA'in geri kazanımında, Granül olarak nem emici ve geri verici malzeme olarak,
- Granül veya monolitik formlarda silikon kaplama imalinde,
- Konsalidasyona müsait inşaat alanlarının zeminlerinin iyileştirilmesi ve su drenajında,
- Protein emici materyal imalinde,
- Printer mürekkebi imalinde,
- PVC kaplamada dolgu materyali olarak,
- Uzay teknolojisinde yüksek ısıya dayanıklı seramik ve kabin camı imalinde,
- Otomobil endüstrisinde ısı ve ses yalıtımında (termo acusticial tile) dolgu malzemesi olarak kullanım alanları araştırılmaktadır (Ketta, 1990; Simith ve Coli, 1993; Gündüz ve diğ., 2005).

4.2.2. **Yetkili Deney Laboratuarı Hizmeti**

İlimizin bimsblok üreticilerinin en önemli sorunlarında biri de, üretilen yapı malzemelerinin belgelendirilme (TSE, CE ve UTO) sürecidir. Firmalar genel olarak bu belgelendirme sürecinde farklı danışmanlık firmalarından destek almaktadırlar. Sürecin en önemli aşamalarından biri "Kalite Kontrol Gerekleri" nin yerine getirilmesi konusunda, sadece TSE'nin kendi laboratuarları yetkilendirilmiştir.

- Turgutlu Yapı Malzemeleri Laboratuar Şefliği
- Çorum Yapı Malzemeleri Laboratuar Şefliği
- Ankara İnşaat Laboratuarı Müdürlüğü
- Gebze Yapı Malzemeleri Laboratuar Müdürlüğü

Bunlardan deneylerde yapılabilirlik açısından öncelikli olarak "Turgutlu Yapı Malzemeleri Laboratuar" nın tercih edilmesi istenmektedir. Turgutlu'nun ilimize olan uzaklığı bu sürecin ve maliyetin artmasına neden olmaktadır. Bu durum firmalarımızı olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir. Bundan dolayı planlanan araştırma merkezinin bünyesinde kurulacak olan laboratuar Ar-Ge çalışmalarına imkân sağladığı gibi aynı zaman da belgelendirme sürecinde gerekli olan deney hizmetini de verebilecektir. Fakat kurulacak olan laboratuarın TSE tarafından yetkilendirilmesi gerekmektedir. **TSE tarafından bu yekinin verilebilmesi için laboratuarın akredite yani TS EN ISO/IEC 17025 sistemi ile işletilen bir laboratuar olması gerekmektedir.** Aynı zamanda bu standart TÜRKAK tarafından deney/kalibrasyon laboratuarlarının akreditasyonu için kullanılan temel dokümandır.

4.2.2.1. CE Belgesi

CE İşareti Fransızca "Conformité Européenné" kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Anlamı ise "Avrupa'ya Uygunluk" u ifade etmektedir. CE İşareti malların serbest dolaşımını sağlayabilmek amacıyla Avrupa Birliği'nin, 1985 yılında oluşturduğu "Yeni Yaklaşım" çerçevesinde uygulanan bir sağlık ve güvenlik işaretidir. CE işareti, bir ürün ya da ürün grubunun, Avrupa Birliği'nin Sağlık, Güvenlik, Çevre ve Tüketicinin Korunması konularında oluşturmuş olduğu ürün direktifleri olarak bilinen temel şartlarına uygun olduğunu gösterir.

AB Teknik Mevzuatı çerçevesinde AB'nin 89/106/EEC sayılı Yapı Malzemeleri Direktifi'nin (Construction Products Directive - CPD) uyumlaştırılması çalışmalarını yürütmek üzere 29.04.1997 tarih ve 22974 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 97/9196 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Koordinatör Kurum olarak görevlendirilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalar neticesinde hazırlanan Yapı Malzemeleri Yönetmeliği 08.09.2002 tarih ve 24870 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. 08.06.2004 tarihinde yürürlüğe giren Yönetmelik 01.01.2007 tarihi itibariyle geçiş sürecini tamamlayarak mecburi uygulamaya girmiştir. Yapı Malzemeleri Yönetmeliğine göre, üretilen yapı malzemesi uyumlaştırılmış bir standart kapsamındaysa veya hakkında hazırlanmış bir Avrupa Teknik Değerlendirmesi varsa, imalâtçı bu malzemeyi piyasaya arz ederken performans beyanı düzenlemek zorundadır. Ancak performans beyanında bulunan ürünler CE işareti alabilirler. İmalâtçı, CE işaretini iliştirmekle veya iliştirilmesini sağlamakla yapı malzemesinin beyan edilen performansına ve aynı zamanda bu Yönetmelikte ve işaretlemeye ilişkin Avrupa Birliği mevzuatını uyumlaştıran ulusal mevzuata uygunluğunun sorumluluğunu üstlenmiş olur.

Nevşehir ilinde üretimi yapılan bimsbloklar "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği" kapsamında yer almakta olup, TS EN 771-3 standardına göre tanımlanmıştır. CE işareti; Malzemelerin bu yönetmeliğin bütün hükümlerini karşıladığını ve ilgili teknik şartnamelere uygun olduğunu temsil eder. Ürünün tabi olduğu teknik şartnameler; Harmonize Avrupa Standartları (HEN) veya Avrupa Teknik Onayı (ETA) esaslarıdır. Yapı malzemeleri yönetmeliği kapsamında olan ürünlerin 01.01.2007 tarihinden itibaren iç pazara ve AB pazarına CE işareti ile sunulması zorunludur. CE belgesi kapsamında farklı uygunluk değerlendirme sistemleri bulunmaktadır. Bunlar, sistem 1, 1+, 2, 2+, 3 ve 4 olarak tanımlanmaktadır. Sistemlere göre üretici veya yetkili kurum tarafından tip deneylerinin ilgili direktiflere uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bimsblok açısından bakıldığında ilimizde sektörde yer alan üreticiler genel olarak sistem 4 den belge almaktalar ve TS EN 771-3 tanımlanan tip testlerinin yapılması noktasında TSE tarafından yetkilendirilmiş bir laboratuardan hizmet almaktadırlar.

4.2.2.2. Türk Standartlarına (TSE) Uygunluk Belgesi

TSE'de 1964 yılında başlayan ve günümüze kadar kesintisiz devam eden ürün belgelendirme hizmetleri, gerek sanayicimiz gerekse tüketicilerimiz açısından büyük önem taşımaktadır. İlk TSE uygunluk belgesi ve markası kullanma hakkı, 1964 yılında "bakır tel" için verilmiştir. Günümüzde 20.000 civarında yürürlükte ürün belgesi bulunmaktadır.

CE İşareti ürünlerin güvenliğine yönelik olup esas olarak Avrupa Birliği içerisinde serbest dolaşımı amaçlamaktadır. Bununla birlikte CE belgesi ürünün performans özellikleri ve kalitesine yönelik şartları direkt olarak belirtmemektedir. Oysa TSE Ürün Belgelendirmesi direktiflerde atıfta bulunulan standartlarda öngörülen güvenlik şartlarının yanı sıra performans ve kalite kriterlerini, üretim yerinin yeterliliği ile birlikte göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle TSE Belgeli bir ürün güvenli olmanın yanı sıra performans ve kalite açısından da tüketiciye güvence vermektedir. Bu nedenle ürün belgelendirmesinin CE işaretine bir alternatif olarak değerlendirilmemesi gerekir. Bunun en bariz göstergesi, Avrupa Birliği ülkelerinin tümünde CE işareti dışında kalan ürün belgelendirme faaliyetlerinin sürekli artarak devam ediyor olmasıdır. Bu belgeye sahip olmak isteyen bimsblok üreticileri, mutlaka TS EN 771-3 tanımlanan tip deneyleri yaptırmak zorundadırlar.

4.2.2.3. Ulusal Teknik Onay

Hakkında ulusal standart bulunmayan veya bunlardan sapma gösteren malzemelere ve yapı elemanlarına dair tasarım ve yapım sistemlerine ilişkin olarak, ulusal yapı mevzuatı dikkate alınarak verilen kullanıma uygunluk belgesidir. Faydalı model; patent alan bir ürünün üzerine yeni özellikler kazandırılarak daha farklı bir şekil almasıdır. Bu faydalı modellerin herhangi bir standardı yok veya bununla ilgili hangi testlerin yapılacağı tespit edilememiş ise, ilgili bakanlıklar tarafından ürünün değerlendirilmesine yönelik yapılan araştırma ve laboratuar testlerine kapsayan incelemelere teknik onay denir. Bakanlık tarafından görevlendirilen Ulusal Teknik Onay Kuruluşları:

- İnşaat Teknik Değerlendirme ve Bilimsel Araştırma Kurumu İktisadi İşletmesi (İTBAK)
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)

Ulusal Teknik Onay malzemenin kullanım amacına göre asgari olarak Türkiye'de yürürlükte bulunan temel gerekleri karşıladığını gösterir.

4.2.2.4. G Belgesi

Uyumlaştırılmış teknik şartnamesi bulunmayan ürünlerin (harmonize normu ve Avrupa Teknik Onayı-ATO) uygunluk değerlendirmesi ile teyit edilen performans değerleri G işareti ile beyan edilerek piyasaya arz edilir. Yapılacak beyan ürün ile ilgili bir ulusal standart varsa buna göre, yoksa alınacak ulusal teknik onaya göre yapılır. Yapı Malzemelerinin Tabi Olacağı Ulusal Kriterler Hakkında Yönetmeliğin hükümlerine uygun olarak "G" işareti güvenli olarak değerlendirilir ve piyasaya arzına izin verilir. Yapı malzemesi olarak nitelendirilebilecek bir ürün, yapıda kalıcı olarak kullanılmak üzere imal edilmemişse, bu durum ürün üzerinde görünür bir biçimde belirtilmelidir. Söz konusu malzemelerden birisi için bir uyumlaştırılmış standardın yayımlanması halinde, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında

uygulanacak eş varlık bitiş tarihi itibariyle, (eş varlık döneminde tercihe bağlı olarak üretici her iki uygulamadan birini kullanabilir) ilgili ürün G işaretine tabi olmayıp CE işareti kullanmak durumundadır.

4.2.3. **Başlangıç tip deneyleri**

Pomza kullanılarak yeni tip bir yapı malzemesi geliştirildiği zaman bu mamul satışa sunulmadan önce ve yukarıda belirtilen belgelerin (CE, G, TSE, Ulusal Teknik Onay) alınmasında mamulün sağlanan mevcut özelliklerinin TS EN 771-3 standarda verilen özellikleri ve imalâtçı tarafından beyan edilen değerleri sağladığını doğrulamak üzere uygun başlangıç tip deneyleri yapılmalıdır. Hammaddelerde, kullanılan oranlarda veya imalât işleminde, mamul özelliklerini değiştirebilecek şekilde önemli değişiklik olması durumunda başlangıç tip deneyi tekrarlanmalıdır. Dolaysıyla, ilimizde kurulacak olan Araştırma Merkezinin bünyesinde kurulacak olan laboratuvar bu alanda hizmet verebilecektir. Bu durum sektörün en önemli ihtiyaçlarından biri olarak görülmektedir. Tip deneyler, aşağıda liste hâlinde verilenlerden, kullanımı plânlanan mamul tipi, için imalâtçı tarafından beyan edilene uygun özelliklerin tayini amacıyla, TS EN 771-3 verilen çizelge A.1'de yer alan referans deneyler olmalı ve yine aynı standardın Madde 5'te verilen kriterler sağlanmalıdır.

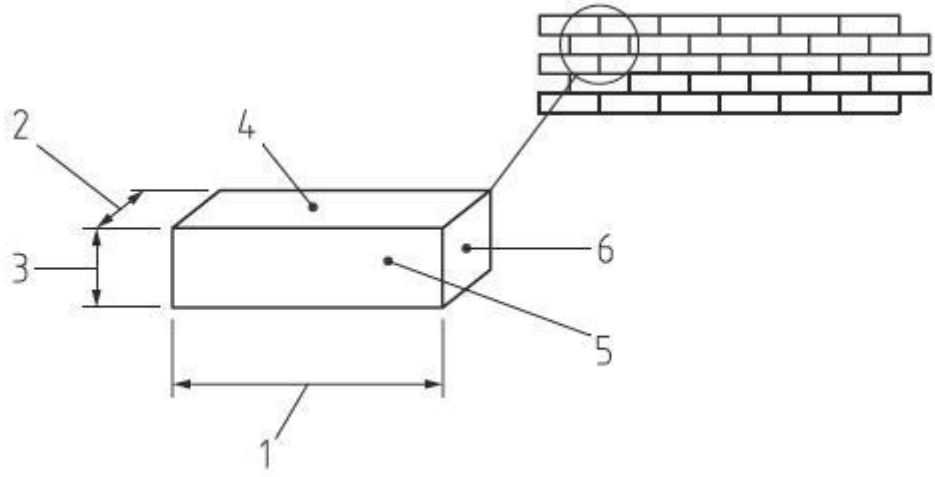
Tablo 4.1 Kâgir Birimler (Bimsblok) için TS EN 771-3 tanımlanan tip deneyler

Özellik	Madde No	Deney metodu	Her numune takımındaki kâgir birim sayısı [a]	
			1. n_1	2. n_2
Boyutlar	5.2.1 ve 5.2.2.1	EN 772-16, EN 772-2	6	10
Döşeme yüzlerinin düzlükten sapması	5.2.2.2	EN 772-20	3	
Döşeme yüzlerinin düzlemsel paralellikten sapması	5.2.2.3	EN 772-16	3	
Konfigürasyon	5.3.1	EN 772-16, EN 772-2, EN 772-20	Sabit olarak 3[b]	Sabit olarak 6[b]
Birim hacim kütlesi	5.4	EN 772-13	6	10
Mekanik dayanım	5.5	EN 772-1, EN 772-6	6[c]	10[c]
Kapiler yolla su emme	5.8	EN 772-11	3	6
Rutubet hareketi	5.9	EN 772-14	6	12
Yangına direnç	5.11	EN 13501-1	Deney yapılmayan Avrupa Sınıfı A1 hariç olmak üzere 3 adet	-
Isıl özellikler	5.6	EN 1745	Deneyle belirlenmesi hâlinde 3 adet	
Su buharı geçirgenliği	5.10	EN 1745		
Bağ dayanımı	5.12	EN 1052-3	27	

[a] Uygun görülüyorsa kâgir birimlerin deney işleminden zarar görmemesi hâlinde, aynı birimler farklı deneylerde kullanılabilir.
[b] Deneye tâbi tutulacak kâgir birim adedine taraflar arasında karşılıklı anlaşma yoluyla karar verilir.
[c] Birimlerin, yukarıda Madde 5.5.1'de tarif edilen şekilde kesilmesi gerekli ise, numune takımını oluşturacak kâgir birim sayısı, kesilerek elde edilmesi gerekli deney numunesi sayısına yetecek şekilde ayarlanmalıdır.

4.2.3.1. Boyutlar ve Toleranslar

İmalâtçı, beton kâgir birimin boyutlarını, uzunluk, genişlik ve yükseklik olarak, verilen bu sırayla, mm biriminde beyan etmelidir (Şekil 4.1). Bu boyutlar, anma boyutları olarak beyan edilmelidir.



Şekil 4.1 Bimsblok elemanının boyut ve yüzey tanımlamaları (1: Uzunluk, 2: Genişlik, 3: Yükseklik, 4: Üst yüz (Döşeme yüzü), 5: Yanak, 6: Alın)

Düzgün şekilli bir kâgir birimde, beyan edilen anma boyutuna göre toleranslar Tablo 4.2'de verilenlere uygun olmalıdır. İmalâtçı, kâgir birimlerin tolerans sınıflarını beyan etmelidir. Bu toleranslar, yüzeyleri birbirine paralel olarak imal edilmeyecek birimlerin yüzeyleri arasındaki boyutlara uygulanmaz. Beton kâgir birimlerin ince tabaka harcı ile birlikte kullanılmak üzere D4 tolerans sınıfı olarak beyan edilmesi halinde, imalâtçı aynı zamanda döşeme yüzlerinin izin verilen düzlükten sapma ve izin verilen düzlemsel paralellikten sapma toleranslarını da beyan etmesi gerekmektedir.

Tablo 4.2 Düzgün şekilli birimler için izin verilebilir sapmalar (TS EN 771-3)

Tolerans sınıfı	D 1	D 2	D 3	D 4
Uzunluk	+ 3 mm - 5 mm	+1 mm -3 mm	+1 mm -3 mm	+1 mm -3 mm
Yükseklik	+ 3 mm - 5 mm	+1 mm -3 mm	+1 mm -3 mm	+1 mm -3 mm
Genişlik	+ 3 mm - 5 mm	±2 mm	±2 mm	±2 mm

4.2.3.2. Konfigürasyon ve Görünüş

İmalâtçı piyasada bu özelliği ile ilgili kullanılacak beton kâgir birimlerin konfigürasyonunu beyan etmelidir. Bu beyanda aşağıda verilen hususlardan ilgili olanlar kullanılabilir.

- Varsa tasarlanarak oluşturulmuş boşlukların doğrultusu da (çizim veya resim yoluyla gösterilerek) dâhil olmak üzere biçim ve özellikler,
- Tasarlanarak oluşturulmuş bütün boşlukların toplam hacminin, kâgir birimin brüt hacmine (uzunluk x genişlik x yükseklik) yüzdece oranı,
- Tasarlanarak oluşturulmuş bütün boşluklardan en büyüğünün hacminin, kâgir birimin brüt hacmine (uzunluk x genişlik x yükseklik) yüzdece oranı,
- Kavrama yuvalarının toplam hacminin, kâgir birimin brüt hacmine (uzunluk x genişlik x yükseklik) yüzdece oranı,
- İç cidarların kalınlıkları,
- Dış cidarların kalınlıkları,
- Dış ve iç cidarların yanaktan yanağa birleşik kalınlığı,
- Dış ve iç cidarların alından alına birleşik kalınlığı,
- Bir döşeme yüzündeki boşluk alanlarının birimin yüzey alanına (uzunluk x genişlik) yüzdece oranı.

Yukarıda biçim ve özelliklerle ilgili olarak verilen gerekler, normal şartlarda düzgün şekilli kâgir birimlere uygulanır; ancak bu gereklerin özel biçimlendirilmiş veya yardımcı birimlerin yüzey veya kenarları için uygulanmasına gerek duyulmaz.

Görünüş kapsamında iki durum değerlendirilir. Birincisi, kaplama birimlerinin yüzeylerinin düzlüğü ikincisi ise kaplama birimlerinin yüzeylerinin görünüşüdür.

Kaplama birimlerinin yüzeylerinin imalâtçı tarafından düz olduğu beyan edilmişse, bu yüzeylerin düzlemden sapması, (0,1 ld) mm veya 2 mm'den hangisi daha büyük ise ondan daha fazla sapma göstermemelidir. Burada; ld: düz olduğu beyan edilen yüzeyin, birimin gerçek boyutu esas alınarak belirlenen köşegen uzunluğudur. Düzlükle ilgili şartlar, yüzeyleri birbirine paralel olarak imal edilmeyen birimlerin yüzeylerine uygulanmaz.

Kaplama birimlerinin yüzeylerinin görünüşü ise gerekli hâllerde, kaplama birimlerinin yüzey görünüşlerinin uygunluğu, onaylanmış numunelerle kıyaslama yoluyla kontrol edilebilir. Kıyaslama 3 m mesafeden normal gün ışığında yapılır. Bu uygunluk değerlendirmesi kâgir birim kullanılmadan önce yapılmalı ve birimlerin uygunluğu belirlenmiş olmalıdır. Bu parametre genelde firmalar tarafından beyan edilmemektedir.

4.2.3.3. Birim Hacim Kütlesi

Kâgir birimlerin yani burada bimsblokların brüt kuru birim hacim kütlesi ve net kuru birim hacim kütlesini, kg/m_3 olarak, imalâtçı tarafından beyan edilmelidir. Her iki birim hacim ağırlık, yükleme, havadan iletilen ses yalıtımı, ısı yalıtımı ve yangına direnç gibi özelliklerin değerlendirilmesine yönelik olarak beyan edilmesi istenmektedir. Buna ek olarak, üretici, brüt kuru birim hacim kütlesinin ve net kuru birim hacim kütlesinin en küçük ve en büyük tek değerlerini de beyan edebilir. Deneye tâbi tutulan numune takımının deney sonucunda bulunan ortalama değerleri, beyan edilen değerlerden ± % 10'dan daha fazla sapma göstermemelidir.

4.2.3.4. Basınç Dayanımı

Kâgir numunelerin basınç dayanımı, imalâtçı tarafından N/mm_2 olarak beyan edilmelidir. Beyan değeri, birimlerin ortalama basınç dayanımı (% 50 alta düşme oranlı) fm veya karakteristik basınç dayanımı değeri (% 5 oranlı alta düşme oranlı) fc olmalıdır. Ayrıca üretici beton birimin Kategori I veya kategori II'den hangisine dâhil olduğu, gerekliyse standartlaştırılmış basınç dayanımı beyan etmelidir. Numuneler üzerinde EN 772-1'e uygun şekilde yapılan deneyle tayin edilen ve karakteristik dayanım i ortalama dayanım için elde edilen sonuçlar, beyan edilen değerden daha küçük olmamalıdır.

Bütün olarak deneye tâbi tutulması elverişli olmayan birimlerden, orijinal birimin w/h oranı aynen korunarak deney parçaları kesilebilir. Ancak deney için kesilen parçanın uzunluğu, yüksekliğinden daha küçük olmamalıdır. Kesilmiş numune, orijinal birim kesitini temsil eder özellikte olmalıdır. Kesilerek alınmış herhangi numunenin h değeri, 100 mm'den daha küçük olmamalıdır. Kesilmiş numunenin h yüksekliğinin, orijinal birimin yüksekliğinin yarısından daha küçük olması hâlinde, birimin alt ve üst yarılarından ayrı ayrı parça kesilmelidir. Orijinal parçadan kesilerek alınan parçaların yerleri, deney raporunda, şekil üzerinde gösterilmelidir.

4.2.3.5. Eğilmede Çekme Dayanımı

Genişliği (w) 100 mm'den daha küçük ve uzunluk (l)/genişlik(w) oranı 10'dan daha büyük olan kâgir birimlerin ortalama eğilme dayanımları, basınç dayanımı yerine imalâtçı tarafından beyan edilebilir. Madde A.2'ye (TS EN 771-3) uygun şekilde alınan, belirlenmiş sayıda beton kâgir birimin EN 772-6'ya uygun şekilde yapılan deneyle tayin edilen ve Madde B.4'üne (TS EN 771-3) göre değerlendirilen sonuçları, beyan edilen değerden daha küçük olmamalıdır.

4.2.3.6. Isıl Davranış Özellikleri

Üretici, piyasada bu özelliği ile ilgili olarak kullanılacak beton kâgir birimlerin veya ısıl şartlara maruz elemanlarda kullanılacak birimlerin ısıl davranışıyla ilgili bilgiyi, bütün şartlarda EN 1745'e uygun şekilde vermelidir. Bimsblok biriminin ısıl iletkenliğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan üç yöntem bulunmaktadır (Gündüz, 2005).

- Plaka yöntemine göre ısı iletkenlik değerinin belirlenmesi
- Sıcak kutu (hotbox) yöntemine göre ısı iletkenlik değerinin belirlenmesi
- Isı iletiminin hesap yolu ile belirlenmesi

4.2.3.7. Dayanıklılık

Bimsblok elemanı bilindiği gibi çok farklı ortamlarda farklı koşullar ile karşı karşıya kalabilmektedir. Örneğin, kış aylarında donma/çözülme yaz aylarında da sıcaklık etkisinde genleşme gibi durumlar oluşabilmektedir. Bundan dolayı bimsblok elemanının bu gibi durumlara karşı dayanıklılığı test edilmelidir. Konu ile ilgili bir standart bulunmadığından üretici, piyasada bu özelliği ile ilgili olarak kullanılacak beton kâgir birimlerin donma/çözülme dayanıklılığı ile ilgili bilgiyi, bu konuda standart hazırlanıncaya kadar, kullanılacağı yerde geçerli hükümlere göre değerlendirmeli ve beyan etmelidir. TS EN 771-3' e göre ürünün tasarlanan kullanım yerinde, su işlemesine karşı tam korunmuş olması (uygun sıva tabakası, kaplama yapılması veya sandviç duvarın iç kanadında veya bina içi duvarlarda kullanılması gibi) hâlinde, donma/çözülmeye karşı direnç şartı aranmamaktadır.

4.2.3.8. Kapiler Etkiyle Su Emme Katsayısı

Su ile temas eden bir bimsblok elemanı, tamamı veya bir kısmı su içerisinde bulunan bloklarda "su emme" yüzeysel olarak su temasta ise bulunan bloklarda ise "su geçirimlilik" meydana gelmektedir (Gündüz, 2005). Üretici, piyasada bu özelliği ile ilgili olarak kullanılacak beton kâgir birimlerin veya açık hava şartlarına maruz şekilde kullanılacak birimlerin açık hava şartlarına maruz yüzünde, kapiler etkiyle meydana gelen en yüksek su emme katsayısını g/m$_2$s cinsinden beyan etmelidir. EN 772-11'e uygun olarak, (10 ± 0,2) dakika suya batırma süresi uygulanarak deneye tâbi tutulan belirli sayıda kâgir birimden elde edilen ve değerlendirilen sonuçlar, beyan edilen değerden daha yüksek olmamalıdır.

4.2.3.9. Rutubet Hareketi

Pomza kullanılarak yapılan bimsblok yapı malzemeleri kullanıldıkları ortam koşullarında, sürekli bir rutubet ortamına veya sıcaklık ortamına maruz kalarak kaldıklarında genleşme

ve büzülme davranışı gösterebilirler. Bu davranışın ne şekilde değerlendirileceği TS EN 772-14 standardında belirtilmiştir. Üretici, piyasada bu özelliği ile ilgili olarak kullanılacak beton birimlerin ve taşıyıcı olma şartlarına maruz elemanlarda kullanılması tasarlanan bütün beton birimlerdeki nem hareketini (büzülme ve genleşmelerini) beyan etmelidir. EN 772-14'e uygun olarak deneye tâbi tutulan belirli sayıda kâgir birimden elde edilen ve değerlendirilen sonuçlar, beyan edilen değerden daha yüksek olmamalıdır.

4.2.3.10. Su Buharı Geçirgenliği

Bir yapıda nem ve ısı etkilerinin ikisi birden görülürse, yapı malzemesi daha fazla etkiye uğramakta ve bozunma süreci hızlanmaktadır. Üretici, piyasada bu özelliği ile ilgili olarak kullanılacak beton birimlerin ve dış elemanlarda kullanılması tasarlanan beton birimlerin bütün şartlarda kullanımla ilgili su buharı geçirgenliği ile ilgili bilgiyi, EN 1745'te verilen çizelgelerde yer alan su buharı difüzyon katsayısı yoluyla veya EN ISO 12572'ye uygun şekilde tayin etme yoluyla beyan etmesi gerekmektedir.

4.2.3.11. Yangına Direnç

Bimsblokların, olası yangına maruz kalması durumu için, bimsblokların yangına karşı direnç değeri tanımlanmalıdır. Yapı malzemelerinin yangına karşı direnç değerlerinin farklı sınıflama sistemleri mevcuttur. Bunlardan en yaygın olanı TS EN 13501-1 öngörülen sınıflama sistemidir. Bu sınıflama sisteminde, A1, A2, B, C, D, E ve F olarak tanımlanmıştır. Üretici, yangına maruz kalma ile ilgili şartlara tâbi elemanlarda kullanılması tasarlanan beton birimlerin yangına direnç sınıflarını beyan etmelidir. TS EN 771-3'de belirtildiği üzere kütle veya hacim oranı olarak (hangisi daha yüksek ise) en fazla % 1.0 düzgün dağılmış organik madde ihtiva eden kâgir birimler için, deneye ihtiyaç duyulmaksızın Yangın Sınıfı A1 beyan edilebilir. Kütle veya hacim oranı olarak (hangisi daha yüksek ise) % 1.0'dan daha yüksek, düzgün dağılmış organik madde ihtiva eden kâgir birimler, EN 13501-1'e göre sınıflandırılmalı ve uygun yangına direnç sınıfı beyan edilmelidir. Bu amaç için planlanan laboratuarda TS EN 13501-1 belirtilen deney yöntemlerinde Yanmazlık Deney düzeneği laboratuarda olması planlanmıştır. Bu deney EN ISO 1182 standardında tanımlanmıştır. Organik madde içeriğinin
% 1.0'ın üzerinde olması durumunda bu test ile yapı malzemelerinin yangına karşı direnç sınıfı belirlenebilecektir.

4.2.3.12. Kayma Bağ Dayanımı

Taşıyıcı özellikte kullanılacak olan bimsblok elemanlarında aranan bir özellik olup, EN 1052-3'e uygun olarak karakteristik başlangıç kayma dayanımı yoluyla beyan edilmelidir. İki şekilde belirlenir sabit değerden (EN 998-2, Ek C) ve deney sonucundan (EN 998-2) tespit edilir. Üretici beyanına esas olan değeri nasıl belirlediğini belirtmesi gerekmektedir. Çoğu durum için sabit değerin yeterli olacağı kabul edilir.

4.2.3.13. Eğilme Bağ Dayanımı

Bimsblok elemanının planlanan kullanım yerinde geçerli millî hükümlere göre gerekli görüldüğünde ve kullanım amacıyla ilgili hâllerde, kâgir birimler ile harç arasındaki eğilme bağ dayanımı değerlendirilmeli ve beyan edilmelidir. Genellikle döşeme elemanı olarak kullanılacak bimsblok elemanları için değerlendirilebilmektedir.

Şu an faaliyet gösteren bimsblok üreticileri yukarıda değinilen parametrelerden boyutlar ve toleranslar, konfigürasyon ve görünüş, birim hacim kütlesi, basınç dayanımı, ısıl davranış özellikleri, su buharı geçirgenliği ve yangına karşı direnç olmak üzere toplam 7 teknik parametreyi beyan etmektedirler. Bu amaç için TSE'nin Turgutlu/Manisa'da bulunan yapı malzemeleri laboratuarını kullanmaktadırlar.

4.3. Araştırma ve Uygulama Merkezinin 10 Yıllık Projeksiyonu

4.3.1. Altyapı İhtiyaçları

Bu bölümde kurulması planlanan araştırma merkezi için gerekli olan yatırım miktarının ve sahip olması gereken altyapı imkânları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda "Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi" TS EN 17025' e göre akredite ve TSE tarafından yetkili laboratuar olabilmesi için gerekli olan altyapı, makine ve teçhizatlara ait fiyatlar aşağıda Tablo 4.3'de verilmiştir. Buna göre söz konusu altyapının oluşturulması için 3.658.385,35 TL'lik bir bütçeye gereksinim duyulmaktadır. Altyapı, makine-teçhizat kalemlerine ait bütçe gerekçeleri ve teknik detayları alt başlıklar halinde verilmiştir.

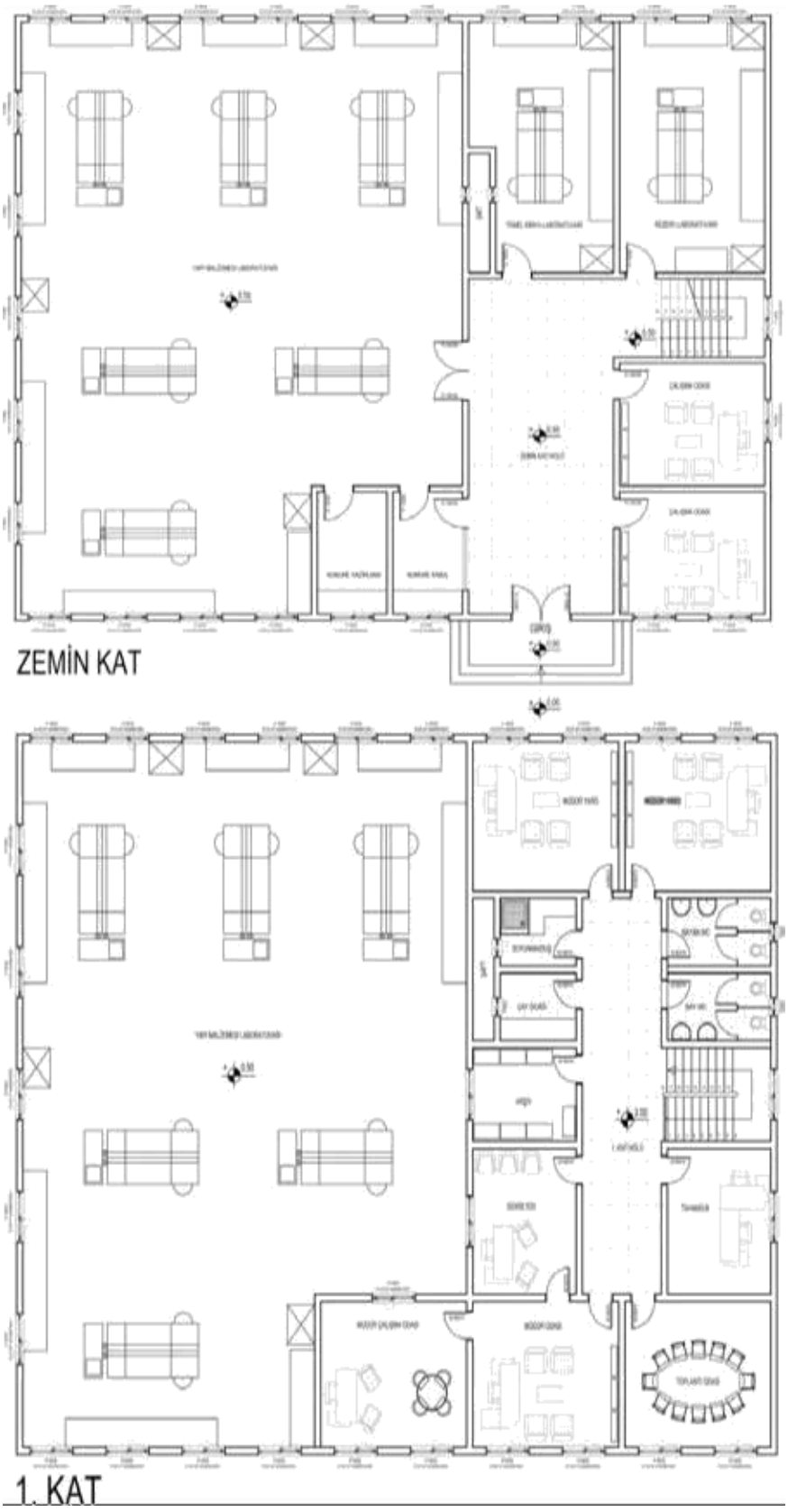
Tablo 4.3 Altyapı, Makine-Teçhizat Kalemlerine ait Bütçe

NO	BÜTÇE KALEMLERİ	AÇIKLAMALAR	BİRİM FİYAT (TL)	ADET	TOPLAM BEDELİ (TL)
01	BETONARME LABORATUVAR BİNASI	Toplamda 700,00 m_2'lik bir yapı alanı düşünülmektedir. Binanın 2 blok şeklinde olması planlanmaktadır. Birinci blok tek kat ve oturum alanı 300,00 m_2 olması planlanmaktadır. 2. blok 2 kat oturum alanı 200,00 m_2 fakat yapı alanı 200,00 * 2 = 400,00 m_2 olması planlanmakta olup detayları bütçe gerekçeleri kısmında verilmiştir.	494.000,00	1	494.000,00
02	TEK EKSENLİ BASINÇ TEST PRESİ	EN 12390-4; BS 1881 ve ASTM C39 standartlarına uygun 200 ton kapasiteli yük hücreli (load cell) full otomatik tek eksenli basınç test presi (veri toplama cihazı ile birlikte). Numunelerin basınç dayanımlarının belirlenmesinde kullanılacaktır.	270.720,00	1	270.720,00
03	ELEKTRONİK TERAZİLER	0,1 mg hassasiyetli 210 g kapasiteli ve 0,1 g hassasiyetli 30 kg kapasiteli olmalıdır. Numunelerin su muhtevası, özgül ağırlık gibi deneylerde tartım işlerinde kullanılacaktır.	8.274,75	1	8.274,75
04	ETÜV	Deney numunelerinin kurutulması işlemlerinde kullanılacaktır (1.060 litre).	33.099,00	1	33.099,00
05	DONMA-ÇÖZÜLME TEST KABİNİ	Hafif yapı malzemelerinin ve doğal yapı taşlarının donma çözülme performanslarının belirlenmesinde kullanılacaktır.	195.585,00	1	195.585,00
06	KÜR HAVUZU	Üretilen hafif yapı elemanlarını ve doğal yapı taşlarının prizleşmesi ve doygun hale getirilmesinde kullanılacaktır.	21.815,25	1	21.815,25
07	ÇENELI KIRICI VE BİLYELİ ÖĞÜTÜCÜ	Pomza ve diğer doğal kayaçları testler için istenen boyutlara getirilmesinde farklı boyutta agrega oluşturulması ve öğütülmesi için kullanılacaktır.	126.378,00	1	126.378,00
08	ELEK SETİ	Laboratuvar ortamına gelen numunelerin tane boyu dağılımı ortaya koymak ve/veya belirli tane boyutundan küçük taneler üzerinde deneysel çalışma yapmak üzere kullanılacaktır.	15.045,00	1	15.045,00

09	LABORATUVAR TİPİ BETON MİKSERİ	Hafif yapı malzemelerin imalatında kullanılacaktır.	4.484,00	1	4.484,00
10	ISI İLETKENLİK TEST CİHAZI (HOT PLATE)	Doğal yapıtaşlarının ve pomza kullanılarak üretilen hafif yapı malzemelerinin ısı iletkenlik katsayılarının tespit edilmesinde kullanılacaktır.	290.218,05	1	290.218,05
11	ISI İLETKENLİK TEST CİHAZI (HOT BOX)	Hafif yapı elemanlarının yalıtılmış kutu yardımıyla denge durumunda ısısal performanslarının belirlenmesinde kullanılacaktır.	1.965.930,15	1	1.965.930,15
12	TRISCO YAZILIMI	TS EN 1745'e göre pomzanın öz değerlerini kullanarak ısı iletkenlik katsayısını hesaplamada kullanılacaktır.	18.054,00	1	18.054,00
13	KALORİMETRE	Her türlü katı/sıvı numunede kalori değeri tespiti **için kullanılacaktır.**	55.666,50	1	55.666,50
14	YANMAZLIK TEST DÜZENEĞİ	Hafif betonda kullanılacak agreganın yüksek sıcaklık altında kütle kaybını belirlemek için kullanılacaktır.	154.512,15	1	154.512,15
15	DESİKATÖR	Numunelerin kurutulmasında kullanılacak olup vakumludur.	3.009,00	1	3.009,00
16	KÜL FIRINI	Pomzaların organik madde içeriğini belirlemede kullanılacaktır.	14.292,75	1	14.292,75
17	KUMPAS (DİJİTAL VE MENANİK)	Pomzadan üretin bimsblokların boyutlarını belirlemede kullanılacaktır.	752,25	1	752,25
18	FORKLIFT	Palet halinde gelen bimsblok örneklerinin nakliyesinde kullanılacaktır.	16.549,50	1	16.549,50
					3.658.385,35

4.3.1.1. **Betonarme Laboratuar Binası**

Nevşehir Üniversitesi bünyesinde kurulması planlanan laboratuar hizmet binasının betonarme olması planlanmaktadır (Şekil 4.2). Toplamda 700,00 m_2'lik bir yapı alanı düşünülmektedir. Binanın 2 blok şeklinde olması planlamaktadır. Birinci blok tek kat, kat yüksekliği 6,00 m ve oturum alanı 300 m_2 olması planlanmaktadır. 2. blok 2 kat, kat yüksekliği 3,00 m, oturum alanı 200 m_2 fakat yapı alanı 200*2 = 400 m_2 olması planlanmaktadır. Bloklarla ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir.



Şekil 4.2 Planlanan araştırma merkezinin mimari projesi

1. Blok tek katlı sadece Yapı Malzemesi Laboratuvarı olacaktır. Yapı Malzemesi Laboratuarında olması gereken odalar ve bölümler;

- Numune Kabul Odası
- Numune Hazırlama Odası
- Yapı Malzemesi Laboratuvarı

2. Blok çift katlı alt kat Yapı Malzemesi Laboratuvarı hariç diğer laboratuarlar olacak, üst kat ise idari bina olacaktır. İdari Binada olması gereken oda ve bölümler;

- Yangın Laboratuvarı
- Rezerv Laboratuvarı
- Arşiv
- Toplantı Odası
- Müdür Odası
- 1 Adet Sekreter Odası
- 2 adet Müdür Yardımcısı Odası
- 1 adet Tahakkuk Odası
- 1 adet Çay Odası
- 1 adet Duş+Soyunama Odası
- WC (Erkek ve Bayan)

16.7.1985 tarihli ve 85/9707 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren Mimarlık ve Mühendislik Hizmetleri Şartnamesinin 3.2 maddesi gereğince mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2015 yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri, yapının mimarlık hizmetlerine esas olan sınıfı dikkate alınarak inşaat genel giderleri ile yüklenici kârı dâhil olacak şekilde elde edilen değer aşağıda verilmektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Araştırma merkezi inşaat giderleri

Blok İsimleri	YAPI SINIF GRUBU	2015 YILI YAPI YAKLAŞIK BİRİM MALİYETLERİ (TL/M2) (A)	Yapı Alanı (m2) (B)	Ortalama Tutar (TL) (A*B)
Yapı Malzemesi Laboratuvarı	III. SINIF B GRUBU	860,00	300,00	258.000,00
Diğer Laboratuvarlar+İdari Bina	III. SINIF A GRUBU	590,00	400,00	236.000,00
TOPLAM (TL)				**494.000,00**

4.3.1.2. Tek Eksenli Basınç Test Presi

Pomza kullanılarak elde edilen hafif yapı malzemelerinin mukavemet (basınç dayanımı) açısından standartlara uygunluğu değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan cihaz EN 12390-4; BS 1881 ve ASTM C39 standartlarına uygun 225 ton kapasiteli yük hücreli (load cell), maksimum basınç 318 bar, yarı otomatik tek eksenli basınç test presi olup dijital kontrollüdür (Şekil 4.3). Cihaz seramik malzemeler, tuğla, ateş tuğlası, briket gibi malzemeler ile çalışmaya uygun olmalıdır.

4.3.1.3. Elektronik Teraziler

Birçok deneyde ağırlıkların belirlenmesinde farklı hassasiyet ve kapasitede dijital terazilere ihtiyaç duyulmaktadır. (1) Kapasite: 210 g, Hassasiyet: 0,1 mg, Kefe ebadı: 90 mm LCD aydınlatmalı, RS-232 Bağlantılı, 0 - +40 derece sıcaklık arasında çalışabilen, (2) Kapasite: 30 kg, Hassasiyet: 0,1 g, şarjlı pil ile çalışması arazi koşullarında da hassas ölçüm imkanı tanımaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.3 Tek Eksenli Presinin Genel Görünümü



Şekil 4.4 Farklı Hassasiyete Sahip Dijital Terazilerin Genel Görünümü.

4.3.1.4. **Etüv**

1060 litre kapasiteli, oda sıcaklığı +10 ila 300 °C arasında ayarlanabilen, dijital PID göstergeli ve gösterge yüksek çözünürlükte TFT ekranı olmalı, hava sirkülasyonu için motorlu fan sistemi olmalı, dijital ekranının ayarlanabilme kararlılığı 0,1 °C olmalı, Maksimum sıcaklık sapması % 0,5, maksimum sıcaklık değişimi % 2 den fazla olmamalı, çalışma çemberi ve dış kısmı paslanmaz çelikten imal edilmiş olmalı, çift emniyet termostatlıdır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Etüvün Genel Görünümü

4.3.1.5. Donma-Çözülme Test Kabini

Pomzadan üretilen hafif yapı malzemelerinin donma-çözülme döngüleri sonrası performanslarının değerlendirilmesi için kullanılacak olup, 990 litre kapasiteli cihaz, -42 ºC ile 180 ºC arasında çalışmaktadır. Cihaz havada donma çözülme ve suda donma çözülme deneyi için uygundur. 8” dokunmatik kontrol paneline sahip olmalı, %10-98 nemli ortam üretebilmeli, eternet ve USB bağlantıya imkan vermelidir.

Cihaz dik tip olup 990 litre kapasiteli olup iç yüzey paslanmaz çelikten; dış yüzey ise elektrostatik toz boyalıdır. Cihazda 3 adet raf bulunmaktadır. Cihazda numune kabı bulunmaktadır. Cihaz frenli tekerlekler üzerindedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Donma-Çözülme Test Kabini Genel Görünümü.

4.3.1.6. Kür Havuzu

Üretilen hafif yapı elemanlarının ve doğal yapı taşlarının doygun hale getirilmesi amacıyla kullanılmaktır. EN 123902; ASTM C31, C192 ve C511 standartlarına uygun olarak küp ve silindir numunelerinin kürlenmesinde kullanılmaktadır. Dâhili dolaşım pompalı ve komple alt ızgarası ile birlikte temin edilir. 950mm x 1750mm x 850mm (en/boy/yükseklik) ebadındadır (Şekil 6.6).



Şekil 4.7 Kür Havuzu (Tank) Cihazının Genel Görünümü.

4.3.1.7. Çeneli Kırıcı ve Bilyeli Öğütücü

Çeneli Kırıcı; pomza ve diğer doğal kayaçları testler için istenen boyutlara getirilmesi farklı boyutta agrega oluşturulması için kullanılacaktır. Cihazın çene ağzı büyüklüğü en az 90x90 boyutlarında, öğütme ağız açıklığı 0-30 mm arasında ayarlanabilir. Öğütmeden sonra numune boyutu numune cinsine bağlı olarak yaklaşık 0-2 mm büyüklük dağılımındadır. Cihazın çeneleri tamamen Tungsten Carbide'den imal edilmiş olmalı, kırılacak malzeme iriliği maksimum 90 mm, kapasitesi 300kg/saat ve 5 litre toplama kabına sahiptir. Bilyeli Öğütücü; Cihazın yatakları bilyelidir. Cihazda beslenecek numune büyüklüğü en fazla 10
mm dir. Cihazda kırılacak malzemenin türüne bağlı olarak nihai ürün boyutu 1 µm veya daha küçüktür. Cihaz 1 adet 250 ml Tungsten Carbide malzemeden üretilmiş öğütme haznesi ve değişik çaplarda Tungsten Carbide malzemeden oluşan bilyelere sahiptir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Çeneli Kırıcının ve Bilyeli Değirmen Genel Görünümü.

4.3.1.8. Elek Seti

Laboratuvar ortamına gelen numunelerin tane boyu dağılımı ortaya koymak ve/veya belirli tane boyutundan küçük taneler üzerinde deneysel çalışma yapmak üzere kullanılacaktır. Elek sallama cihazı ve elek setleri ile birlikte komple bir settir. Elek sallama cihazı ıslak ve

kuru eleme için uygun olmalıdır. Elekler en az 200 mm çapında ve 50 mm yüksekliğinde ve toplama kabı (50 mm ve 100 mm) ile birlikte ve farklı göz açıklığında (75 µm, 125 µm, 250 µm, 500 µm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 4,75 mm, 8 mm, 9,50 mm, 16 mm, 19 mm, 31,50 mm, 37,50 mm ve 63 mm) olmalı (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Elek Sallama Cihazı ve Elek Seti.

4.3.1.9. Laboratuvar Tipi Beton Mikseri

Hafif yapı malzemelerin imalatında kullanılacaktır. Laboratuar koşullarında taze beton numunesinin (ıslak ve kuru malzemelerin) sürekli ve etkin olarak karıştırılmasını sağlamaktadır. Yatay mikser kazanı 100 lt Kapasiteli ve efektif kullanım hacmi 56 litredir. Tekerlekli ve boşaltma mekanizmalıdır. Karıştırma bıçağı ve sıyırma bıçağı ve bu bıçakların derinlikleri malzemenin etkin karışımını sağlamak amacıyla özenle konumlandırılmıştır (Şekil 4.10).

4.3.1.10. Isı Yalıtım Test Cıhazı (Hot Plate)

Yapı sektöründe hammadde olarak değerlendirilen hafif agregalar, birim ağırlıklarının düşük olmasından dolayı, ısı yalıtım amaçlı termik özellikleri, ısısal konforu sağlayacak bileşime sahip malzeler olarak da değerlendirlmektedir. Bu bakımdan ısısal konfor hesaplaması yapılması gerektiği durumlarda, yapı elemanı eldesinde hammadde olarak kullanılan agrega türüne ait ısısal özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu değeri veya değerleri hesaplamada birkaç yöntem bulunmaktadır. Plaka yöntemi ile belirlenmesi bunlardan birisi olup, ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir. Plaka yönteminde (Hot Plate) bir Bimsbloğun ısı iletkenlik değeri, TS ISO 8302 veya TS 388/Nisan 1977 “Plaka Metodu İle Isı İletkenliğinin Tayini” standardında belirtilen yönteme göre ölçümü yapılmakta ve ölçümden elde edilen değerler, TS 415 “Isı İletkenlği Ve Isı Geçirgenliği Direncinin Yapıda Kullanılması İçin Hesap Değerlerinin Bulunması” standardında belirtilen adımlara göre belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Gündüz, 2005) (Şekil 4.11).



Şekil 4.10 Laboratuar Tipi Beton Mikserinin Genel Görünümü.

4.3.1.11. Isı Yalıtım Test Cihazı (Hot Box)

Sıcak kutu yönteminde bir bloğun ısı iletkenlik değeri, yapı elemanlarının yalıtılmış sıcak kutu yardımıyla denge durumunda ısısal performanslarının, test yöntemi olarak kabul edilen ve TS EN ISO 8990 veya ASTM C-1363 standardında öngörülen test düzeneği yardımıyla ölçülmesidir. Bir yapı elemanının birebir boyutta ısı iletkenliği ve ısı geçirgenlik direnci gibi teknik parametreler ölçülebilmektedir. Sıcak kutu (Hot Box) yöntemi, sıcak oda ve soğuk oda olmak üzere iki bölüme ayrılmış ve yalıtılmış bir kutudan oluşan deney cihazı ile duvar örgüsü şeklinde hazırlamış homojen formdaki deney numunelerinde ısı iletkenlik ve ısı geçirgenlik direncinin tayini kapsayan bir yöntemdir (Gündüz, 2005). Bu yöntemde, bir yapı elemanı yalıtılmış bir kutu içerisine kutuya iki bölüme ayıracak şekilde yerleştirilir. İlgili deney düzeneğinin genel görünümü Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.11 Plaka (Hot Plate) Yöntemi Deney Düzeneğinin Genel Görünümü.



Şekil 4.12 Sıcak Kutu (Hot Box) Yöntemi Deney Düzeneğinin Genel Görünümü.

4.3.1.12. **Trisco Yazılım**

TS EN 1745 de belirtilen pomza ya ait öz değerler kullanılarak dik açılı blokların kararlı halde ısı transfer değerini 3-Boyutlu olarak hesaplayan yazılım.

4.3.1.13. Kalorimetre

Her türlü katı/sıvı numunede kalori değeri tespiti için kullanılacaktır (Şekil 4.13). Cihaz katı ve sıvıların kalori değerini DIN 51900, ISO 1928, ASTM D240, D4809, D5865, D1989, D5468, E711 standartlarına uygun olarak ölçebilmektedir. Cihazın yakma bombası yüksek kaliteli özel alaşımdan imal edilmiş olup, 300 bar saf oksijen atmosfer basıncına dayanmaktadır. Yakma bombasının dayanabileceği maksimum enerji 40.000 Joule dür.



Şekil 4.13 Kalorimetre Cihazının Genel Görünümü

4.3.1.14. Yanmazlık Test Düzeneği

Hafif betonda kullanılack agreganın yüksek sıcaklık ortamlarına maruz kalması durumunda kütlece meydana gelen kaybının belirlenmesinde kullanılacaktır. Yanmazlık testi TS 1114 de öngörülen yönteme göre uygulanır. Cihaz, bilgisayar ve yazıcı ile birlikte komple bir settir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Yanmazlık Test Düzeneği

4.3.1.15. **Desikatör**

Numunelerin kurutulmasında kullanılacaktır. Kapağında vakum musluğu bulunan ve bir pompa yardımı ile havası boşaltılabilen özelliktedir. Vakum pompası, desikatör komple bir set olup en az 300 mm çapındadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Vakumlu Desikatör Görüntüsü.

4.3.1.16. **Kül Fırını**

Pomzaların organik madde içeriğinin belirlenmesinde kullanılacak olup, cihazın iç hacmi en az 23 litre maksimum çıkabileceği sıcaklık ise 1.100 °C dir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Kül Fırını

4.3.1.17. Kumpas (Dijital ve Mekanik)

Pomzadan üretilen Bimsblok elamanlarının teknik açıdan irdelenebilmesi için boyutları hassas bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. TS EN 772-16 belirtilen min tolerans değerinde (0,2 mm) ölçümler gerçekleştirilir. Üretilen blokların büyük bir bölümünde kullanıcak olan 300 mm ölçebilen dijital kumpas ile boyutları 300 mm den daha büyük olan numuneleri ölçmede kullanılacak 500 mm ölçebilen mekanik kumpasdan oluşmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Dijital ve Mekanik Kumpasların Görünümü

4.3.1.18. Forklift

Deneysel çalışmalar çoğunlukla 1'den fazla numune (Bimsblok) üzerinde gerçekleştirilmektedir. Özellikle Tip-1 deneylerini gerçekleştirmek için 1 palet Bimsblok Örneğine ihtiyaç duyulmaktadır. Gelen numunelrin labaoratuvar ortamına, sokulması ve laboratuvarda taşınması için elektrikli bir fork lifte ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 6.17).



Şekil 4.18 Elektrikli Fork Liftin Genel Görünümü

4.3.2. Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Değerlendirilmesi

Yapılması planlanan "Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi" nin fizibilitesi 10 yıllık projeksiyona göre gerçekleştirilmiştir. Burada, 3 farklı senaryo göz önünde bulundurulmuştur.

- **Senaryo -1;** sadece Nevşehir'de faaliyet gösteren Bimsblok üreticilerine hizmet vermesi,
- **Senaryo-2;** yakın çevre illerde faaliyet gösteren Bimsblok üreticilerine de hizmet vermesi
- **Senaryo-3;** Isı İletkenlik Test Cihazlarından biri olan Sıcak Kutu (Hot Box)'nun olmaması ve sadece Nevşehir'deki üreticilere hizmet vermesi durumu,

Her bir senaryo ilerleyen bölümlerde alt başlıklar altında değerlendirilecektir. Burada üzerinde durulması gereken önemli hususlardan birisi ise Senaryo-3'de çıkarılması düşünülen Sıcak Kutu Cihazı AR-GE çalışmaları hayati bir öneme sahip olup, sadece maliyeti düşürmek amacıyla, olmaması durumunda tesisin 10 yıllık projeksiyonunda karlılığını değerlendirmek amacıyla önerilmektedir. Cihaz; aynı zamanda ısı iletkenlik katsayısını gerçeğe en yakın şekilde belirleyebilmesi açısından da ayrıca önem taşımaktadır. Tesisin 10 yıllık projeksiyonu; sabit yatırım giderleri, test ve AR-GE çalışmaları sonucunda elde edilen gelir-giderleri, yatırımın iç karlılık oranı ile 10 yıllık projeksiyonunda fizibilitesi aşağıda belirtilen alt başlıklarda ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

4.3.2.1. Yatırım Maliyeti

a) Sabit Yatırım Giderleri

Makine Teçhizat: Laboratuara alınması gereken cihazlar maliyetlerini kapsamaktadır. Yıllara göre bir artış söz konusu olmayıp tek seferde tesis kurulurken yapılacak harcamalardır.

Arsa Maliyeti: Laboratuar Üniversite sınırları içinde kurulacağından herhangi bir arsa maliyeti olmayacaktır.

b) İşletme Öncesi Giderler

Akreditasyon: Laboratuvar tamamlanmasından sonra yapılması gereken bir süreç olup, ilerleyen yıllarda herhangi bir ilave ücret olmayacaktır.

Tanıtım: Laboratuvarı gerek kamu gerekse özel sektöre tanıtmak amacıyla broşür, web sitesi gibi harcamaları kapsamaktadır. Yıllık % 10'luk bir artış olacağı tahmin edilmektedir.

Eğitim Giderleri: Cihazların kullanımı ile ilgili eğitimleri kapsamaktadır. Cihazların montajından hemen sonra gerçekleşeceği planlanmaktadır. İlerleyen yıllarda ilave eğitim olacağı düşünülmemektedir.

c) Yatırım Maliyetleri

Laboratuvar İnşaat Maliyetleri: Laboratuvar inşaat maliyetlerini kapsamaktadır. Toplamda 500 m_2 oturum alanı, 700 m_2 kapalı alana sahip olması planlanmaktadır. Tek seferlik bir harcama kalemi olacaktır.

Ofis Tefrişatı: İdari bürolarda kullanılacak olan ofis tefrişatını kapsamakta olup, tek seferlik bir harcama kalemini oluşturmaktadır.

Laboratuvar Tefrişatı: Laboratuvarda ihtiyaç duyulan tezgâh, masa, giderler, boru tesisatı gibi elemanları kapsamaktadır. Cihazların alımından önce gerçekleştirilecek olup, ilerleyen yıllarda ilave harcamalara ihtiyaç duyulmayacağı düşünülmektedir.

4.3.2.2. Hâsılat ve Faaliyet Giderleri

a) Hâsılat

AR-GE Çalışmaları: Sektörün ihtiyaç duyacağı her türlü AR-GE çalışmalarını kapsamaktadır. Yıllık % 20 artacağı düşünülmektedir.

Tip-1 Deneyleri: Her yıl rutin olarak gerçekleştirilmesi gereken deneyleri kapsamaktadır. Yıllık % 20 artacağı düşünülmektedir.

Hotbox Deneyi: Yıllık 10 Deney (Birim Fiyatı 1.575 TL + KDV) yapılacağı ve yıllara göre % 20 artacağı düşünülmektedir.

Yanmazlık Deneyi: Yıllık 10 Deney (Birim Fiyatı 814 TL + KDV) yapılacağı ve yıllara göre % 20 artacağı düşünülmektedir.

b) Faaliyet Giderleri

Personel Giderleri (1 Tek.+1 İşçi): Laboratuvarda yapılması düşünülen deneysel çalışmalara ve diğer ihtiyaçları karşılamak amacıyla 1 Adet Tekniker ve 1 Adette İşçiye ihtiyaç duyulmaktadır. Aylık maliyetleri 5.150 TL olarak hesaplanmış olup, yıllık enflasyon oranında (%8) yıllara göre artacağı düşünülmektedir.

Tüketim Malzemesi Giderleri: Laboratuvarda ihtiyaç duyulan her türlü tüketim malzemelerini kapsamakta olup, yıllık % 10 artacağı düşünülmektedir.

Enerji Giderleri: Tesisin ihtiyaç duyacağı her türlü enerji giderlerini kapsamaktadır. Yıllık % 10 artacağı düşünülmektedir.

Bakım, Onarım Giderleri: Tesiste ihtiyaç duyulan her türlü bakım ve onarımı kapsamaktadır. Yıllık % 10 artacağı düşünülmektedir.

Genel Yönetim Giderleri: Laboratuvar üniversite sınırları içinde bir kamu kurumuna ait olacağından, böyle bir gider kaleminin olmayacağı düşünülmektedir.

Hizmet Satış Giderleri: Laboratuvar üniversite sınırları içinde bir kamu kurumuna ait olacağından, böyle bir gider kaleminin olmayacağı düşünülmektedir.

Akreditasyon Kullanım Ücreti: TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kurumu) tarafından akredite olmuş kuruluşların devlete ödediği vergiyi ifade etmektedir. Yıl içinde beyan edilen brüt gelirin % 0,6 alınır ve KDV si eklenerek devlete ödenir.

TÜRKAK Yıllık Vize Bedeli: TÜRKAK'a ödenen yıllık vize bedelini ifade etmekte olup (3.300 TL), yıllık % 10 artacağı düşünülmektedir.

Finansman Giderleri: Laboratuvar üniversite sınırları içinde bir kamu kurumuna ait olacağından, böyle bir gider kaleminin olmayacağı düşünülmektedir.

Vergi (KDV %18): Hâsılat sonucunda elde edilen gelirlerden devlete verilecek bölümü kapsamaktadır.

Hazine Hissesi (%1): Hâsılat sonucunda elde edilen gelirlerden devlete verilecek bölümü kapsamaktadır.

4.3.2.3. Yatırımın İç Karlılık Oranları

Yatırım maliyetlerinin (Makine-Teçhizat, Laboratuvar İnşaat Maliyetleri gibi) göz önünde bulundurulmadığı, sadece net akımın değerlendirildiği bölümü ifade etmektedir.

4.3.2.4. Fizibilite Analizi

10 yıllık projeksiyonda yatırımın fizibilitesinin değerlendirildiği bölümü ifade etmekte olup, aşağıda 4 farklı alt başlıkta ifade edilen gelir ve giderler, 3 farklı senaryo için ayrı ayrı değerlendirilecektir.

SENARYO-1

Senaryo-1 için aşağıdaki kabuller yapılıp değerlendirme yapılmıştır.

- Yatırım Maliyetleri (Tablo 4.5) içinde yer alan **tüm makine teçhizatın** alınması,
- Hâsılat ve Faaliyet Giderleri (Tablo 4.6) aşağıdaki şekilde değerlendirilmesine,

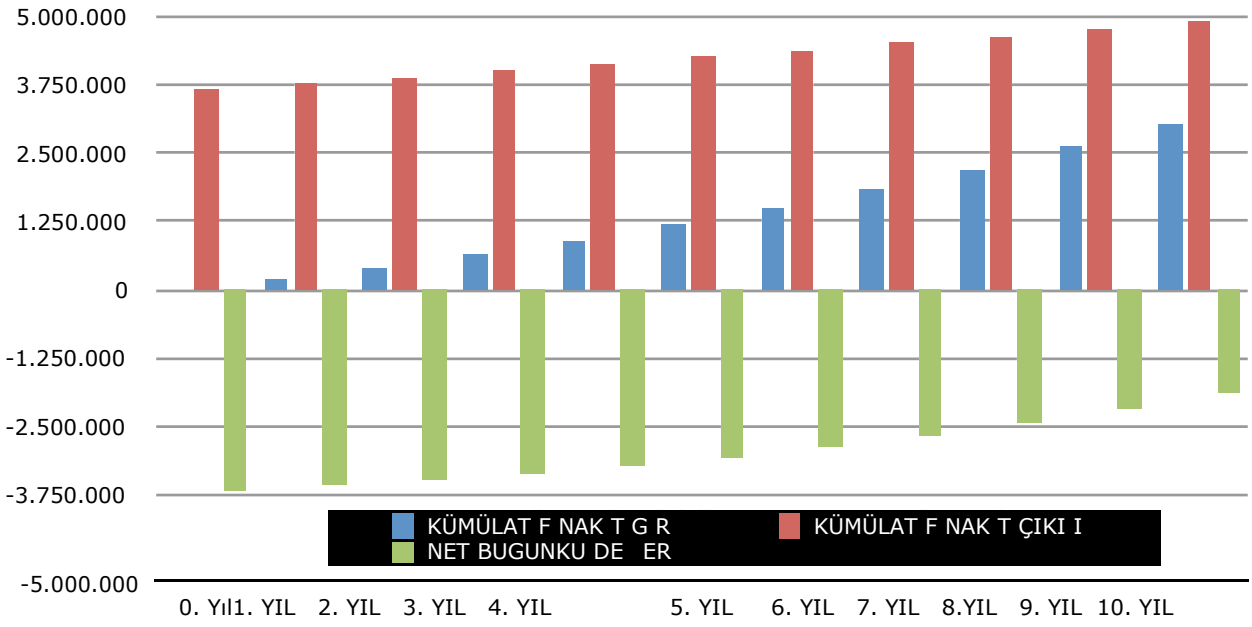
HÂSILAT

- Ar-Ge çalışmalarının yıllık yaklaşık 30.000 TL olacağı ve yıllık %20 artacağı,
- Tip-1 Deneyleri, sadece Nevşehir'de faaliyet gösteren Bimsblok üreticilerine hizmet verecek şekilde (**27 Firma x 6.000 TL**) ve yıllık %20 artacağı,
- Sıcak Kutu deneyinin yılda 10 adet yapılacağı (10 x 1.859 TL) ve yıllık %20 artacağı,
- Yanmazlık deneyinin yılda 10 adet yapılacağı (10 x 960 TL) ve yıllık %20 artacağı,

FAALİYET GİDERLERİ

- Personel Giderlerinin (1 Tekniker + 1 İşçi) 1. yıl için 61.800 TL olacağı ve yıllık % 8 artacağı,
- Tüketim Malzemesi Giderlerinin 1. yıl için 9.000 TL olacağı ve yıllık %10 artacağı,
- Enerji Giderlerinin (Elektrik, Su, Doğalgaz) 1. yıl için 12.000 TL olacağı ve yıllık %10 artacağı,
- Bakım, Onarım Giderlerinin 1. yıl için 5.000 TL olacağı ve % 10 artacağı,
- Genel Yönetim Giderleri ve Hizmet Satış Giderlerinin olmayacağı,
- Akreditasyon Kullanım Ücretinin 1. yıl için 1.560 TL olacağı ve yıllık % 10 artacağı,
- TÜRKAK yıllık vize bedelinin 1. yıl için 3.300 TL olacağı ve yıllık % 10 artacağı,
- Finansman Giderlerinin olmayacağı,
- Verginin %18 ve Hazine Hissesinin %1 olacağı kabul edilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Yukarıda yapılan kabul ve değerlendirmelere göre, Net Nakit Akımları (Tablo 4.7) ve bu doğrultuda hesaplanan Net Bugünkü Değer (Tablo 4.8) görülmektedir. Net Bugünkü Değer -1.883.955 TL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değer negatif olduğu için bu haliyle 10 yıllık bir projeksiyonla yatırım karlı görülmemektedir. Yıllara göre kümülatif nakit akışları ve Net Bugünkü Değerin yıllara göre değişimi Şekil 4.19'da yer almaktadır.



Şekil 4.19 Senaryo-1'e göre 10 yıllık Nakit Giriş, Nakit Çıkışı ve Net Bugünkü Değerin Yıllara Göre Dağılımı (TL)

Tablo 4.5 Yatırım maliyet tablosu (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
1	SABİT YATIRIM GİDERLERİ											
1.1.	Makine-Teçhizat	3.164.385,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.164.385,35
1.2.	Arsa Maliyetleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	İŞLETME ÖNCESİ GİDERLER											
2.1.	Akreditasyon	12.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.000,00
2.2.	Tanıtım (Broşür, Web Sitesi vb.)	3.000,00	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	47.812,27
2.3.	Eğitim Giderleri	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.000,00
3	YATIRIM MALİYETLERİ											
3.1.	Laboratuvar İnşaat Maliyetleri	494.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	494.000,00
3.2.	Ofis Tefrişatı	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50.000,00
3.3.	Laboratuvar Tefrişatı	60.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60.000,00
A.TOPLAM YATIRIM MALİYETİ (1+2+3)		3.788.385,35	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	3.833.197,62

Tablo 4.6 Hasılat ve Faaliyet Giderleri (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
4	**HASILAT**											
4.1.	AR-GE Çalışmaları	30.000,00	36.000,00	43.200,00	51.840,00	62.208,00	74.649,60	89.579,52	107.495,42	128.994,51	154.793,41	778.760,46
4.2.	Tip-1 Deneyleri	162.000,00	194.400,00	233.280,00	279.936,00	335.923,20	403.107,84	483.729,41	580.475,29	696.570,35	835.884,42	4.205.306,50
4.3.	Hotbox Deneyi	18.590,00	22.308,00	26.769,60	32.123,52	38.548,22	46.257,87	55.509,44	66.611,33	79.933,60	95.920,32	482.571,90
4.4.	Yanmazlık Deneyi	9.600,00	11.520,00	13.824,00	16.588,80	19.906,56	23.887,87	28.665,45	34.398,54	41.278,24	49.533,89	249.203,35
4.5.	Toplam Hasılat	220.190,00	264.228,00	317.073,60	380.488,32	456.585,98	547.903,18	657.483,82	788.980,58	946.776,70	1.136.132,04	5.715.842,21
5	**FAALİYET GİDERLERİ**											
5.1.	Personel Giderleri (1 Tek.+1 İşçi)	61.800,00	66.744,00	72.083,52	77.850,20	84.078,22	90.804,48	98.068,83	105.914,34	114.387,49	123.538,49	895.269,56
5.2.	Tüketim Malzemesi Giderleri	9.000,00	9.900,00	10.890,00	11.979,00	13.176,90	14.494,59	15.944,05	17.538,45	19.292,30	21.221,53	143.436,82
5.3.	Enerji Giderleri	12.000,00	13.200,00	14.520,00	15.972,00	17.569,20	19.326,12	21.258,73	23.384,61	25.723,07	28.295,37	191.249,10
5.4.	Bakım, Onarım Giderleri	5.000,00	5.500,00	6.050,00	6.655,00	7.320,50	8.052,55	8.857,81	9.743,59	10.717,94	11.789,74	79.687,12
5.5.	Genel Yönetim Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.6.	Hizmet Satış Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.7.	Akreditasyon Kullanım Ücreti	1.558,95	1.870,73	2.244,88	2.693,86	3.232,63	3.879,15	4.654,99	5.585,98	6.703,18	8.043,81	40.468,16
5.8.	TÜRKAK Yıllık Vize Bedeli	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	7.781,23	52.593,50
5.9.	Toplam Faaliyet Gideri	92.658,95	100.844,73	109.781,40	119.542,36	130.208,98	141.871,57	154.630,56	168.597,73	183.897,82	200.670,17	1.402.704,26
5.10.	Finansman Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.11.	Vergi (KDV %18)	33.588,31	40.305,97	48.367,16	58.040,59	69.648,71	83.578,45	100.294,14	120.352,97	144.423,56	173.308,28	871.908,13
5.12.	Hazine Hissesi (%1)	335,88	403,06	483,67	580,41	696,49	835,78	1.002,94	1.203,53	1.444,24	1.733,08	8.719,08
5.13.	Toplam Giderler	126.583,13	141.553,76	158.632,23	178.163,36	200.554,17	226.285,81	255.927,64	290.154,23	329.765,62	375.711,53	2.283.331,48
B.	**NET KAR (ZARAR)**	93.606,87	122.674,24	158.441,37	202.324,96	256.031,81	321.617,37	401.556,18	498.826,35	617.011,08	760.420,51	3.432.510,73

Tablo 4.7 Yatırımın iç karlılık oranı (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
6	TOPLAM HASILAT	220.190,00	264.228,00	317.073,60	380.488,32	456.585,98	547.903,18	657.483,82	788.980,58	946.776,70	1.136.132,04	5.715.842,21
7	TOPLAM GİDER	126.583,13	141.553,76	158.632,23	178.163,36	200.554,17	226.285,81	255.927,64	290.154,23	329.765,62	375.711,53	2.283.331,48
C.	NET NAKİT AKIMI	93.606,87	122.674,24	158.441,37	202.324,96	256.031,81	321.617,37	401.556,18	498.826,35	617.011,08	760.420,51	3.432.510,73

Tablo 4.8 Net bugünkü değer tablosu (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		0. Yıl	1. YIL	2. YIL	3. YIL	4. YIL	5. YIL	6. YIL	7. YIL	8.YIL	9. YIL	10. YIL	
8	NAKİT GİRİŞİ	0,00	200.172,73	218.370,25	238.222,09	259.878,64	283.503,97	309.277,06	337.393,16	368.065,26	401.525,74	438.028,08	3.054.436,99
9	NAKİT ÇIKIŞI	3.661.802,22	115.075,58	116.986,58	119.182,74	121.687,97	124.528,36	127.732,44	131.331,35	135.359,09	139.852,81	144.853,06	4.938.392,19
Not: İskonto oranı %10 olarak alınmıştır.											NET BUGÜNKÜ DEĞER		-1.883.955,21

SENARYO–2

Senaryo-2 için aşağıdaki kabuller yapılıp değerlendirme yapılmıştır.

- Yatırım Maliyetleri (Tablo 4.9) içinde yer alan **tüm makine teçhizatın** alınması,
- Hâsılat ve Faaliyet Giderleri (Tablo 4.10) aşağıdaki şekilde değerlendirilmesine,

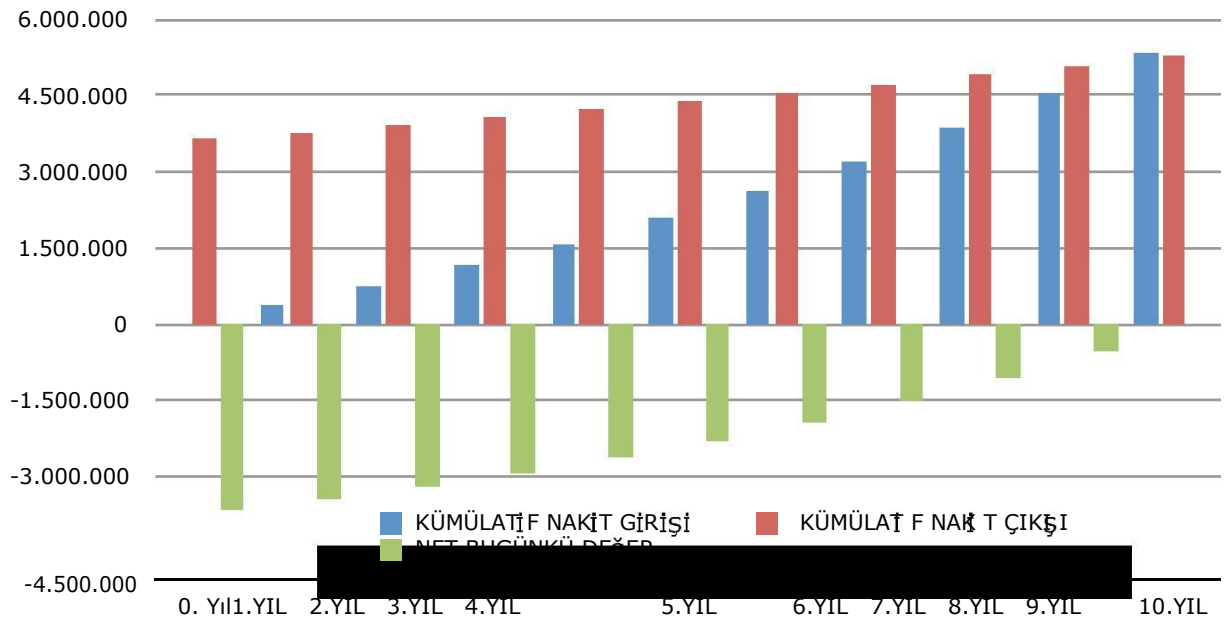
HÂSILAT

- Ar-Ge çalışmalarının yıllık yaklaşık 30.000 TL olacağı ve yıllık %20 artacağı,
- Tip-1 Deneyleri, Nevşehir ve çevre illerde faaliyet gösteren Bimsblok üreticilerine hizmet verecek şekilde (**54 Firma x 6.000 TL**) ve yıllık %20 artacağı,
- Sıcak Kutu deneyinin yılda 10 adet yapılacağı (10 x 1.859 TL) ve yıllık %20 artacağı,
- Yanmazlık deneyinin yılda 10 adet yapılacağı (10 x 960 TL) ve yıllık %20 artacağı,

FAALİYET GİDERLERİ

- Personel Giderlerinin (1 Tekniker + 1 İşçi) 1. yıl için 61.800 TL olacağı ve yıllık % 8 artacağı,
- Tüketim Malzemesi Giderlerinin 1. yıl için 9.000 TL olacağı ve yıllık %10 artacağı,
- Enerji Giderlerinin (Elektrik, Su, Doğalgaz) 1. yıl için 12.000 TL olacağı ve yıllık %10 artacağı,
- Bakım, Onarım Giderlerinin 1. yıl için 5.000 TL olacağı ve % 10 artacağı,
- Genel Yönetim Giderleri ve Hizmet Satış Giderlerinin olmayacağı,
- Akreditasyon Kullanım Ücretinin 1. yıl için 1.560 TL olacağı ve yıllık % 10 artacağı,
- TÜRKAK yıllık vize bedelinin 1. yıl için 3.300 TL olacağı ve yıllık % 10 artacağı,
- Finansman Giderlerinin olmayacağı,
- Verginin %18 ve Hazine Hissesinin %1 olacağı kabul edilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Yukarıda yapılan kabul ve değerlendirmelere göre, Net Nakit Akımları (Tablo 4.11) ve bu doğrultuda hesaplanan Net Bugünkü Değer (Tablo 4.12) görülmektedir. Net Bugünkü Değer 27.249 TL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değer pozitif olduğu için bu haliyle 10 yıllık bir projeksiyonla yatırım karlı görülmektedir. Yıllara göre kümülatif nakit akışları ve Net Bugünkü Değerin yıllara göre değişimi Şekil 4.20'de yer almaktadır. Buna göre, ikinci beş yıllık dönemde, nakit girişleri ile nakit çıkışları arasındaki fark tedrici olarak kapanmakta,
10. yılda ise tamamen net nakit akışı pozitif değer almaya başlamaktadır. Dolayısıyla söz konusu senaryo dahilinde yatırım karlı görünmektedir.



Şekil 4.20 Senaryo-2'ye göre 10 yıllık Nakit Giriş, Nakit Çıkışı ve Net Bugünkü Değerin Yıllara Göre Dağılımı (TL)

Tablo 4.9 Yatırım maliyet tablosu (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
1	SABİT YATIRIM GİDERLERİ											
1.1.	Makine-Teçhizat	3.164.385,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.164.385,35
1.2.	Arsa Maliyetleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	İŞLETME ÖNCESİ GİDERLER											
2.1.	Akreditasyon	12.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.000,00
2.2.	Tanıtım (Broşür, Web Sitesi vb.)	3.000,00	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	47.812,27
2.3.	Eğitim Giderleri	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.000,00
3	YATIRIM MALİYETLERİ											
3.1.	Laboratuvar İnşaat Maliyetleri	494.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	494.000,00
3.2.	Ofis Tefrişatı	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50.000,00
3.3.	Laboratuvar Tefrişatı	60.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60.000,00
A.TOPLAM YATIRIM MALİYETİ (1+2+3)		3.788.385,35	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	3.833.197,62

Tablo 4.10 Hasılat ve Faaliyet Giderleri (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
4	**HASILAT**											
4.1.	AR-GE Çalışmaları	30.000,00	36.000,00	43.200,00	51.840,00	62.208,00	74.649,60	89.579,52	107.495,42	128.994,51	154.793,41	778.760,46
4.2.	Tip-1 Deneyleri	324.000,00	388.800,00	466.560,00	559.872,00	671.846,40	806.215,68	967.458,82	1.160.950,58	1.393.140,70	1.671.768,83	8.410.613,00
4.3.	Hotbox Deneyi	18.590,00	22.308,00	26.769,60	32.123,52	38.548,22	46.257,87	55.509,44	66.611,33	79.933,60	95.920,32	482.571,90
4.4.	Yanmazlık Deneyi	9.600,00	11.520,00	13.824,00	16.588,80	19.906,56	23.887,87	28.665,45	34.398,54	41.278,24	49.533,89	249.203,35
4.5.	Toplam Hasılat	382.190,00	458.628,00	550.353,60	660.424,32	792.509,18	951.011,02	1.141.213,22	1.369.455,87	1.643.347,04	1.972.016,45	9.921.148,72
5	**FAALİYET GİDERLERİ**											
5.1.	Personel Giderleri (1 Tek.+1 İşçi)	61.800,00	66.744,00	72.083,52	77.850,20	84.078,22	90.804,48	98.068,83	105.914,34	114.387,49	123.538,49	895.269,56
5.2.	Tüketim Malzemesi Giderleri	9.000,00	9.900,00	10.890,00	11.979,00	13.176,90	14.494,59	15.944,05	17.538,45	19.292,30	21.221,53	143.436,82
5.3.	Enerji Giderleri	12.000,00	13.200,00	14.520,00	15.972,00	17.569,20	19.326,12	21.258,73	23.384,61	25.723,07	28.295,37	191.249,10
5.4.	Bakım, Onarım Giderleri	5.000,00	5.500,00	6.050,00	6.655,00	7.320,50	8.052,55	8.857,81	9.743,59	10.717,94	11.789,74	79.687,12
5.5.	Genel Yönetim Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.6.	Hizmet Satış Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.7.	Akreditasyon Kullanım Ücreti	2.705,91	3.247,09	3.896,50	4.675,80	5.610,97	6.733,16	8.079,79	9.695,75	11.634,90	13.961,88	70.241,73
5.8.	TÜRKAK Yıllık Vize Bedeli	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	7.781,23	52.593,50
5.9.	Toplam Faaliyet Gideri	93.805,91	102.221,09	111.433,02	121.524,31	132.587,31	144.725,58	158.055,36	172.707,50	188.829,54	206.588,23	1.432.477,83
5.10.	Finansman Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.11.	Vergi (KDV %18)	58.300,17	69.960,20	83.952,24	100.742,69	120.891,23	145.069,48	174.083,37	208.900,05	250.680,06	300.816,07	1.513.395,57
5.12.	Hazine Hissesi (%1)	583,00	699,60	839,52	1.007,43	1.208,91	1.450,69	1.740,83	2.089,00	2.506,80	3.008,16	15.133,96
5.13.	Toplam Giderler	152.689,08	172.880,89	196.224,79	223.274,43	254.687,46	291.245,75	333.879,57	383.696,55	442.016,39	510.412,46	2.961.007,36
B.	**NET KAR (ZARAR)**	229.500,92	285.747,11	354.128,81	437.149,89	537.821,73	659.765,27	807.333,66	985.759,32	1.201.330,65	1.461.603,99	6.960.141,36

Tablo 4.12 Net bugünkü değer tablosu (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		0. Yıl	1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
8,00	NAKİT GİRİŞİ	0,00	347.445,45	379.031,40	413.488,81	451.078,70	492.085,85	536.820,93	585.622,83	638.861,27	696.939,57	760.297,71	5.301.672,52
9,00	NAKİT ÇIKIŞI	3.635.696,27	138.808,25	142.876,77	147.426,59	152.499,44	158.140,87	164.400,63	171.333,01	178.997,27	187.458,10	196.786,10	5.274.423,31
											NET BUGÜNKÜ DEĞER		27.249,21

Not: İskonto oranı %10 olarak alınmıştır.

Tablo 4.11 Yatırımın iç karlılık oranı (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
6	TOPLAM HASILAT	382.190,00	458.628,00	550.353,60	660.424,32	792.509,18	951.011,02	1.141.213,22	1.369.455,87	1.643.347,04	1.972.016,45	9.921.148,72
7	TOPLAM GİDER	152.689,08	172.880,89	196.224,79	223.274,43	254.687,46	291.245,75	333.879,57	383.696,55	442.016,39	510.412,46	2.961.007,36
C.	NET NAKİT AKIMI	229.500,92	285.747,11	354.128,81	437.149,89	537.821,73	659.765,27	807.333,66	985.759,32	1.201.330,65	1.461.603,99	6.960.141,36

SENARYO-3

Senaryo – 3 için aşağıdaki kabuller yapılıp değerlendirme yapılmıştır.

- Yatırım Maliyetleri (Tablo 4.13) içinde yer alan makine teçhizatın **Sıcak Kutu** haricinde diğerlerinin alınması,
- Hâsılat ve Faaliyet Giderleri (Tablo 4.14) aşağıdaki şekilde değerlendirilmesine,

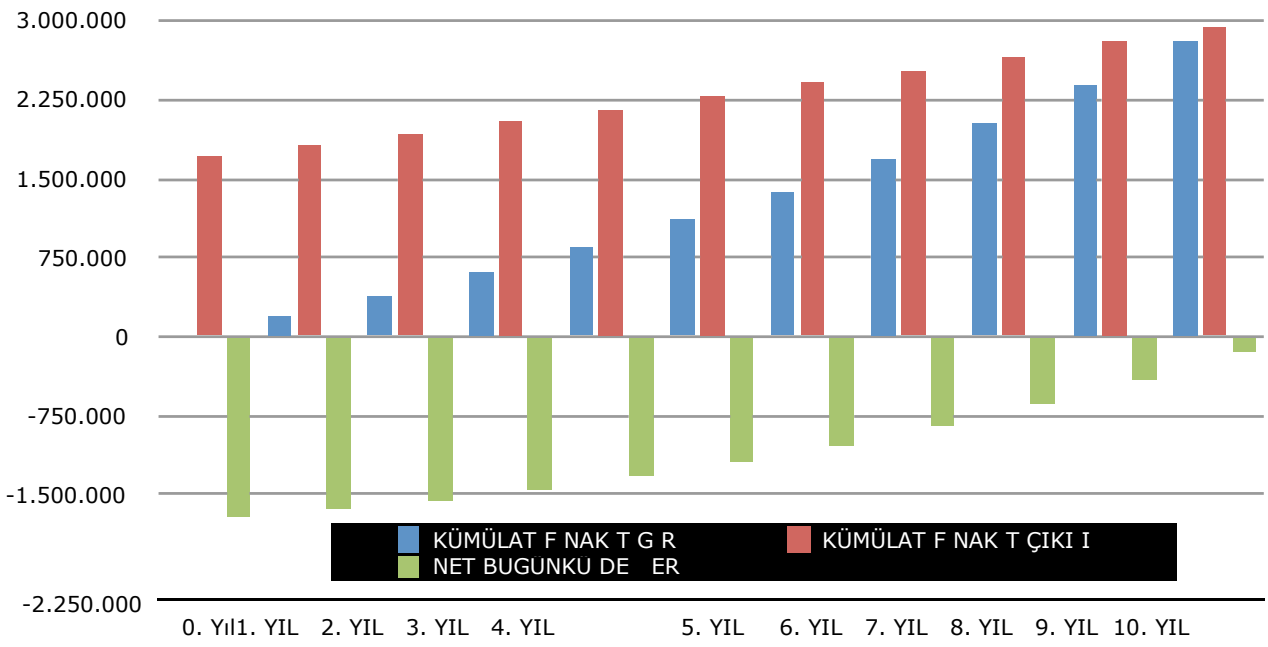
HÂSILAT

- Ar-Ge çalışmalarının yıllık yaklaşık 30.000 TL olacağı ve yıllık %20 artacağı,
- Tip-1 Deneyleri, sadece Nevşehir'de faaliyet gösteren Bimsblok üreticilerine hizmet verecek şekilde (27 Firma x 6.000 TL) ve yıllık %20 artacağı,
- Yanmazlık deneyinin yılda 10 adet yapılacağı (10 x 960 TL) ve yıllık %20 artacağı,

FAALİYET GİDERLERİ

- Personel Giderlerinin (1 Tekniker + 1 İşçi) 1. yıl için 61.800 TL olacağı ve yıllık % 8 artacağı,
- Tüketim Malzemesi Giderlerinin 1. yıl için 9.000 TL olacağı ve yıllık %10 artacağı,
- Enerji Giderlerinin (Elektrik, Su, Doğalgaz) 1. yıl için 12.000 TL olacağı ve yıllık %10 artacağı,
- Bakım, Onarım Giderlerinin 1. yıl için 5.000 TL olacağı ve % 10 artacağı,
- Genel Yönetim Giderleri ve Hizmet Satış Giderlerinin olmayacağı,
- Akreditasyon Kullanım Ücretinin 1. yıl için 1.560 TL olacağı ve yıllık % 10 artacağı,
- TÜRKAK yıllık vize bedelinin 1. yıl için 3.300 TL olacağı ve yıllık % 10 artacağı,
- Finansman Giderlerinin olmayacağı,
- Verginin %18 ve Hazine Hissesinin %1 olacağı kabul edilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Yukarıda yapılan kabul ve değerlendirmelere göre, Net Nakit Akımları (Tablo 4.15) ve bu doğrultuda hesaplanan Net Bugünkü Değer (Tablo 4.16) görülmektedir. Net Bugünkü Değer -137.341 TL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değer negatif olduğu için bu haliyle 10 yıllık bir projeksiyonla yatırım karlı görülmemektedir. Yıllara göre kümülatif nakit akışları ve Net Bugünkü Değerin yıllara göre değişimi Şekil 4.21'de yer almaktadır. Buna göre,
10. yılda nakit girişleri ile nakit çıkışları arasındaki fark tedrici olarak azalmaktadır. Pozitif yönde gelirlerde meydana gelebilecek çok az bir değişim yatırımın 10. yılda karlı hale dönüşmesini sağlayacaktır. Dolayısıyla söz konusu senaryo dâhilinde yatırım kısmen karlı olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.21 Senaryo-3'e göre 10 yıllık Nakit Giriş, Nakit Çıkışı ve Net Bugünkü Değerin Yıllara Göre Dağılımı (TL)

Tablo 4.13 Yatırım maliyet tablosu (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
1	SABİT YATIRIM GİDERLERİ											
1.1.	Makine-Teçhizat	1.198.455,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.198.455,20
1.2.	Arsa Maliyetleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	İŞLETME ÖNCESİ GİDERLER											
2.1.	Akreditasyon	12.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12.000,00
2.2.	Tanıtım (Broşür, Web Sitesi vb.)	3.000,00	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	47.812,27
2.3.	Eğitim Giderleri	5.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.000,00
3	YATIRIM MALİYETLERİ											
3.1.	Laboratuvar İnşaat Maliyetleri	494.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	494.000,00
3.2.	Ofis Tefrişatı	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50.000,00
3.3.	Laboratuvar Tefrişatı	60.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60.000,00
A.TOPLAM YATIRIM MALİYETİ (1+2+3)		1.822.455,20	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	1.867.267,47

Tablo 4.14 Hasılat ve Faaliyet Giderleri (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
4	**HASILAT**											
4.1.	AR-GE Çalışmaları	30.000,00	36.000,00	43.200,00	51.840,00	62.208,00	74.649,60	89.579,52	107.495,42	128.994,51	154.793,41	778.760,46
4.2.	Tip-1 Deneyleri	162.000,00	194.400,00	233.280,00	279.936,00	335.923,20	403.107,84	483.729,41	580.475,29	696.570,35	835.884,42	4.205.306,50
4.3.	Hotbox Deneyi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.4.	Yanmazlık Deneyi	9.600,00	11.520,00	13.824,00	16.588,80	19.906,56	23.887,87	28.665,45	34.398,54	41.278,24	49.533,89	249.203,35
4.5.	Toplam Hasılat	201.600,00	241.920,00	290.304,00	348.364,80	418.037,76	501.645,31	601.974,37	722.369,25	866.843,10	1.040.211,72	5.233.270,31
5	**FAALİYET GİDERLERİ**											
5.1.	Personel Giderleri (1 Tek.+1 İşçi)	61.800,00	66.744,00	72.083,52	77.850,20	84.078,22	90.804,48	98.068,83	105.914,34	114.387,49	123.538,49	895.269,56
5.2.	Tüketim Malzemesi Giderleri	9.000,00	9.900,00	10.890,00	11.979,00	13.176,90	14.494,59	15.944,05	17.538,45	19.292,30	21.221,53	143.436,82
5.3.	Enerji Giderleri	12.000,00	13.200,00	14.520,00	15.972,00	17.569,20	19.326,12	21.258,73	23.384,61	25.723,07	28.295,37	191.249,10
5.4.	Bakım, Onarım Giderleri	5.000,00	5.500,00	6.050,00	6.655,00	7.320,50	8.052,55	8.857,81	9.743,59	10.717,94	11.789,74	79.687,12
5.5.	Genel Yönetim Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.6.	Hizmet Satış Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.7.	Akreditasyon Kullanım Ücreti	1.427,33	1.712,79	2.055,35	2.466,42	2.959,71	3.551,65	4.261,98	5.114,37	6.137,25	7.364,70	37.051,55
5.8.	TÜRKAK Yıllık Vize Bedeli	3.300,00	3.630,00	3.993,00	4.392,30	4.831,53	5.314,68	5.846,15	6.430,77	7.073,84	7.781,23	52.593,50
5.9.	Toplam Faaliyet Gideri	92.527,33	100.686,79	109.591,87	119.314,92	129.936,06	141.544,07	154.237,55	168.126,13	183.331,89	199.991,05	1.399.287,66
5.10.	Finansman Giderleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.11.	Vergi (KDV %18)	30.752,54	36.903,05	44.283,66	53.140,39	63.768,47	76.522,17	91.826,60	110.191,92	132.230,30	158.676,36	798.295,47
5.12.	Hazine Hissesi (%1)	307,53	369,03	442,84	531,40	637,68	765,22	918,27	1.101,92	1.322,30	1.586,76	7.982,95
5.13.	Toplam Giderler	123.587,40	137.958,87	154.318,37	172.986,72	194.342,21	218.831,45	246.982,41	279.419,96	316.884,49	360.254,18	2.205.566,08
B.	**NET KAR (ZARAR)**	78.012,60	103.961,13	135.985,63	175.378,08	223.695,55	282.813,86	354.991,96	442.949,29	549.958,60	679.957,54	3.027.704,23

Tablo 4.15 Yatırımın iç karlılık oranı (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL	
6	TOPLAM HASILAT	201.600,00	241.920,00	290.304,00	348.364,80	418.037,76	501.645,31	601.974,37	722.369,25	866.843,10	1.040.211,72	5.233.270,31
7	TOPLAM GİDER	123.587,40	137.958,87	154.318,37	172.986,72	194.342,21	218.831,45	246.982,41	279.419,96	316.884,49	360.254,18	2.205.566,08
C.	NET NAKİT AKIMI	78.012,60	103.961,13	135.985,63	175.378,08	223.695,55	282.813,86	354.991,96	442.949,29	549.958,60	679.957,54	3.027.704,23

Tablo 4.16 Net bugünkü değer tablosu (TL)

Sıra No	AÇIKLAMALAR	YILLAR										TOPLAM
		0. Yıl	1. YIL	2. YIL	3. YIL	4. YIL	5. YIL	6. YIL	7. YIL	8. YIL	9. YIL	10. YIL	
8,00	NAKİT GİRİŞİ	0,00	183.272,73	199.933,88	218.109,69	237.937,85	259.568,56	283.165,70	308.908,04	336.990,59	367.626,09	401.046,65	2.796.559,77
9,00	NAKİT ÇIKIŞI	1.698.867,80	112.352,18	114.015,60	115.941,68	118.152,26	120.671,22	123.524,65	126.741,03	130.351,48	134.389,96	138.893,58	2.933.901,44
											NET BUGÜNKÜ DEĞER		-137.341,66

Not: İskonto oranı %10 olarak alınmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünya pomza rezervi 18 milyar ton civarında olup, ülkemiz dünya pomza rezervinin % 15,8'ine sahiptir. 2012 yılında, Türkiye dünya pomza üreten ülkeler arasında birinci sırada yer almaktadır Türkiye'nin 2014 yılı pomza üretim miktarı ise 5.700.000 ton olarak tahmin edilmektedir. Ülkemiz sahip olduğu bu yüksek potansiyele paralel olarak Nevşehir sahip olduğu jeolojik yapısı nedeniyle pomza açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Nevşehir ülkemiz pomza rezervinin yaklaşık % 17'sine sahiptir. Bu oran ile Bitlis ve Kayseri'den sonra 3. sırada yer almaktadır. Pomzanın maden olarak işletilmesi açısından durum değerlendirildiğinde, 2014 yılında Nevşehir işletme ruhsatlarının %20'sine sahip olması ile birinci sırada yer almaktadır. Nevşehir ilinde tüvenan pomza üretimi sürekli olarak bir artış trendi göstermekte olup, 2014 yılında toplam tüvenan pomza üretimi 1.632.410 ton olarak gerçekleşmiş ve bir önceki yıla göre % 115'lik bir artış gerçekleşmiştir. Buradan görüleceği üzere pomza Nevşehir için önemli bir ekonomik değerdir. Bu ekonomik değerin daha verimli kullanılması için yapılacak her türlü çalışma cesaretlendirilmelidir.

Pomza, dünyada halen elliden fazla endüstriyel alanda farklı amaçlarda kullanım imkânı bulunmaktadır. Bu kullanım, endüstriyel amacına göre ana hammadde olarak veya katkı malzemesi biçimindedir. Pomzanın dünyada olduğu gibi ülkemizde en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. Bunun yanı sıra, tekstil sektörünün dışında, diğer tüm alanlarda dünyada ki kullanımı ülkemiz açısından farklılık sunmaktadır. Nevşehir özelinde ise büyük bölümü yurt içinde inşaat sektöründe tüketilirken, küçük bir oran ise tekstil, ziraat ve diğer endüstriyel sektörlerde kullanılmaktadır.

Nevşehir'de faaliyet gösteren firmaların yıllar itibariyle üretimden satışları incelendiğinde, yurtiçi satışların artan bir trende sahip olduğu görülmektedir. 2010 yılında 6,5 milyon TL seviyesinde olan net satışlar 2014 yılında 12,5 milyon TL'ye ulaşmıştır. Sektörün satışları 5 yılda % 100'lük bir artış göstermiştir. Diğer yandan, yurt dışı satış tutarlarına bakıldığında, son 5 yıllık süreçte giderek azaldığı görülmektedir. Ağırlıklı olarak yurt içi piyasaya yönelik bir sektör görüntüsü sergilemektedir. Bu noktada taşıma maliyetlerinin yüksek olması, ihracat için kalite standartlarının sektörün çok küçük bir kesimi tarafından karşılanıyor olması ve genellikle de inşaat dışında diğer sektörlere sağlanan çıktı oranının düşük kalması ihracatının düşük seviyelerde seyretmesinin başlıca nedenleri olarak öne çıkmaktadır.

Sektörün araştırma geliştirme faaliyetleri ise, sektörün geneli değerlendirildiğinde oldukça düşük düzeyde kalmaktadır. Mevcut firmaların % 40'ı bu konuda herhangi bilgi vermezken, % 13'ü hiç araştırma geliştirme harcaması yapmadığını ifade etmektedir. Bunun yanında, firmaların % 47'si araştırma geliştirme harcamalarının % 1 ile % 3 arasında yıllık satışlarına katkısı olduğunu belirtmiştir. Düşük seviyede kalmasına rağmen araştırma geliştirme harcamalarının, toplam satışlar üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir. Bundan dolayı araştırma geliştirme faaliyetlerinin satışlar üzerinde olumlu etki yapacağı öngörülebilir.

Pomza sektöründe faaliyette bulunan firmalar ile üniversite işbirliği düzeyi oldukça düşüktür ve bunun üzerine bir değerlendirme yapıldığında, firmaların % 47'si sektör ve firma açısından işbirliği düzeyinin son derece yetersiz olduğu görüşündedir. Firmaların % 33'ü sektör açısından ve % 40'ı ise firma açısından işbirliği düzeyinin yetersiz olduğunu belirtmektedir. Küçük bir kesim ise üniversite-sanayi işbirliği düzeyinin normal düzeyde olduğunu ifade etmektedir. Bu konuda Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ve sektörün diğer paydaşlarının bu konuda sorumluluk almaları sağlanmalıdır.

Ürün standardizasyonu ve kalite anlayışının yerleşmemiş olması, pazarlama ve tanıtım konusunda bilinçli davranılmaması, üniversite-sanayi işbirliğinin yok denilecek kadar az olması, Ar-Ge çalışmalarına önem verilmemesi ve maliyetlerinin çok yüksek olması, maden üretimi konusunda rastgele bir çalışma metodunun hâkim olması, kalifiye eleman eksikliği, haksız rekabet sebebiyle belirli bir fiyat politikası uygulanamaması ve birim fiyatların düşmesi, nakliye giderlerinin oldukça fazla olması, ortak hareket etme kültürünün yetersizliği ve katma değeri düşük ürünlerin sektöre hâkim olması sektör açısından en önemli tehditleri oluşturmaktadır.

Nevşehir'de faaliyet gösteren üreticiler pomzanın ve pomzadan üretilen ürünlerin teknik özelliklerinin ortaya konulması ve Ar-Ge çalışmaları ile pomzanın en efektif şekilde kullanılıp alternatif ürünler üretip yöreye ciddi bir katma değer sağlanması noktasında bir araştırma merkezine ihtiyaç duymaktadırlar. Dolaysıyla sektörün ulusal ve uluslararası ölçekte rekabet gücü artırmak için bu raporun konusunu oluşturan yapılanma büyük önem arz etmektedir. Kurulması planlanan "Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi" öncelikli olarak Ar-Ge çalışmaları ve belgelendirme sürecinde sektörün ihtiyaç duyduğu laboratuvar deneylerini gerçekleştirilmesi noktasında faaliyet gösterecektir. Ar-Ge çalışmalarının öncelikli hedefleri hali hazırda üretilmekte olan ürünlerin teknik özelliklerinin iyileştirilmesi ve katma değeri yüksek alternatif ürünlerin geliştirmesi olacaktır.

Bimsblok sektörü gibi yapı malzemelerin alanında faaliyet gösteren firmaların üretmiş oldukları ürünleri iş ve dış piyasaya rahatlıkla pazarlayabilmeleri ve yapı malzemelerinde yönetmeliklerden dolayı belgelendirmeleri (TSE, CE, UTO vb.) gerekmektedir. İlimizde faaliyet gösteren firmaların bu konudaki ihtiyaçlarını, Manisa/Turgutlu, Çorum, Gebze ve İzmir'de bulunan Türk Standartları Enstitüsü (TSE) laboratuvarlarından karşılamaktalar. Bu durum firmaları kısmen maliyet ve özellikle zaman açısından olumsuz yönde etkilemektedir. Planlanan araştırma merkezinin bünyesinde kurulacak olan laboratuar Ar-Ge çalışmalarına imkân sağladığı gibi aynı zamanda belgelendirme sürecinde gerekli olan deney hizmetini de verebilecektir. **Fakat kurulacak olan laboratuvarın TSE tarafından yetkilendirilmesi gerekmektedir. TSE tarafından bu yetkinin verilebilmesi için laboratuarın akredite, yani TS EN ISO/IEC 17025 sistemi ile işletilen bir laboratuvar olması gerekmektedir.**

Araştırma merkezinin **Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi** bünyesinde olması, merkezin kurumsallaşması ve sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Böyle bir yapıda ekonomik kaygılardan ziyade kamu yararı öne çıkacak ve böylece geri dönüşü uzun zaman alan Ar-Ge çalışmaları sağlıklı bir yapıda yürütülebilecektir.

Planlanan araştırma merkezi için gerekli olan yatırım miktarının ve sahip olması gereken altyapı imkânların oluşturulması için **3.788.385** TL'lik bir bütçeye gereksinim duyulmaktadır. Böyle bir kaynağın oluşturulması sektörün tüm paydaşların birlikte girişimlerde bulunmaları gerekmektedir. Yapılacak olan yatırımın geri dönüşü incelendiğinde farklı senaryolar göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan değerlendirmelere göre "Araştırma ve Uygulama Merkezi" kendisini en geç **16** yıl sonra en erken ise **10** yıl sonra amorti edebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

ASTM C39 (2014) Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. USA.

Aydar E., Schmitt, A. K., Çubukçu, E., Akin, L., Ersoy, O., Sen, E., Duncan, R., and Atici, G., (2012) Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions, Journal of Volcanology and Geothermal Research 213-214; 83–97.

Açıkgöz F., (1980) Nevşehir-Ürgüp-Kaymaklı Çevrelerinin Pomza Prospeksiyon Raporu, Maden Etüt Ve Arama Dairesi Başkanlığı, 69 sy. (yayınlanmamış)

Başpınar E., Gündüz, L. (2006) İnşaat Endüstrisinde Kullanılan Pomza Agregalarının Mineralojik ve Petrografik Özellikleri, IV.Ulusal Kırmatas Sempozyumu 2-4 Aralık 2006/İstanbul.

BSI (1981) BS 6089: Guide to the Assessment of Concrete Strenght in Existing Structures, BSI, London.

Crangle, R. D. (2013) Pumice and Pumicite, 2012 Minerals Yearbook, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey.

Erdoğan, Y. (2010) Asidik ve Bazik Pomzadan Üretilen Yapı Malzemelerinin Mühendislik Özelliklerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 300 sy. (yayınlanmamış)

Elmastaş, N., (2012) Türkiye ekonomisi için önemi giderek artan bir maden: pomza (Sünger Taşı), Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt: 5 Sayı: 23, 196-206.

Erdoğan, M., (1997) Nevşehir-Ürgüp Dolayı Sünger taşı yatakları ve özellikleri. 1. İsparta Pomza Sempz. 213-218

Gökalp Z., Başaran M., Uzun O. (2011) Compaction and swelling characteristics of sand-bentonite and pumice-bentonite mixtures, Clay Minerals, 46, 449–459.

Gündüz, L., Sarıışık, A., Davraz, M., Uğur, D., Çankıran, O. (1998a). Pomza Teknolojisi Cilt I (a), SDÜ Yayını, Isparta.

Gündüz, L., Sarıışık, A., Davraz, M., Uğur, D., Çankıran, O. (1998b). Pomza Teknolojisi Cilt II (b), SDÜ Yayını, Isparta.

Gündüz, L., (2005) İnşaat Sektöründe Bimsblok. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, 928 s., Isparta.

MİGEM (2014) Maden İşleri Genel Müdürlüğü, Pomza İşletme Ruhsatı Bilgisayar Kayıtları. (Yayınlanmamış)

MTA (1980) Nevşehir-Ürgüp-Kaymaklı Çevrelerinin Pomza Prospeksiyon Raporu, Maden Etüt Ve Arama Dairesi Başkanlığı, 69 sy. (yayınlanmamış)

MTA (2010) MTA, 2010. Nevşehir İli Maden ve Enerji Kaynakları, http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye_maden/maden_potansiyel_2010/Nevsehir_Madenler.pdf.

Özkan, G., ve Tuncer, G. (2001) Pomza Madenciliğine Genel Bir Bakış, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-19 Ekim 2001, İzmir, Türkiye, Sy: 200-207.

Le Pennec, J.L., Bourdier, J.L., Froger,J.-L., Temel, A., Camus, G. And Gourgaud, A., (1994), Neogene ignimbrites of Nevşehir Plateau (Central Turkey): stratigraphy, distrubution and source constraints, J. Volcanol. Geotherm. Res., 63, 59-87

Şen, E., Kürkcüoglu, B., Aydar, E., Gourgaud, A., and Vincent, P.M., (2003), Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey). J. Volcanol. Geotherm. Res., 125, 225-246.

USGS (2014) U.S. Geological Survey, Pumice and Pumicite, Mineral Commodity Summaries, February 2014 sy:2.

Viereck-Götte, L., Lepetit, P., Gürel, A., Ganskow, G., Çopuroğlu, I., Abratis, M., (2010) Revised volcanostratigraphy of the Upper Miocene to Lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey. In: Gropelli, G., Götte-Viereck, L. (Eds.), Geological Society of America Special Paper 464, pp. 85–112.

Toprak, V., Keller, J., Schumacher, R., (1994) Volcano-tectonic features of the Cappadocian volcanic province, excursion guide. International Volcanological Congress, IAVCEI, Ankara-1994, p. 58.

TS 3234/T1 (1983) Bimsbeton yapım kuralları, karışım hesabı ve deney metotları, TSE, Ankara.

TS EN 12390-4 (2002) Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 4: Basınç dayanımı - Deney makinelerının özellikleri, TSE, Ankara.

TS ISO 8302 (2002) Isı yalıtımı - Kararlı halde ısıl direncin ve ilgili özelliklerin tayini - Mahfazalı sıcak plaka cihazı, TSE, Ankara.

TS EN 1745 (2004) Kâgir ve kâgir mamulleri - Tasarım ısıl değerlerinin tayini metotları, TSE, Ankara.

TS EN 772-6 (2004) Kâgir birimler - Deney metotları - Bölüm 6: Beton kâgir birimlerin eğilmede çekme dayanımının tayini, TSE, Ankara.

TS EN 772-14 (2004) Kâgir birimler - Deney metotları - Bölüm 14: Beton ve sunî taş kâgir birimlerin rutubet hareketinin tayini, TSE, Ankara.

TS 415 EN 12939 (2005) Yapı malzemelerinin ve mamullerinin ısıl performansı-Mahfazalı sıcak plâka cihazı ve ısı akış sayacı metotları ile ısıl direncin tayini-Yüksek ve orta ısıl dirençli kalın mamuller, TSE, Ankara.

TS EN 998-2 (2005) Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 2: Kâgir harcı, TSE, Ankara.

TS EN ISO 1182 (2007) Yapı mamullerinin yangın deneylerine tepkisi-Tutuşmazlık deneyi,

TSE, Ankara.

TS EN ISO/IEC 17025 (2012) Deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için genel şartlar, TSE, Ankara.

TS EN 771-3 (2012) Kâgir birimler - Özellikler - bölüm 3: Beton kâgir birimler (yoğun ve hafif agregalı), TSE, Ankara.

TS EN 772-1 (2012) Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 1: Basınç dayanımının tayini, TSE, Ankara.

TS EN 772-11 (2012) Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 11: Betondan, gazbetondan, yapay ve doğal taştan yapılmış kâgir birimlerde kapiler su emme ve kil kâgir birimlerde ilk su emme hızının tayini, TSE, Ankara.

TS EN 13501-1 (2013) Yapı mamulleri ve yapı elemanları, yangın sınıflandırması bölüm 1: Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma, TSE, Ankara.

http://www.soylu.com.tr/

Mimarlık
Fakültesi
Jeoloji
Mühendisliği
Bölümü

TEMMUZ
2015



Nevşehir
Hacı
Bektaş
Veli
Üniversitesi
Mühendislik

AHİLER Kalkınma Ajansı
Geleceğe Yön Verir

Pomza Araştırma ve Uygulama Merkazi

Fizibilite Raporu 2015