



## Almanpınarı (Osmaniye) Killerinin Yapı Malzemesi Olarak Kullanımına Bir Yaklaşım

### An Approach to the Usage of Almanpınarı (Osmaniye) Clays as Building Materials

<sup>1</sup>Pınar KOÇHAN , <sup>2</sup>Cihan YALÇIN , <sup>3</sup>Yusuf URAS 

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup>Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü, Dünya Bankası Proje Uygulama Birimi. Ankara, Türkiye

<sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>1</sup>pinarkochan@hotmail.com, <sup>2</sup>cihan.yalcin@sanayi.gov.tr,

<sup>3</sup>yuras@ksu.edu.tr

Araştırma Makalesi/Research Article

#### ARTICLE INFO

##### Article history

Received : 13 March 2022

Accepted : 13 April 2022

##### Keywords:

Upper Devonian, Clay, FTIR, Aggregate, Almanpınarı (Osmaniye)

#### ABSTRACT

In this study, the mineralogy of the Almanpınarı clays located in the east of Osmaniye and the relevance of the aggregates made up of these clays to be used as building material were revealed. In the Almanpınarı district the Paleozoic aged rocks form the basement. Red colored clays overly the Upper Devonian aged clayey limestones. Based on the results of the FTIR (Fourier Transform Infrared) analysis of the clays, the predominant clay minerals are kaolinite, illite and smectite. Aggregates of various sizes were prepared from clays with predetermined mineralogy, and the physical properties of these aggregates were investigated. The shrinkage values of clays are between 9-19%, and clays exhibit medium and high plasticity character. It has been determined that the expansion of Almanpınarı clays starts from 1050 °C, its density decreases with organic additives, and the water absorption amount is around 21.8%, respectively. It is figured out that Almanpınarı clays, which have been offered to be used as aggregate for the first time, can be used as a building material as heat and sound insulation issues.

© 2022 Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Engineering and Natural Science. Published by Dergi Park. All rights reserved.

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihleri

Gönderim : 13 Mart 2022

Kabul : 13 Nisan 2022

##### Anahtar Kelimeler:

Üst Devoniyen, Kil, FTIR, Agrega, Almanpınarı (Osmaniye)

#### ÖZET

Bu çalışmada Osmaniye doğusunda yer alan Almanpınarı killerin mineralojisi ve bu killerden oluşturulan agregaların yapı malzemesine uygunluğu ortaya konulmuştur. Almanpınarı bölgesinde temelde Paleozoyik yaşlı kayalar bulunmaktadır. Bu kayalar gruplarından Üst Devoniyen yaşlı killi kireçtaşları üzerinde kırmızı renkli killer bulunmaktadır. Daha çok eğimli bölgelerde örtü şeklinde duran killerin FTIR (Fourier Transform Infrared) analizinde yaygın mineraller kaolen, illit ve smektit şeklindedir. Mineralojisi belirlenen killerden farklı boyutlarda agrega üretilmiş ve bu agregaların fiziksel özellikleri ortaya konulmuştur. Orta ve yüksek plastisite karakterinde olan killerin rötre değerleri %9-19 arasındadır. Almanpınarı killerinde genişlemenin 1050 °C'den itibaren başladığı, organik katkı ile yoğunluğunun düştüğü ve su emme miktarının da %21,8 civarında olduğu belirlenmiştir. İlk kez agrega olarak kullanılabilirliği ortaya koyulan Almanpınarı killerin yapı malzemesi olarak ısı ve ses yalıtımı konularında kullanılabileceği düşünülmektedir.

© 2022 Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi. Dergi Park tarafından yayımlanmaktadır. Tüm Hakları Saklıdır.

ORCID ID: <sup>1</sup>0000-0003-3063-9692

<sup>2</sup>0000-0002-0510-2992

<sup>3</sup>0000-0001-5561-3275

## 1. GİRİŞ

Kil başta seramik olmak üzere tuğla, sondaj ve inşaat sektöründe kullanılan önemli bir endüstriyel hammaddedir. Bu geniş ve önemli kullanım alanlarının vazgeçilmez bileşeni olan killerin cinsinin belirlenmesi ve bu killerin yapı malzemesi olarak kullanımlarının belirlenmesi inşaat sektörü için oldukça önemlidir.

Killer mineral içerikleri ve minerallerin kimyasal bileşimlerine bağlı olarak farklı renklerde bulunabilir. Ancak endüstriyel anlamda ise kilin doğal hali değil pişme rengi daha önemli olabilmektedir [1-4]. Pişme rengini ise demirin oksidasyon aşamasına, pişme sıcaklığına, kil minerallerindeki  $Al_2O_3$ , CaO ve MgO oranına ve yanma sırasında oluşan gazların bileşimine bağlıdır [4-6].

Kil mineralleri, kayaçları oluşturan esas minerallerin ayrışmasıyla oluşur. Mineralojisine göre de kaolin, smektit, mika, klorit ve illit şeklinde sınıflandırılır. Bu killerden özellikle kaolin seramik sektöründe kullanılan en önemli endüstriyel hammaddelerden biridir. Bu konuda Türk seramik endüstrisinde özellikle riyolitik-riyodasitik bileşimli kaolinleşmiş volkanik kayaçlar yoğun olarak kullanılmaktadır [7-14].

Bilindiği üzere ülkemizde birçok alanda kil üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan en önemli olanlarından biri de Almanpınarı (Osmaniye) killeri. Almanpınarı killeri Osmaniye doğusundaki Üst Devoniyen yaşlı killi kireçtaşları içerisinde bulunur [15]. Tabakalanma sunmayan killer kırmızımsı rengi ile diğer birimlerden kolayca ayrılır. Bu killerin fiziksel ve mekanik özellikleri araştırmacılar tarafından yapılmıştır [16-18]. Mirdallı vd., [18] seramik sektöründe boya olarak kullanımının uygunluğunu, Aytekin [19] ise zemin iyileştirme açısından uygunluğunu ortaya koymuştur. Rusen [20] farklı lokasyonlardaki killeri değerlendirmiş ve bunların serbest basınç deneylerini yapmıştır. Bu deneyleri Almanpınarı killerinde de uygulamış ve standart Proctor testi ile sıkıştırmıştır.

Endüstriyel kullanım alanının ön plana çıkması sebebiyle birçok araştırmacı bu killerin fiziksel özelliklerini ortaya koymaya çalışmıştır. Bu çalışmada ise Almanpınarı killerinin mineralojisi ortaya konularak bu killerden elde edilen farklı ısılardaki agregaların yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği ilk defa ortaya konulmuştur. FTIR tekniği, farklı türdeki kil minerallerini ayırt etmek ve kil minerallerinin kimyasal modifikasyonu üzerine yapı, bileşim ve yapısal değişiklikler hakkında bilgi elde etmek için kullanılır. Bu teknik kil mineral örneklerinden mineraloji ve kristal kimyasını değerlendirmek için en bilgilendirici tekniktir. Bu sebeple bu yöntem kullanılarak Almanpınarı killerinin mineralojisi belirlenmiştir. Aynı zamanda killere ait kıvam limitleri Atterberg yöntemi ile belirlenmiştir. Sonrasında ise bu killerin farklı tane boyutundaki pelletleri hazırlanmış ve ısıl işleme tabi tutulmuştur. Tüm bu süreçler boyunca da kile ait fiziksel özellikler belirlenmiştir.

## 2. GENEL JEOLJİ

Almanpınarı bölgesi ve civarında bölgenin temeli Kambro-Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonundan oluşmaktadır (Şekil 1). Almanpınarı kuzeydoğusunda yer alan birim başlıca kireçtaşı, metasilttaşı, metakumtaşı, metaşeyl, metaçamurtaşı ardalanmasından oluşmakta olup Bedinan formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir [21-23]. Orta-Üst Ordovisiyen yaşlı olan birim gri-siyah ve gri-yeşil sleyt ve siltli sleyt litolojilerinden oluşmaktadır. Bedinan formasyonu ise Almanpınarı ve civarında gözlenen Üst Devoniyen yaşlı kireçtaşı ve sleyt ardalanmalı birim tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir [24-25]. Bu Paleozoyik seri ise karbonatlı kayaçlardan oluşan Alt Kretase yaşlı Karadağ formasyonu [26] ile açısız uyumsuzlukla, peridotit, harzburjit, dünit, lerzolit, serpantinlerden oluşan Kızıldağ ofiyoliti [27-29] tektonik dokanakla örtülmektedir (Şekil 1). Bu yaşlı istif üzerinde ise Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar ile Kuvaterner yaşlı kayaç grupları açısız uyumsuzlukla örtülmektedir.

Almanpınarı killerinin bulunduğu Hasanbeyli Formasyonu başlıca kireçtaşı ve sleyt ardalanmasından oluşur. Taban seviyelerde daha çok karbonatlı sleytlerin olduğu formasyonun üst seviyelerinde ise kireçtaşları hâkimdir. Kireçtaşlarının tavan seviyelerinde ise kil oluşumu gözlenmektedir.

## 3. MATERYAL VE METOD

Sahada farklı lokasyonlarda mostra veren killerden örnekler alınmıştır. Örnek alırken saha geneli düşünülerek gözlemsel veriye dayalı örnekleme gerçekleştirilmiştir. Derlenen killerin mineralojik analizleri için FTIR (Fourier Transform Infrared) yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılmış ve diyagramları hazırlanmıştır. Öncelikle ince toz haline getirilen 10 adet örnek kızılötesi ışınlar maruz bırakılmıştır. Bu uygulama sonucunda ise pikler ortaya çıkmıştır. Nitel analizler için ise günümüzde çok sayıda minerale ait Infrared spektrumları değerlendirilmiştir. Böylece FTIR diyagramı ile spektrumlar karşılaştırılmış ve piklerin hangi minerallere ait olduğu tespit edilmiştir. Mineralojik bileşimi belirlendikten sonra Almanpınarı killerinin yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği için bu killerden agrega üretilmiştir. Bu üretim için killer öncelikle toz haline getirilmiş ve bu killerin macun kıvamına gelmesi için de su ilave edilmiştir (Şekil 2a). Macun kıvamındaki killer küçük (>8-10 mm), orta (>10-14mm) ve büyük boyutta (>14-20 mm) olmak üzere pelletler oluşturulmuştur (Şekil 2b). Bu pelletler etüvde 4-5 saat 105 °C de kurutulduktan sonra soğutma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2c, d). Bu proses sonucunda 3 farklı boyutta pellet oluşturulmuş ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Bu farklı boyuttaki pelletler 900-1200 °C aralığındaki

sıcaklıklarda ısı işleme tabi tutulmuş ve agrega üretimi sonlanmıştır. Elde edilen agregaların fiziksel özellikleri de (yoğunluk, genleşme vb.,) ortaya konulmuştur.



Şekil 1. Almanişınarı ve çevresinin jeoloji haritası (Şenel [29]'den değiştirilerek hazırlanmıştır).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Kil Mineralojisi

Almanişınarı bölgesindeki killerden (Şekil 3) örnekler alınmıştır. Alınan örneklerin mineralojik tanımlaması için de FTIR yöntemiyle analiz gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Yapılan analiz sonucunda örneklerde kaolin, illit, smektit mineralleri ile birlikte, kuvars, kalsit ve dolomit mineralleri de tespit edilmiştir (Şekil 4). FTIR diyagramında kaolenin dalga boyu  $3697-3624 \text{ cm}^{-1}$  arasında illit ve smektit grubu dalga boyları da  $3622 \text{ cm}^{-1}$  dolaylarındadır (Şekil 4). Kaolendeki bu yüksek dalga boyu mineralin kristal yapısındaki (OH) ile ilgilidir.

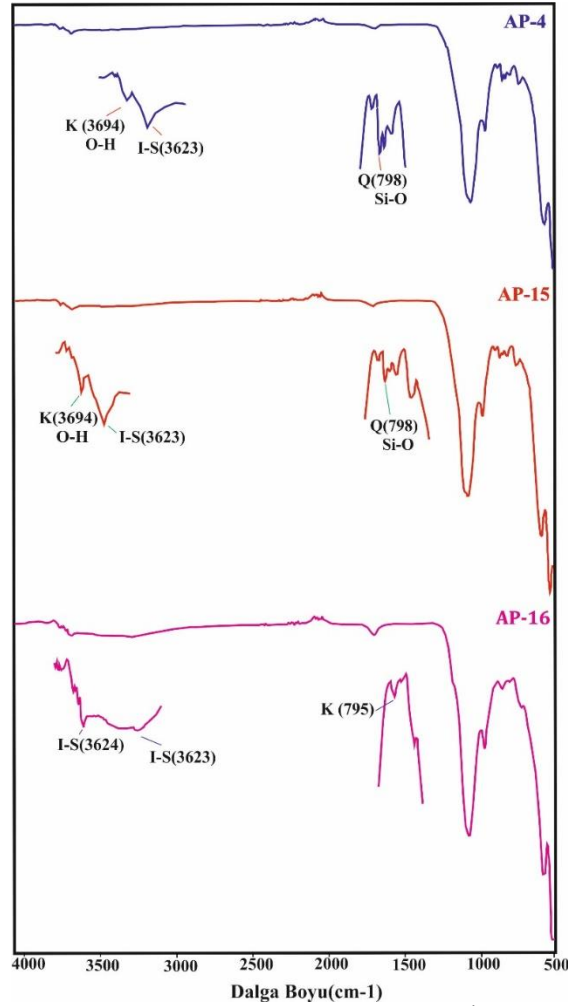


Şekil 2. Almanişınarı killlerinden elde edilen a) macun, b) pellet, c) ısı işleme görmüş pellet ve d) soğutulmuş pelletlerin görünümleri.





Şekil 3. Almanpınarı killerin genel görünümü.



Şekil 4. Almanpınarı killerin FTIR diyagramı (K:Kaolinit; I:İllit, S: Smektit, Q: Kuvars;).

#### 4.2. Kil Agregaların Fiziksel Parametreleri

Almanpınarı killerine ait Atterberg limitleri, ASTM, D 4318-10'a göre yapılmıştır. Bu çalışma ile killerin likit (LL) ve plastik limitleri (PL) belirlenmiştir. Likit limit testi ise Casagrande yöntemine göre yapılmıştır [30]. Son olarak plastisite indisi (PI) de likit limitten plastik limit değerinin çıkarılması ile elde edilmiştir (Tablo 1). Rötore

limitler ise (SL) % kuru küçülme ile % pişme küçülmesinin toplamından elde edilmiştir (Tablo 1). Kuru ve pişme küçülmesine ait formül aşağıda verilmiştir.

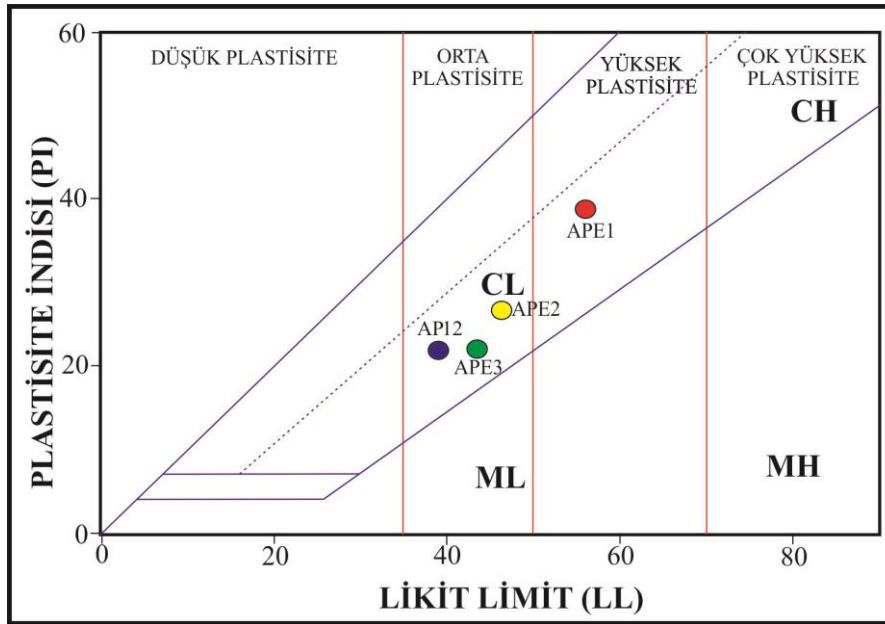
$$\% \text{ Kuru Küçülme} = (\text{Plastik uzunluk} - \text{Kuru uzunluk}) / \text{Plastik uzunluk} * 100$$

$$\% \text{ Pişme Küçülme} = (\text{Kuru uzunluk} - \text{Pişme uzunluk}) / \text{Kuru uzunluk} * 100.$$

Yuvarlak pellet haline getirilen killerin likit limit değerleri %39-58 arasında, plastik limit değerleri %22- 40 arasında ve rötre değerleri ise %9 ile 19 arasındadır (Tablo 1). Elde edilen veriler plastisite kartı üzerine yerleştirilmiş ve örneklerin dağılımları Şekil 5’de verilmiştir. Bu değerler sonucunda Almanpınarı killerin orta ve yüksek plastisiteli olduğu (Şekil 5) ortaya konulmuştur. Elde edilen kıvam limitleri endüstriyel hammadde olarak kullanım için uygun olmasına rağmen rötre değerinin yüksek olması üründe çatılma ve deformasyonlar oluşturabileceği için bu durum göz önüne alınmalıdır.

**Tablo 1.** Killerin kıvam limitleri.

%	APE1	APE2	APE3	API2
<b>LL</b>	58	46	42	39
<b>PL</b>	40	28	23	22
<b>PI</b>	18	17	19	17
<b>SL</b>	19	16	11	9



**Şekil 5.** Plastisite indisi-Likit limit diyagramı.

Kil agregaların üretimi aşamasında killerin fırında kalma süresi, sıcaklık ve genişleme miktarı ilişkileri ortaya konulmuştur (Tablo 2). Yapılan çalışma neticesinde killerde genişlemenin 1070 °C’den itibaren başladığı belirlenmiştir (Tablo 2).

Yuvarlak pellet şekline getirilen agrega örneklerinin ham ve belli oranlarda organik katkı olarak (kömür tozu, talaş vs.) farklı sıcaklıklardaki yoğunlukları Tablo 3’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre agregaların oldukça düşük yoğunlukta oldukları görülmektedir.

Genleştirilmiş farklı boyutlardaki kil agregalarının ortalama gevşek ve sıkışık haldeki yoğunlukları Tablo 4’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre ise killerin gevşek veya sıkışık halde yoğunluklarının giderek azaldığını söylemek mümkündür.

Yapı malzemelerinin üretiminde kullanılacak agregaların en önemli parametrelerinden biri de su emme miktarıdır. Bu hesaplama için daha önce etüvde 105 °C kurutulmuş örnek tartılmıştır ( $M_K$ ). Kütleli belirlen agregalar bir kap içerisine koyulmuş ve kaba su doldurulmuştur. 24 saat bekletilen agregaların daha sonra suyu süzülmesi ve kuru bir bez yardımı ile dış yüzeyleri de kurularak tartılmıştır ( $M_D$ ). Kuru ve suya doymuş hale getirilen bu agregaların su emme miktarı ( $SE$ )= $100 * [(M_D) - (M_K)] / (M_K)$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Bilindiği üzere su emme miktarı yüksek olan agregadan üretilen yapı malzemelerinin dayanımı da düşük olmaktadır. Bunun yanında yüksek su emme özelliğine sahip agregaların kuruması da zaman alabilmekte hatta malzemelerde rutubet oluşumuna da neden olmaktadır. Bu çalışmada üretilen kil agregaların su emme miktarı ortalama %21,8 olarak belirlenmiştir. Kaliteli hafif agregalarda su emme genellikle %15’in altında olup

genleştirilmiş olanlarda ise %10'un altındadır [31], Bu sonuçla beraber killerin yapı malzemesinden çok yalıtım amaçlı kullanılması gerekmektedir.

**Tablo 2.** Küre şekline getirilen killerin fırında kalma süresi, sıcaklık ve genleşme miktarı ilişkileri.

Sıcaklık (°C)	Genleşme durumu	Fırında kalma süresi (Dakika)
1070	Genleşiyor	40
1100	Genleşiyor	30
1130	İyi Genleşiyor	20
1150	Genleşme ve birbirine yapışma	10
1170	Aşırı genleşme ve birbirine yapışma	10
1200	Aşırı genleşme ve erime	10

**Tablo 3.** Ham ve farklı oranlardaki organik katkılı üretilen agregaların farklı sıcaklıklardaki yoğunlukları (OK, organik katkılı agregası).

Sıcaklık (°C)	HAM	% 0.2 OK	% 0.3OK	0.4% OK
	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
1050	1,98	1,86	1,80	1,74
1070	1,74	0,59	0,54	0,52
1100	1,67	0,58	0,48	0,46
1130	1,70	0,45	0,42	0,36
1150	1,20	0,54	0,42	0,33
1170	1,15	0,50	0,41	0,31
1200	1,12	0,50	0,39	0,30
Ortalama	1,49	0,52	0,45	0,38

**Tablo 4.** Farklı boyutlardaki genleştirilmiş kil agregasının (GKA) gevşek ve sıkışık haldeki yoğunlukları.

Agrega boyutu	Gevşek (g/cm <sup>3</sup> )	Sıkışık (g/cm <sup>3</sup> )
16-5,6 mm	0,34	0,37
8-2 mm	0,47	0,53
Ortalama	0,41	0,45

## 5. TARTIŞMA

Almanpınarı killeri Osmaniye doğusundaki Üst Devoniyen yaşlı killi kireçtaşları içerisinde bulunur. FTIR çalışmalarında killerin kaolen, illit ve smektit grubu minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Derlenen örneklerde az da olsa silis ve karbonat mineralleri de tespit edilmiştir. Almanpınarı killerinin bileşiminde onlara kırmızı rengi veren hematit minerali de bulunmaktadır.

Türkiye'nin birçok bölgesinde genleştirilmiş killerden agregası yapımına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir [32-33]. Gündüz ve diğ. [34] genleşen killerin tanımını yapmak ve mühendislik özelliklerini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışma sonucunda killerden hafif agregası yapılabileceğini belirtmiştir. Benzer bir çalışma ise Ankara-Kalecik bölgesinde yapılmıştır. Bu bölgedeki killerden genleşmiş kil agregaları oluşturulmuş ve killerin fiziksel özellikleri ortaya konulmuştur [35]. Bu çalışmada ise Almanpınarı killerinin agregası olarak kullanılabilirliğine altlık sağlamak amacı ile ısıtma işlemi ve boyutlandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Isıtma işleminden geçen kil pelletleri genleştirilmiş ve soğutulmuştur. Daha sonra ise ortaya çıkan agregaların fiziksel özellikleri ortaya konulmuştur.

Kil agregaları için daha önce benzer çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Özkan ve Dokumacı [36] atık kil ve pirinçten oluşan şekillendirilmiş agregaları farklı ısılarda test etmiş ve düşük yoğunluklu seramiklerin üretilebileceğini ortaya koymuştur. Tunç vd., [37] yapısal hafif betonlarda genleştirilmiş kil agregasının önemli bir bileşen olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre ise önceki çalışmalarda olduğu gibi düşük yoğunluklu kil agregası üretilmiş ancak düşük yoğunluklu olmasından dolayı daha çok yalıtım malzemesi olarak kullanılması önerilmektedir. Ayrıca Gürbüz ve Aydın [38] betonda kullanılan kil agregalarının oranının yüksek olması ile işlenebilirlik durumunun arttığını ancak sertleşmiş betonda ise eğilme ve basınç dayanımlarında büyük oranda azalmanın olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada görüldüğü üzere genleştirilmiş kil agregalarının kıvam limitleri ve su emme miktarları göz önüne alındığında yüksek plastisiteli killerin yüksek dayanımlı beton üretimi için uygun olmadığı görülmektedir.

Sevinç [39] tane boyutu farklı olan ve yüksek oranda kalsiyum oksit içeren Afşin-Elbistan uçucu külünün geopolimer harç üretiminde hammadde olarak kullanılabilirliğini değerlendirmiş ve bu örneklerin mekanik ve fiziksel özelliklerini ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise farklı boyuttaki agregaları genleştirilmiş ve bu killerin fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada mineralojisi belirlenen Almanpınarı killlerinden geliştirilmiş farklı boyutlarda agrega üretilmiş ve elde edilen agregaların fiziksel özellikleri ortaya konulmuştur. Killerin orta ve yüksek plastisiteli olduğu ve rötre değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Killerin 1050 °C'den itibaren geliştiği tespit edilmiştir. Organik katkı ile karıştırıldığında kil agregaların yoğunluğunun düştüğü ve su emme miktarının %21,8 olduğu belirlenmiştir. Hafif agregaların yapılarda kullanılması için bu miktarın %15'i geçmemesi gerekmektedir. Bu veriler ışığında killerin daha çok ısı ve ses yalıtımı amaçlı kullanılabilmesi düşünülmektedir. Ayrıca kıvam limitlerinden LL değeri ortalama %46,25, PL değeri % 28,25 ve SL %13,75 değerleri elde edilmiştir. Bunun yanı sıra ise kuru ve pişme küçülme değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kilin yüksek plastikliğe sahip olduğu ve tek başına kullanılmasının mümkün olmadığı değerlendirilmiştir. Ancak Almanpınarı bölgesinde kırmızı killerin çevresinde bol miktarda bulunan ve büzülme ve su emme miktarı düşük olan (şişmeyen) klorit ve serizit siltlerindeki killer ile belirli oranlarda karıştırılarak tuğla üretimi için uygun bir hammadde oluşturulması ve malzemenin bu şekilde değerlendirilmesi mümkündür.

Yapılan bu çalışmadan elde edilen agregalar ileride farklı bileşimlerdeki betonlar ile karıştırılarak tekrar değerlendirilmelidir. Dayanım, sonik hız vb., çalışmalar ile agreganın beton üzerindeki etkisi ortaya konulmalıdır.

### Yazar Katkıları

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sunmuşlardır.  
Yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

### Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Teşekkür

Bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince 2017-2-TP2-2619 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca çalışma rahmetli Prof. Dr. Fevzi ÖNER'in anısına hazırlanmıştır.

### KAYNAKÇA

- [1] R. E. Grim "Applied Clay Mineralogy", International series in the earth and planetary sciences, U.S.A., p. 422, 1962.
- [2] W. D. Kingery, H. K. Bowen, D. R. Uhlmann, "Introduction to ceramics", Second Edition, John Wiley and Sons, p. 1032, 1976.
- [3] Y. Sarıkaya, "Killerin önemi ve özellikleri", III. Ulusal Kil Sempozyumu, Bildiriler, pp. 13-32, 1987.
- [4] Z. Mete, ve G. Özçalık, "Seramikte kullanılan doğal demir renklendiriciler" Seramik Sırları Semineri, Bildiriler Kitapçığı, Türk Seramik Derneği Yayınları no. 18, 1998.
- [5] M. Üzer, ve Ç. Tola, "Kiremit, tuğla topraklarında kuruma problemleri ve elektrolit ilavesinin kurumaya etkisi", Seramik Teknik Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, pp. 84-214, 1987.
- [6] Z. Çobanlı, "Seramik astarları", Anadolu Üniversitesi Yayınları no. 919, G.S.F. Yayınları no. 15, 1996.
- [7] S. Öngen, and N. Aysal, "Use of rhyolitic rocks as a raw material in ceramics", Int Symp Earth Syst Sci, p. 265, 2004.
- [8] A. Sayın, "Origin of kaolin deposits: evidence from the Hisarcık (Emet-Kütahya) deposits, Western Turkey", Turk J Earth Sci, vol. 16, pp. 77-96. 2007.
- [9] H. Çelik, "Technological characterization and industrial application of two Turkish clays for the ceramic industry", Appl Clay Sci, vol. 50, pp. 245-254. 2010.
- [10] G. Yanık, F. Esenli, V. Uz, V. Esenli, B. Uz, and T. Külah, "Ceramic properties of kaolinized tuffaceous rocks in Kesan region, Thrace, NW Turkey", Appl Clay Sci, vol. 48, pp. 499-505, 2010.
- [11] H. Erkoyun, and S. Kadir, "Mineralogy, micromorphology, geochemistry and genesis of a hydrothermal kaolinite deposit and altered Miocene host volcanites in the Hallaçlar area, Uşak, western Turkey", Clay Miner, vol. 46, pp. 421-448, 2011.
- [12] G. Yanık, "Mineralogical, crystallographic and technological characteristics of Yaylayolu kaolin (Kütahya, Turkey)", Clay Miner, vol. 46, pp. 397-410, 2011.
- [13] Ö. I. Ece, B. Ekinci, P. A. Schroeder, D. Crowe, and F. Esenli, "Origin of the Düvertepe kaolin-alunite deposits in Simav Graben, Turkey: timing and styles of hydrothermal mineralization", Journal of Volcanol Geotherm Res, vol. 255, pp. 57-78, 2013.
- [14] D. Laçın, N. Aysal, and S. Öngen, "Geological mineralogical and technological properties of Oligocene-Miocene clay deposits in altered volcanic rocks for the ceramic industry (Western Anatolia, Turkey)". Arab Journal Geosci, vol. 14, p. 1904, 2021.
- [15] "Osmaniye İl Çevre Durum Raporu", İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, , sf.34, Osmaniye, Türkiye, 2004.



- [16] H. Güneyli, "Farklı kökenlere sahip killerin kompaksiyon özelliklerinin karşılaştırması", Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, vol. 23, no. 2, pp. 199-206, 1998.
- [17] T. Taskıran, "Diyarbakır ili, kayapınar-yeniköy-bağcılar yöresi kilinin şişme potansiyelinin irdelenmesi", Yüksek Lisans tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000.
- [18] N. Mirdallı, Y. Z. Halefoğlu, ve N. Sakarya, "Almanpınarı kırmızı kilinin seramikte boya olarak kullanılabilirliğinin araştırılması", Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, vol. 15, no. 1, pp. 229-234, 2006.
- [19] S. Aytekin, "Uçucu küllerin killi zeminlerin ıslahında kullanımı", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 82s., 2009.
- [20] T. Rusen, "Killi zeminlerin tek eksenli dayanımı üzerinde örnek boyutu etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 274s. 2011.
- [21] M. Blumenthal, "Geologie der Taurusketten in Hinterland von Seydişehir und Beyşehir", MTA Yayınları Seri D 5, pp. 134, 1947.
- [22] W. T. Dean, and O. Monod, "The Lower Paleozoic stratigraphy and faunas of the Taurus mountains near Beyşehir, Turkey", I. Stratigraphy (London), 1970.
- [23] U. Doğan, "Orta ve Kuzey Amanos Dağları'nın (Osmaniye-Gaziantep-K.maraş) stratigrafisine ilişkin yeni bulgular", TPJD Bülteni, vol. 1, pp. 57-98, 2015.
- [24] N. Yalcın, "Orta Amanosların jeolojisi ve petrol olanakları", TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1393, 1979.
- [25] W. T. Dean, and O. Monod, "A new Ordovician stratigraphy in the Bahce area, Northern Amanos Mountains, South Central Turkey", Geological Magazine, vol. 122, pp. 15-25, 1985.
- [26] A. Aksay, O. Tekeli, B.M. Ürgün, ve A. Işık, "Amanoslar'ın Paleozoyik birimleri ve Mesozoyik platform karbonat istifleri", MTA Rap., 8312 (yayımlanmamış), 1988.
- [27] H. Selçuk, "Kızıldağ-Keldağ-Hatay dolayının jeolojisi ve jeodinamik evrimi", M.T.A Rapor, no 7787, 1985.
- [28] U. Bağcı, O. Parlak, and V. Hock, "Geochemistry and tectonic environment of diverse magma generations forming the crustal units of the Kizildag (Hatay) Ophiolite, Southern Turkey", Turk J Earth Sci., vol. 17, no. 1, pp. 43-71, 2008.
- [29] M. Şenel, (Ed.) "1:1,000,000 scale geological map of Turkey". General Directorate of Mineral and Research and Exploration, 18 sheets, 2002.
- [30] A. Casagrande, "Classification and identification of soils", ASCE Transactions, no. 2351, 1947.
- [31] A. M. Neville, and J. J. Brooks. "Concrete technology (2nd ed.)" Prentice Hall Harlow, England, 2010.
- [32] DPT, "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Yapı Malzemeleri Genleşen Killer, pp. 69-73. 2005.
- [33] N. Kırıl, "Genleşen Kil Aramaları", MTA Raporu, pp. 1-25, 2002.
- [34] L. Gündüz, N. Şapıcı, M. Bekar, ve S. Yorgun, "Genleşmiş kilin hafif agrega olarak kullanılabilirliği", KİBİTED 1(2) Kil Bilimi ve Teknoloji Dergisi, Temmuz, 2006, pp. 43-49, 2006.
- [35] G. Murat, "Genleşmiş kil agregalarının hafif betonda kullanılabilirliğinin araştırılması". Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi., 150s., 2007.
- [36] İ. Özkan, and E. Dokumacı, "Recycling waste clay and rice husk ash in the production of low-density ceramics", El-Cezeri Journal of Science and Engineering, vol. 8, no. 1, pp. 309-314, 2021.
- [37] E. T. Tunc, K. E. Alyamac, and Z .C. Ulucan, "A numerical approach to estimate the tensile strength of structural lightweight concrete", El-Cezeri Journal of Science and Engineering, vol. 7, no. 2, pp. 690-699, 2020.
- [38] G. Gürbüz, ve F. Aydın, "Agrega kil oranının betonun mekanik özelliklerine etkilerinin araştırılması", Türk Doğa ve Fen Dergisi, vol. 10, no. 1, pp. 144-149, 2021.
- [39] A. H. Sevinc, "Farklı tane boyutuna sahip afşin-elbistan uçucu külünün geopolimer hammaddesi olarak kullanımı" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, vol. 8, no. 2, pp. 751-765, 2021.