

ISPARTA KİLLERİNDEN TUĞLA ÜRETİMİ

Nursev BİLGİN¹, Ali BİLGİN², H.Aygül YEPREM¹

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul
² Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta

ÖZET

Bu çalışmada Isparta ve çevresindeki kil yataklarından alınan kil örneklerinin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, kil minerallerinin cinsini belirlemek için kil örneklerine X-ışınları kırınım ve diferansiyel termal analiz (DTA) araştırmaları yapılmıştır. Yine kil minerallerinin jeokimyasal bileşimleri belirlenerek, kil hammaddelerinin tuğla üretimine uygun olup olmadıkları araştırılmıştır. Kil minerallerinden elde edilen seramik tuğlalarda; kuru küçülme, plastisite, elastisite modülü, basınç dayanımı ve renk özellikleri gibi testler yapılarak bunların seramik üretiminde, ne ölçüde kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda çalışma alanındaki kil minerallerinin, montmorillonit ve hallosit gibi minerallerden oluştuğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kil, Seramik, Tuğla.

BRICK PRODUCTION FROM ISPARTA CLAY

ABSTRACT

The study area consists of clay sediments around Isparta and its surrounding area. Clay samples in situ are gathered and taken to laboratory and their physical properties are determined. Also to determine the type of clay minerals the clay samples are examined on x-ray diffractometer and DTA. As a result, the suitability of clay raw material is found by the chemical properties and the rate of recovery factor is found. Ceramic bricks were tested using dry volume contraction, plasticity, elasticity modulus, compressive strength, and color properties tests and the results showed their capability of usage in the ceramic production. As a result of these tests the clay minerals found to be montmorillonite and hallosite.

Key words: Clay, Ceramic, Brick.

1. GİRİŞ

Araştırma alanı olan Isparta, güney batı Anadolu'da yer almakta olup, gülleri ve halıcılığıyla dikkati çekmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Yer bulduru haritası

Isparta ve yöresinde zengin kil yatakları mevcuttur. Söz konusu kil yatakları tarih öncesi devirlerden beri farklı amaçlara yönelik olarak eski uygarlıklar tarafından kerpiç, çanak, çömlek ve seramik üretiminde kullanılmıştır [1,2].

Günümüzde Ağlasun ve civarında Tekay ve Özgüneş tuğla fabrikaları, tuğla üretimini sürdürmekte olup, Isparta Ayazma'daki tuğla fabrikası ise, şehrin meskûn bölgesi içinde kalması nedeniyle 1984 yılında faaliyetine son vermiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Kil mineralleri μ boyutunda, bir malzeme olmalarından ötürü, makroskobik ve mikroskobik yöntemlerle araştırılması zordur. Özellikle incekesitlerde polarizan mikroskop altında tayinleri zordur. Bu nedenle örnekler x-ışınları kırınım ve DTA (diferansiyel termik analiz) yöntemiyle, malzeme laboratuvarlarında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Isparta ve yöresinden toplanan kil örnekleri üzerinde, seramik malzemelere uygulanan bazı testler yapılmıştır.

2.1. Isparta Ve Yöresindeki Kil Yataklarının Özellikleri

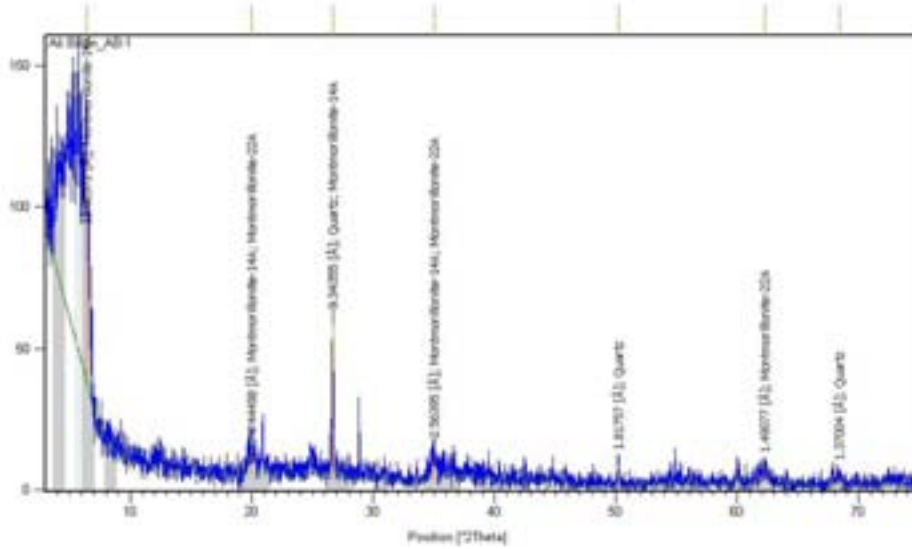
Killerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek ve bunların ne ölçüde tuğla üretimine uygun olduğunu belirlemek için bir takım incelemelere tabi tutulmuşlardır. Bunlar üzerinde elek analizleri yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Isparta ve yöresi kil yataklarının elek analizleri.

Örnek No	KB-1	KB-2	KB-3	KB-4	KB-5	CN-1	CN-2	CN-3	AY-1	AN-1	GL-1											
Boyut (mm)	190,3	100,00%	208,4	100,00%	161	100,00%	231,4	100,00%	190	100,00%	140	100,00%	243,5	100,00%	161	100,00%	284,2	100,00%	157,5	100,00%	115,1	100,00%
9,5	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1,2	1,04%
4,75	0	0,00%	0,5	0,24%	0	0,00%	1,7	0,73%	0	0,00%	0	0,00%	0,6	0,25%	0	0,00%	1,1	0,39%	3,1	1,97%	1,8	1,56%
2,36	1,7	0,89%	0,6	0,29%	0	0,00%	2,8	1,21%	1,7	0,89%	0,6	0,43%	1,2	0,49%	0,4	0,25%	2	0,70%	9,6	6,10%	2,1	1,82%
1,18	2,2	1,16%	1,4	0,67%	0,2	0,12%	4,3	1,86%	2,1	1,11%	1,3	0,53%	3,5	1,44%	0,3	0,19%	0,2	0,07%	13	8,25%	3,2	2,78%
0,59	4,1	2,15%	4,4	2,11%	0,3	0,19%	6,8	2,94%	4,1	2,16%	4	1,68%	15,2	6,24%	2,4	1,49%	0,3	0,11%	21,7	13,78%	7,1	6,17%
0,30	4	2,10%	5,1	2,45%	0,3	0,19%	5,5	2,38%	3,9	2,05%	6,9	4,93%	19,7	8,09%	4,6	2,86%	2,1	0,74%	19,1	12,13%	8,9	7,73%
<0,30	178	90,54%	196	94,05%	190,2	99,50%	210,3	90,88%	178,2	93,79%	127,2	90,86%	203,3	83,49%	153,3	95,22%	278,5	97,99%	91	57,78%	90,8	78,89%

Isparta ve yöresi kil yataklarının elek analizleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede elek boyutuna karşılık gelen yüzdeler her örnek için ayrı ayrı sunulmuştur. İlgili çizelgede görüldüğü gibi, anılan killi malzemenin boyut itibarıyla 0,3 mm den küçük olan bölümü örneklerimizde %57,78 ile %99,50 arasında değişmektedir. Dolayısıyla tuğla üretimi için istenilen özelliktedir. Arta kalan iri boyutlu malzemeler de tuğla fabrikalarındaki silindir şeklindeki değirmende öğütülerek, tüm malzeme tuğla üretimi için istenilen boyuta düşürülmektedir.

Farklı ocaklardan alınan kil örneklerinin, safsızlıkları giderilerek X-ışınları ve DTA yoluyla, SDÜ ve MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında araştırılmıştır. Ağlasun killilerinin, X-ışınları kırınım araştırmalarında, egemen mineral olarak kil minerallerinden montmorillonite ve tali oranda da kuvars minerallerine rastlanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çanaklı ovası killere ait x-ışınları kırınım diyagramı.

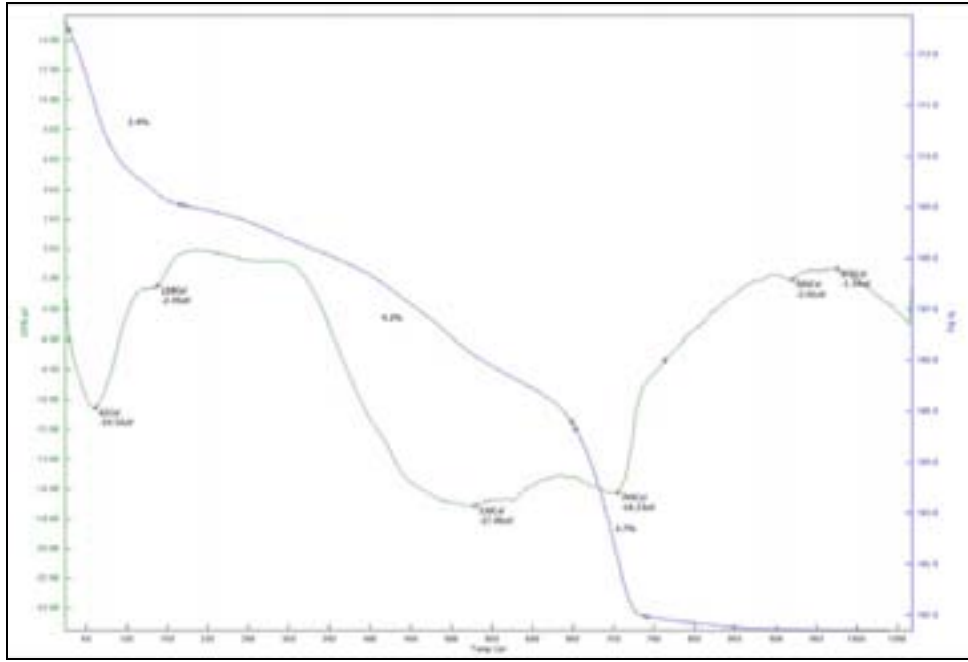
Ağlasun killerin kimyasal bileşimi irdelendiğinde bunların bir kısmı vakanoklastitlerden, diğerlerinin ise, kireçtaşları ve marzlardan türediği hemen kolayca anlaşılmaktadır (Çizelge 2). Örneklerin bazılarında, SiO_2 içeriği az, buna karşılık CaO miktarı fazla olup, bunlar da karstik kireçtaşlarının ayrışması sonucu oluşan terra roza adı verilen killerdir. Diğerleri ise volkanoklastiklerden türemişlerdir.

Çizelge 2. Isparta ve Ağlasun killerin kimyasal bileşimi (%).

Numune No	KB-1	KB-2	KB-3	KB-4	KB-5	CN-1	CN-2	CN-3	AY-1	AN-1	GL-1
SiO_2	49,01	48,63	53,82	47,65	54,22	50,57	51,59	48,7	47,85	51,12	58,45
Al_2O_3	15,11	14,41	13,24	16,37	15,44	13,5	14,7	14,3	15,45	15,95	15,09
Fe_2O_3	7,34	6,8	6,8	8,01	6,52	6,83	6,9	7,18	6,9	5,52	3,2
MnO	0,11	0,1	0,1	0,12	0,13	0,1	0,13	0,09	0,1	0,15	0,09
MgO	4,51	4,98	3,58	5,32	3,04	4,14	3,9	4,97	5,41	2,5	3,23
CaO	6,9	7,52	6,75	5,17	5,05	7,69	7,42	7,5	7,4	4,3	4,12
Na_2O	1,03	0,89	1,15	0,6	1,24	1,14	1,06	0,76	0,79	4,2	3,15
K_2O	2,6	2,46	1,83	2,59	2,52	2,02	2,3	2,57	2,35	6,2	1,15
TiO_2	0,79	0,76	0,73	0,7	0,82	0,77	0,84	0,76	0,81	0,25	0,24
P_2O_5	0,27	0,25	0,17	0,11	0,14	0,22	0,2	0,3	0,25	0,18	0,12
Ateş Kaybı	11,9	12,38	11,06	12,53	10,15	12,34	11,03	12,23	12,11	10,11	10,89
Toplam	99,57	99,18	99,23	99,17	99,27	99,32	100,07	99,36	99,42	100,48	99,73

Kil minerallerini tuğla üretimi açısından irdelemeye tabi tuttuğumuzda; Fe_2O_3 içeriğinin %3,2 ile %8,1 arasında değiştiği, %8'in üzerinde olmadığı görülmüştür. CaO miktarı da %4,12 ile %7,69 arasında değişmekte olup, bu rakamlar tuğla için istenilen ölçütler içindedir [3].

Kil minerallerinden bazılarının DTA analizleri yaptırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Kil minerallerine ait DTA ve TG diyagramı (Numune No. KB-1).

İlgili DTA diyagramının irdelenmesinde, 62 °C ve 138 °C daki endotermik pikler kil mineralinin absorpsiyon yoluyla aldığı suyu kaybetmesinden, 530 °C ve 704 °C daki endotermik pikler ile 920 °C daki ekzotermik pik ise, montmorillonite ait temel piklerdir [4].

2.2. Isparta Killerinin Seramik Özellikleri

Isparta ve yöresinden toplanan kil örnekleri üzerinde seramik malzemeler açısından uygulanan test sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

İlgili çizelge irdelendiğinde, hacimce kuru küçülme değeri, KB kod numaralı örneklerde % 5,31 ile % 9,31 arasında değişmektedir. Aynı şekilde Çanaklı Köyü yakınındaki kil ocaklarından alınan örneklerde de kuru küçülme oranı % 4,52 ile % 5,84 arasında değişmektedir. Bu örnekler, Çanaklı Köyü yakınında yer almaktadır. Hacimce kuru küçülme değerinin yüksek olması, kil minerallerinin montmorillonit türü, şişebilen kilerden olmasından kaynaklanmaktadır. Isparta güneyindeki Ayazma killeri (AY-1) de benzer özelliktedir. Buna karşılık AN-1 ve GL-1 kot no’lu Isparta GB’sından alınmış olup halloysit tür kiler olduğundan hacimce kuru küçülme özellikleri yoktur [1].

Çizelge 3. Isparta kilerinin seramik özellikleri ve basınç dayanımları.

Kod	Kuru Küçülme (hacimce) %	Kuru Küçülme (ağırlıkça) (Plastiklik Suyu) %	EMod Gpa	Mor Kg/cm ²	Su Emme %	Pişme Küçülmesi 900°C (hacimce) %	Renk Ölçümü		
							L*	a*	b*
KB-1	5.31	16.15	10.20	90	16.04	5.61	57.66	+17.62	+29.28
KB-2	5.11	15.11	11.56	120	14.92	5.40	54.76	+19.14	+31.13
KB-3	9.02	22.87	16.07	180	14.01	10.54	58.73	+19.91	+31.10
KB-4	6.34	17.01	13.05	100	16.42	6.91	59.64	+17.62	+30.15
KB-5	6.74	17.76	11.71	100	16.05	6.98	56.91	+18.84	+29.87
CN-1	5.04	14.63	6.91	60	14.33	5.33	53.74	+18.67	+29.12
CN-2	4.52	13.81	4.85	60	14.90	4.81	51.25	+19.14	+29.99
CN-3	5.84	16.33	4.47	120	14.50	6.96	51.32	+18.86	+27.96
AY-1	4.65	17.56	5.27	80	22.51	5	65.30	+12.38	+21.12
AN-1	yok	14.95	1.51	0	27.65	0.54	58.55	+11.49	+29.16
GL-1	yok	8.63	1.31	0	32.34	0.67	56.28	+13.63	+29.15

*L renkteki açıklık, a harfi de kırmızı yeşil arası değişim, b harfi sarı ile mavi arasındaki değişim.

Killerin plastiklik suyu ise % 8,63 ile % 22,87 arasında değişmektedir. Halloysit tür kilerde bu rakam düşük, montmorillonit tür kilerde ise yüksektir. Su emme özelliği % 14,90 ile % 32,34 arasında değişmektedir. Yine su emme özelliği halloysit tür kilerde yüksek, buna karşılık montmorillonit tür kilerde ise düşüktür.

Killerden üretilen dikdörtgen biçimli tuğlalar üzerinde, elastisite modülü ve basma dayanımları grindsonik aleti yardımıyla ölçüldü. Elastisite modülü, halloysit türü kilerden üretilen tuğlalarda oldukça düşük olup (1,31–1,51 Gpa), montmorillonitten üretilen tuğlalarda ise (5,27–13,05 Gpa) olup yüksektir. Basma dayanımı da halloysitlerden üretilen tuğlalarda yok denecek düzeyde olup, montmorillonitten üretilen tuğlalarda ise 60–180 kg/cm² arasında değişmektedir. Bu rakam delikli tuğlalar üzerinde yapılan ölçüm değerlerinin çok çok üzerinde olup, beklenen bir sonuçtur.

Bunların renkleri, yine MTA Seramik Laboratuvarı'nda, bulunan Minolta marka (CR-200) renk ölçüm cihazı ile L, +a, +b değerleri şeklinde ölçülmüştür. Tuğlanın renginin kırmızı olabilmesi için, hammadde içindeki en önemli minerallerden birisi olan hematit oranının % 5'in üzerinde olması gerekir. Genelde bünyesinde en az % 4-8 demir oksit ve demir hidroksit içerikli yapılar, CaO ve MgO içeriği yokluğunda ısı işlem sonucu (yaklaşık 900°C) hematitin kararlı hale geçmesi ile yoğun kırmızı rengine sahiptir. Fe₂O₃ oranı ince seramikte kullanılacak kilerde % 1'in, diğer kilerde % 3'ün altında olmalıdır [5,6]. Killerden üretilen tuğlalarda renk açıklığı 51,32 ile 65,30 arasında, kırmızılık ise 11,49 ile 18,34 arasında, sarı mavi renk değişimi de 21,12 ile 29,82 arasında değişmektedir. KB kot numaralı örnekler Tekay Tuğla Fabrikası tarafından kullanılan kil hammaddelerinden üretilmiş olan tuğlalar üzerinde yapılan renk ölçümleridir (Çizelge 3). Dolayısıyla bu örnekler arasında bir yeknesaklık söz konusudur. Bu ölçümlerden hareket edilerek Çanaklı Ovası'ndan alınan kilerden üretilen tuğlalarda, görünüm açısından, her hangi bir farklılık söz konusu olmayacağını hemen söylenebilir.

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Araziden alınan kil örnekleri üzerinde yapılan X-ışınları ve DTA çalışmalarında tuğla üretiminde kullanılan kil cinsinin, montmorillonit ve halloysit tür killerden meydana geldiği anlaşılmıştır.

Tuğla-kiremit üretiminde kullanılan killerin kimyasal bileşimleri de önemlidir. Kimyasal bileşimde ortalama % 42–64 SiO₂, % 15–20 Al₂O₃ ve % 8 CaO bulunmalıdır. Kalsiyum Karbonat (CaCO₃) miktarı % 35'in altında olmalıdır.

İlgili killer seramik açısından irdelendiğinde, Isparta yöresindeki killerde Fe₂O₃ oranının % 3,2 ile % 8,01 aralığında olduğu görülmektedir. Bu durumda, seramik üretimi için, numune hazırlama sırasında ilgili killer, manyetik ayırıcılardan geçirilerek demir içeriğinin azaltılması gerekmektedir. Yine Ağlasun killerinin CaO ve MgO içerikleri de oldukça fazla olup, seramik için istenilen % 1-2'den fazladır.

Yine Isparta ve yöresi killeri montmorillonit içermelerinden ötürü ağır metal içeren sıvıların temizlenmesinde ekonomik olarak kullanılabilir niteliktedir.

4. TEŞEKKÜR

Kil minerallerinin seramik özelliklerinin belirlenmesinde büyük destekleri olan, Doç. Dr. Aydın Aras'a teşekkürü büyük bir borç biliriz. Kil minerallerinin X-ışınları analizinde yardımları için de Prof. Dr. Nevzat Özgür'e de şükranlarımızı sunarız.

5. KAYNAKLAR

1. Bilgin, A., Köseoğlu, M., *Isparta Gölcük yöresindeki kil minerallerinin mühendislik önemi*, Akd.Üniv., Isparta Müh. Fak.Derg., 6, 47-59, 1991.
2. Bilgin, A., Bilgin, N., *Kilin Anadolu'da malzeme olarak kullanımı*, II. Türk Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, 30-31 Ekim 2006, SDÜ Isparta, 2006.
3. Kavas, T., *Tuğla ve kiremit üretimi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Müh. Böl., Afyonkarahisar, Türkiye, 2008.
4. Mackenzie, R.C., *The differential thermal investigation of clays*, The Central Press, Pages 1-551, Aberden, 1957.
5. Yıldırım, M., *Toprak Sanayinde Ham Madde Sorunları*, Üretimde ve Üretim Sonrası Kalite Kontrolleri. Tuğla ve Kiremit Endüstrisi Derg., İzmir, Yıl 1, Sayı 2, 20–27, 1996.
6. Özbek, K., Çakı, M., Ay, N., *Pişmiş Toprak Bünyelerinde CaO ve Fe₂O₃'ün Etkileri*, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Eskişehir, 145–151, 2001.