

Ülkemizde seramik killeri üretimi ve MTA

Abdülbaki GÜNAYDIN¹

1. Giriş

Killer hamur haline getirildiğinde çok yumuşar, parçalanmadan şekil değiştirebilir ve plastik özellik kazanır. Plastik özelliğinden dolayı kolayca istenilen şekil verilebilir. Kurutulduklarında veya pişirildiklerinde çok sertleşirler, mukavemetleri artar, suyu ve elektriği geçirmezler ayrıca yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı hale gelirler. Bu özelliklerinden dolayı killer seramik sanayii ve diğer alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Seramik yapımında yaklaşık olarak %25-35 oranında kaolen, %35-40 oranında plastisesi ve mukavemeti yüksek Maden Kanunu'nda 4(a) grubuna girmeyen 1(b) grubuna giren killer kullanılmaktadır. Bu diğer killer piyasada seramik kili olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde en çok kullanılan seramik killeri Ukrayna'dan ithal edilen Ukrayna kili, Şile kili, Söğüt kili, Afyon kili ve Doğanhisar (Konya) kilidir. Bu killer içinde en çok tercih edilen Ukrayna kili ve Şile kilidir. Ukrayna-Rusya savaşından dolayı Ukrayna kili tedariki zorlaşmış onun yerine ülkemizde üretilen killere yönelmiş ve yeni seramik kili yatakları ihtiyacı doğmaya başlamıştır. Seramik killerin Maden Kanunu'nda 1(b) grubunda bulunması MTA Genel Müdürlüğü'nün arama ve ruhsat alma yetkisine engel olmaktadır.

2. Maden Kanunu'nda Killer

Maden Kanunu'nda killer; içeriğindeki Al_2O_3 değerlerine göre 1(b) ve 4(a) gruplarında değerlendirilmektedir. Buna göre:

1(b): Tuğla-kiremit kili, çimento kili, baraj, gölet ve benzeri yapılarda kullanılan killer, marn, puzolanik kayaç (tras), çimento ve seramik sanayilerinde kullanılan kayaçlar ile;

- 1) %25'den az Al_2O_3 içeren killer,
- 2) %50'den az montmorillonit minerali içeren killer,
- 3) %50'den az illit minerali içeren killer,
- 4) %50'den az zeolit minerali içeren kayaçlar,
- 5) Na_2O ile K_2O toplamı %5'den az olan ve II. grupta yer almayan kayaçlar ile, Na_2O ve K_2O toplamı

%5'ten fazla olan ancak Feldspat kaynağı olmayan kayaçlar,

6) Kil grubunda ağırlıkça birinci sırada kaolinit minerali bulunmayan ve kaolinit minerali oranı %20'den az olan, %2'den fazla Fe_2O_3 ve K_2O , %1'den fazla Na_2O içeren ve %44'den az SiO_2 içeren killer,

7) Diğer gruplarda yer almayan kayaçlar.

IV. Grup madenler:

4(a): Endüstriyel hammaddeler; kaolen, dikit, nakrit, halloysit, endellit, anaksit, bentonit, montmorillonit (%50'den fazla montmorillonit minerali), baydilit, nontronit, saponit, hektorit, illit (%50'den fazla illit minerali), vermikülit, allofan, imalogit, klorit, sepiyolit, paligorskit (atapuljit), loğlinit ve bunların karışımı killer, refrakter killer, şiferton, alçıtaşı (jips, anhidrit), alünit (şap), halit, sodyum, potasyum, lityum, kalsiyum, magnezyum, klor, nitrat, iyot, flor, brom ve diğer tuzlar, bor tuzları (kolemanit, uleksit, borasit, tinkal, pandemit veya bünyesinde en az %10 B_2O_3 içeren diğer bor mineralleri), stronsiyum tuzları [selestin (selestit), stronsiyanit], barit, vollastonit, talk, steattit, pirofillit, diatomit, olivin, dunit, sillimanit, andaluzit, dumortiorit, disten (kyanit), fosfat, apatit, asbest (amyant), manyezit, huntit, tabii soda mineralleri (trona, nakolit, davsonit), zeolit (%50'den fazla zeolit minerali), pomza, pekştayn, perlit, obsidyen, grafit, kükürt, flüorit, kriyolit, zımpara taşı, korundum, diyasporit, kuvars, kuvarsit ve bileşiminde en az %80 SiO_2 ihtiva eden kuvars kumu, feldspat (pegmatit, altere granit/granit kumları, aplit, nefelinli siyenit-siyenit, alaskit, feldspatik kumlar gibi feldspat kaynağı olan ve Na_2O ile K_2O toplamı %5'ten fazla olan kayaçlar), mika (biyotit, muskovit, serisit, lepidolit, flogopit), nefelinli siyenit, kalsedon (sileks, çört), harzburjit, radyolarit.

Görüldüğü gibi 4(a) grubuna girmeyen tüm killer 1(b) grubuna dahil edilmiştir. I. Grup (b) bendi, II. Grup (a) ve (c) bendi madenler için ihale yoluyla doğrudan işletme ruhsatı, III. ve V. Grup madenler için ihale yoluyla arama ruhsatı verilir.

2000 hektardan daha az olan IV. Grup işletme izin alanları ile 100 hektardan daha az olan II. Grup işletme izin alanları üzerine I. Grup (b) bendi maden işletme ruhsatı verilmeyeceği gibi, I. Grup (b) bendi maden

¹Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Konya

işletme izni üzerine de IV.Grup veya II.Grup işletme izni verilmez. Bununla birlikte, farklı gruptaki işletme ruhsatlarının taleplerinin aynı kişiye ait olması veya talep sahiplerinin aralarında mutabakat sağladıklarını belgellemeleri halinde üst üste işletme izni verilir

3. Seramik Yapımında Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Seramik hammaddeleri içerisinde en önemli yeri tutan ve olmazsa olmaz mineral kaolendir. Zira kaolen ateşe dayanıklıdır, sır imalatında kısmen eritici, mukavemeti ve sıklığı ile mamul eşyanın dayanıklılığını artırır. Reçetede tüm hammaddeler içinde Al_2O_3 miktarına göre %25-35 kaolen, %35-40 oranında seramik kili, %35-40 feldspat grubu, %2 civarında bentonit ve sıcaklığı dengelemek için çok az miktarda manyezit kullanılmaktadır.

Seramik yapımı çalışmaları yaklaşık 1210 °C sıcaklık ve termal genişlemenin düşük olduğu ortamlarda yapılmaktadır. Karışımda yapılacak ürüne göre Al_2O_3 oranının en az %18, K_2O oranının ise % 4-5 aralığında olması istenmektedir. SiO_2 oranının fazla olması istenmemektedir; zira mukavemet düşmesine ve ebat büyümesine ayrıca geç soğumadan dolayı üretilen fayansta kırılma ve bükülmelere neden olmaktadır. Bentonitin fazla olması ise su emme kapasitesini artıracığından enerji kaybına neden olmaktadır. Eritici olarak K- feldspat zaman zaman da Na-feldspat tercih edilmektedir. K-feldspatta erime yavaş, Na-feldspatta erime hızlı gerçekleşmektedir. Seramikçiler yavaş erimeyi tercih ettiklerinden kaliteli porselen ve seramik üretiminde K-feldspat kullanılmaktadırlar.

4. Ukrayna Killeri

XRD sonuçlarına göre: Kaolenit, montmorillonit, illit, kuvars içermektedir.

Ukrayna killeri Al_2O_3 değerlerinin yüksekliği, Fe_2O_3 değerlerinin düşük olması, K_2O değerleriyle (Çizelge 1) ve fiziksel özelliklerinin (Çizelge 2) ideale yakın olmasıyla seramik sektöründe en çok tercih edilen seramik killeri.

5. İstanbul-Şile Killeri

Şile güney/güneybatısında geniş alanlarda Üst Kretase yaşlı bazalt, andezit, dasit, riyolit, trakiandezit ve spilitlerden oluşan Riva formasyonu yüzeylenmektedir. Riva formasyonunun volkanik kayaları yüzeysel ve kısmen hidrotermal alterasyon sonucu sığ göl ortamına taşınarak burada kalın kil yataklanmalarını oluşturmuşlardır (Şekil-1,2). Bu sığ göl ortamı kömürlü kıltaşı, şeyl, marn, silttaşı ve az oranda kuvars kumtaşlarından oluşan Alt Miyosen yaşlı Meşetepe formasyonudur. Şile civarında işletilen seramik killeri Meşetepe formasyonu bünyesindeki killerdir (MTA Genel Müdürlüğü, 2005).

XRD sonuçlarına göre: Kaolenit, illit, montmorillonit, kuvars içeriğine sahiptir.

Al_2O_3 değerleri %20.65 ile %26.56; Fe_2O_3 değerleri ise %1.82 -%3.23 arasında değişmektedir. Kuru mukavemet 30.0 kg/cm², pişme küçülmesi % 6,85, su emme % 2.60 civarındadır (<http://gozdeeren.com/gozdeeren-madencilik>) (Çizelge 3,4).

Çizelge 1- Ukrayna killerin ortalama kimyasal analiz sonuçları (%) (Tarhan, 2019).

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	A.Z
59.26	26.56	0.99	0,64	0,36	0,82	2,02	1.34	8.01

Çizelge 2 - Ukrayna killerin fiziksel özellikleri (%Ağ.) (Tarhan, 2019).

Kuru Mukavemet (Kg/cm ²)	Pişme Küçülmesi (%)	Su Emme (%)	L*	a*	b*	Isıl genişleme (20-400 °C)
46.32	7.38	2.08	72.74	3.95	18.69	61.72

Çizelge 3- İstanbul-Şile killerinin ortalama kimyasal analiz sonuçları (%).

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	A.Z
55.85	20.65-26.56	3.23	0.34	0.58	0.11	2.00	1.21	10.00

Çizelge 4- İstanbul-Şile killerinin fiziksel özellikleri (% Ağ.).

Kuru Mukavemet (Kg/cm ²)	Pişme Küçülmesi (%)	Su Emme (%)	L*	a*	b*
30.00	6.85	2.60	78.26	4.29	19.15



Şekil 1- Şile’de bir kil ocağından görüntü (Kömür banlı).



Şekil 2- Şile kil ocakları kömür altı ve üstü killerinin yakından görünümü.

6. Söğüt Killeri

Söğüt kuzeybatısında Küre, İnhisar, Akköy ve Küplü mahallelerini kapsayan geniş bir alanda Karbonifer yaşlı Sarıcakaya graniti yüzeylenmektedir. Sarıcakaya granitleri granodiyorit, granit, aplit ve pegmatitlerden oluşmaktadır (MTA Genel Müdürlüğü, 2002).

Aplit ve pegmatitler yüzeysel ve kısmen hidrotermal ayrışma sonucu kaolenleşen killer taşınarak sığ bir göl ortamında oluşan Gemicik formasyonu içerisinde yataklanmışlardır (Akıncı, 1968) (Şekil 3,4). Alt Miyosen yaşlı bu göl ortamında

ince tabakalı kömür oluşumları da gözlenmektedir. Kömür altında kalan killer seramik imalatı için daha uygundur, çünkü hümit asitlerin de etkisiyle daha çok altere olmuş ve Al_2O_3 değerleri yükselmiştir (Sözbilen, 1992).

XRD sonuçlarına göre Söğüt killeri: **Kaolinit, montmorillonit, illit, kuvars** içeriğine sahiptir.

Söğüt killlerinde Al_2O_3 değerleri bazı ocaklarda lokal olarak %22.00'lere kadar çıkmakta genel ortalama ise %16.97 civarında, Fe_2O_3 değerleri ise %1.77 civarındadır (Çizelge 5). Fiziksel özellikleri ise seramik kili özelliklerine yakındır (Çizelge 6).

Çizelge 5- Söğüt killinin ortalama kimyasal analiz sonuçları %.

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	TiO_2	A.Z
67.62	16.97	1.77	0.93	0.74	0.19	1.60	0.87	7.60

Çizelge 6- Söğüt killinin fiziksel özellikleri %Ağ.

Kuru Mukavemet (Kg/cm ²)	Pişme Küçülmesi (%)	Su Emme (%)
20.90	7.20	10.33



Şekil 3 - Söğüt'te aktif bir kil ocağından görüntü.



Şekil 4- Söğüt'te işletilmekte olan bir ocaktan görüntü.

7. Afyonkarahisar İli İşçehisar İlçesi Alanyurt Killeri

Afyonkarahisar İşçehisar killeri, Erken Miyosen-Pliyosen yaşlı andezit, trakiandezit ve dasitlerden oluşan Seydiler ignimbiritlerinin hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuştur (Kuşçu ve Yıldız., 2018) (Şekil 6). Seramik killeri Alanyurt Mahallesi kuzeyinde yer alan Şaphane dağı eteklerinde yer almaktadır (Şekil 5,6).

XRD sonuçlarına göre seramik killeri: İllit, *montmorillonit*, *kaolinit*, *kuvars*, *ortoklaz* içeriğine sahiptir.

Al_2O_3 değerleri %13.40 ile %17.70; Fe_2O_3 değerleri de %1.00 -%1.43 arasında değişmektedir. Su emme %6-7, kuru mukavemet değerleri 40-55 kg/cm^2 , küçülme değerleri %3 civarındadır (<https://afyonkili.com>) (Çizelge 7,8).

Çizelge 7- Afyonkarahisar-İşçehisar-Alanyurt killерinin ortalama kimyasal analiz sonuçları (%).

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	BaO	A.Z
75,0	13,60	0,89	0,18	0,13	0,26	4,50	0,078	0,22	5,10

Çizelge 8- Afyonkarahisar-İşçehisar-Alanyurt killерinin ortalama fiziksel özellikleri.

Su Emme (1200°C)(%)	Kuru Mukavemet (kg/cm ²)	Küçülme (%)	Beyazlık (Pronit)	Beyazlık (Seramik)
6-7	40-55	3.00	85-86	78-79



Şekil 5- Afyonkarahisar Alanyurt Mahallesi Şaphane dağı batı yamaçlarındaki kil oluşumları.



Şekil 6- Afyonkarahisar Alanyurt Mahallesi Şaphane dağı batı yamaçlarındaki bir kil ocağından görüntü.

8. Konya Doğanhisar Killeri

Sultandağı masifi içerisinde her alan biyotit ve serisit şistlerden oluşan Karbonifer yaşlı Harlak formasyonu kayaçlarının kısmen hidrotermal genellikle yüzeysel alterasyona uğrayarak sığ bir göl ortamı olan Miyosen yaşlı Ayaslar formasyonu içerisinde depolanmasıyla oluşmuştur (Karakaya vd., 2001) (Şekil 7,8).

XRD sonuçlarına göre Konya-Doğanhisar killeri: İllit, *kaolenit*, *montmorillonit*, *kuvars* içeriğine sahiptir.

Al_2O_3 değerleri %13.60 ile %22.40; Fe_2O_3 değerleri de %0.89 -%6.5 arasında değişmektedir. Su emme %7.40, kuru mukavemet değerleri 50.28 kg/cm², küçülme değerleri %5.71 civarındadır (Mevlana Kalkınma Ajansı, 2012) (Çizelge 9,10).

Çizelge 9- Konya-Doğanhisar killерinin ortalama kimyasal analiz sonuçları (%).

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	A.Z
64.43	13.60-22.79	0.89-6.5	0.30	0.50	0.44	2.36	1.04	6.73

Çizelge10- Konya-Doğanhisar killерinin ortalama fiziksel özellikleri.

Kuru Mukavemet (Kg/cm ²)	Pişme Küçülmesi (%)	Su Emme (%)	L*	a*	b*	Isıl Genleşme (20-400 °C)
50.28	5.71	7.40	73.85	0.08	18.63	67.07



Şekil 7- Konya –Doğanhisar kil ocaklarından bir görüntü.



Şekil 8- Konya-Doğanhisar'da bir başka kil ocağından görüntü.

9. Ukrayna-Şile-Söğüt-Afyon ve Konya Seramik Killerinin Karşılaştırılması

Ukrayna, Şile, Söğüt, Afyon ve Konya seramik killerinin kimyasal analiz sonuçları birbirlerine yakın değerlerdir (Çizelge 11). Fiziksel özelliklerine bakıldığında farklılıklar görülmektedir. Seramik üreticileri kimyasal analizin yanı sıra daha çok killerin fiziksel özelliklerini ve imalatta ekonomikliğini önemsemektedirler (Çizelge 12). Son yıllarda büyük ebatlı yer karoları ve seramikler tercih edilmeye başlanmış bu nedenle seramik kilindeki mukavemet önem kazanmaya başlamıştır. Kilde mukavemet ve seramik hamurunda reolojiye bakılarak Çizelge 11 ve 12'de bahsi geçen killerin en az ikisi ya da daha fazlası karıştırılarak reçeteler hazırlanmaktadır.

Ukrayna-Rusya savaşından dolayı Ukrayna kili tedariki sıkıntıya girdiği için dünyada olduğu gibi ülkemizde de kaliteli seramik killere ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Seramik üreticisi firmaların kil arama birimleri ve yeterli teknik elemanları bulunmamaktadır. Ülkemizin seramik kili sıkıntısını gidermek yeni seramik kili yataklarının bulunması

MTA Genel Müdürlüğü ekiplerinin araştırmaları sayesinde gerçekleştirilebilir. Maden kanununda seramik killerin I. grup (b) bendinde yer alması nedeniyle ve buna müteakip I. grup (b) bendi madenler için ihale yoluyla doğrudan işletme ruhsatı alınması gerektiği için MTA Genel Müdürlüğü'nün maden işletmecisi bir kurum olmaması nedeniyle seramik kili araştırmaları yapılamamaktadır.

10. Sonuç ve Öneriler

-Ülkemizde üretilmekte olan Şile, Söğüt, Alanyurt ve Doğanhisar killeri fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından tek başına seramik üretimi için kullanılamamakta ancak karışımlar yapılarak kullanılabilir.

-En çok seramik kilini Ukrayna'dan ithal etmekteyiz. Ukrayna'da savaş olmasından dolayı kil temini yapılamamaktadır. Bu nedenle ülkemizin kaliteli seramik kiline ihtiyacı her geçen gün artmaktadır.

-Seramik üreticilerinin geniş çaplı hammadde araştırma ekiplerinin bulunmamasından dolayı yeni

Çizelge-11- Seramik killerin kimyasal analiz sonuçlarının (%) karşılaştırılması.

	UkraynaKili (%)	ŞileKili (%)	SöğütKili (%)	AfyonKili (%)	Konya Kili (%)
SiO ₂	59.26	55.85	67.62	75.00	64.43
Al ₂ O ₃	26.56	20.65-26.46	16.97	13.60-15.74	13.60-22.79
Fe ₂ O ₃	0.99	3.23	1.77	0.89	0.89-6.5
TiO ₂	1.34	1.21	0.87	0.07	1.04
CaO	0.64	0.34	0.93	0.18	0.30
MgO	0.36	0.58	0.74	0.13	0.50
Na ₂ O	0.82	0.11	0.19	0.26	0.44
K ₂ O	2.02	2.00	1.60	4.50	2.36
K.K	8.01	10.00	7.60	5.10	6.73

Çizelge 12- Seramik killerin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması.

	Ukrayna Kili	Şile Kili	Söğüt Kili	Afyon Kili	Konya Kili
Kuru Mukavemet (Kg/cm ²)	46.32	30.00	20.90	40.00-55.00	50.28
Pişme Küçülmesi (%)	7.38	6.85	7.20	3.00	5.71
Su Emme (%)	2.08	2.60	10.33	6-7	7.40
L	72.74	78.26		78	73.85
a	3.95	4.29		3.70	0.08
b	18.69	19.15		14.72	18.63

yatakları bulması güçleşmektedir. Seramik killerin I(b) grubunda yer alması ve doğrudan işletme ruhsatı verilmesinden dolayı MTA Genel Müdürlüğü seramik kili araştırması yapamamaktadır. MTA Genel Müdürlüğü'nün seramik kili araştırması yapabilmesi için yasal düzenlemeler yapılması gereklidir.

Değerlenen Belgeler

Akıncı, Ö. 1968. Bilecik Bölgesi Kaolin Yatakları ve Civarının Jeolojisi, Kaolinlerin Seramik Özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi Sayı:70.

Karakaya, N., Karakaya, M.Ç., Temel, A. 2001, Doğanhisar (KB Konya) yöresi Neojen-Kuvaterner killerin mineralojisi ve jeokimyası 10. Ulusal Kil Sempozyumu, Kil'2001/ 19-22 Eylül 2001, Bildiriler Kitabı, Konya; s. 327-330.

Kuşcu, M., Yıldız, A. 2018. Alanyurt Afyonkarahisar Killerin Jeolojisi ve Minerolojisi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi cilt 22, sayı 3.

Mevlana Kalkınma Ajansı, 2012. Doğanhisar İlçesi'nin Başta Kil Olmak Üzere Maden Türünden Yer Altı Kaynaklarının Potansiyellerinin Tespiti.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2002. Adapazarı H24 Paftası Jeoloji Haritası.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2005. İstanbul F23 d Paftası Jeoloji Haritası

Sözbilen, A. 1992. Söğüt Bölgesi Kil Yataklarının Jeolojisi ve Teknolojik Özellikleri. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Tarhan, M. 2019. Porselen Karo Üretimlerinde Konya Kili Kullanımı Kırıkkale Üniversitesi Müh. Fak. Uluslararası Mühendislik Araştırma Geliştirme Dergisi Sayı 2, Cilt 11.

<https://afyonkili.com/sayfa/madencilik-kongresi.html>.

<http://gozdeeren.com/gozdeeren-madencilik..>