

Ahmet TURAN
Onuralp YÜCELYalova Üniversitesi
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Antik Yunanca'da çömlek-çömlekçilik manasında kullanılan "keramos" sözcüğünden türetilen "seramik" kelimesi, günümüzde "pişmiş topraktan imal eşyaları" isimlendirmek için kullanılmaktadır. Ancak daha bilimsel bir bakış açısı ile seramik, iyonik ve/veya kovalent (istisnai durumlarda da metalik) bağlı inorganik bileşiklerin oluşturduğu malzeme grubunu isimlendirmek için kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ülkemiz özelinde ileri seramik endüstrisinin durumu ve yüksek katma değerli ürünler olan ileri seramik malzemelerin üretiminin artırılması için öneriler paylaşılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında seramiklerin tarihsel olarak kökeni, temel sınıflandırılması, ülkemizdeki geleneksel ve ileri seramik endüstrisinin durumu da özetlenmiştir.

1. SERAMİKLERİN KÖKENİ

Güncel arkeolojik bulguların sonuçlarından, insanoğlunun seramik objeleri ilk kez üretiminin ve kullanımının M.Ö. 24.000 yılında başladığı anlaşılmaktadır. Seramiklerin söz konusu üretimi, insanların gündelik ihtiyaçlarını karşılamaktan çok teolojik amaçlar için toprağın pişirilmesi ile elde edilen obje ve heykelleri elde etmek üzerine olmuştur. Arkeolojik olarak birçok karmaşık veri bulunmakla beraber, ateşin kullanımı bugünkü insanoğlunun ataları olan Homo Erectus'a tarihlenmektedir. Homo Erectus'un M.Ö. 2 milyon yılından M.Ö. 500.000 yılına kadar Dünya üzerinde yer aldığı bilirse de topraktan elde edilen kil içeriği yüksek çamurunun ateş ile pişirilmesi modern insan olan Homo Sapiens Sapiens tarafından gerçekleştirilmiştir [1].

Gündelik ihtiyaçları için insanoğlunun seramiği kullanmaya başlaması ise nispeten çok daha yenidir. Son bulgular seramiklerin ilk kez henüz tarım toplumuna geçilmeden önce M.Ö. 12.000 yılında, Japonya'daki ilkel avcı-toplayıcı Jomon toplulukları tarafından yiyecek

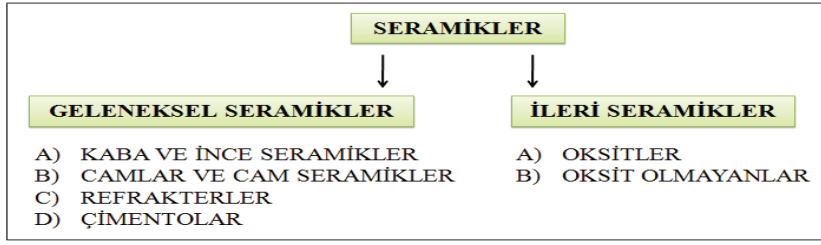
saklama kapları üretmek için kullanıldığını göstermektedir (Şekil 1) [1-3]. Bu bilgiler seramiklerin gündelik yaşantımızı kolaylaştırmak amacı ile kullanılan ilk sentetik malzeme grubu olduğunu ispatlamaktadır. Tarih öncesi insanların kullandıkları deri ve ağaç gibi malzemeler doğal polimerlere, cilalanmış taş ise doğal seramiklere üyedir ve hiçbiri kimyasal yapılarını değiştirecek bir işleme tabi tutulmamıştır.



Şekil 1. Japonya'daki Jomon topluluklarına ait ilk dönem çömlek örneği (Tokyo Ulusal Müzesi) [2].

2. SERAMİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Modern Dünya'da gelişmiş toplumların seramik alanında bilimsel ve teknolojik ilerlemelerde öncü rolü oynadıkları ve geliştirilen ürünlerin de hızla ticarileştirilmesi ile ilerlemelerindeki ivmelerini arttırdıkları görülmektedir. Her ne kadar dışarıdan bakıldığında, "seramik" teriminin sadece karo, fayans, tabak, kiremit, tuğla vb. ürünleri isimlendirmek için kullanıldığı düşünülse de aslında seramikler çok daha karmaşık ve ileri teknolojik malzemeleri de kapsamaktadır. Seramikler, temel olarak kullanım alanlarına göre "Geleneksel Seramikler" ve "İleri Seramikler" olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Geleneksel seramikler, "Kaba ve İnce Seramikler", "Camlar ve Cam-Seramikler", "Refrakterler" ve "Çimentolar" gibi alt gruplara ayrılmaktadır. Buna karşılık ileri seramiklerin alt grupları ise "Oksit Esaslı" ve "Oksit Esaslı Olmayanlar" olarak ikiye ayrılmaktadır. İleri seramikler yüksek katma değerli olan seramik malzemeler grubunu oluşturmaktadır (Şekil 2) [4-7]. Ayrıca Si[M]ON esaslı seramikler de oksitli ve oksit esaslı olmayan seramiklerin bir kesişim kümesi olarak ileri seramikler grubunun içerisinde yer almaktadır (SiAION vb.) [8].

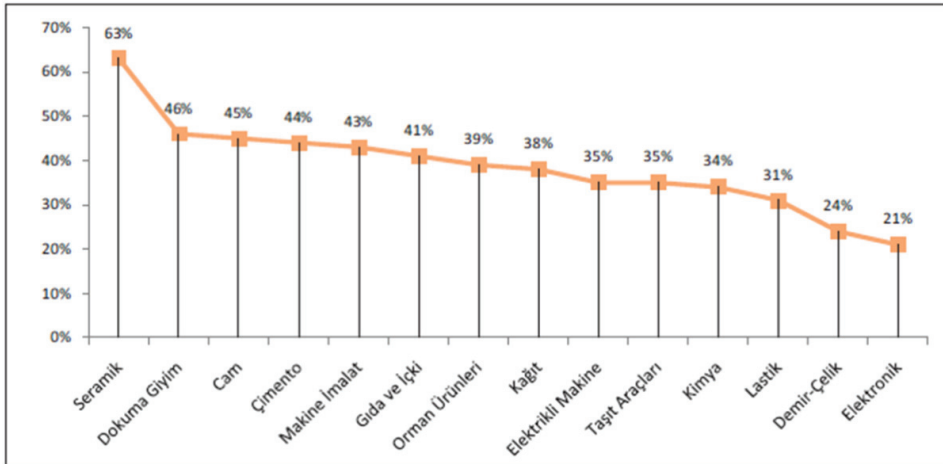


Şekil 2. Kullanım alanlarına göre seramiklerin sınıflandırılması.

3. TÜRKİYE'DE SERAMİK ENDÜSTRİSİ VE TEKNOLOJİK DURUM

İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği ve Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümlerinin de aralarında bulunduğu ülkemizdeki belli başlı birkaç yüksek öğretim kurumu ile özel sektörün mücadelesi, oluşturduğu bilgi birikimi, altyapı ve yetişmiş insan gücü sayesinde, ülkemiz geleneksel seramikler sektöründe Dünya'da önemli ülkelerden biri haline gelmiştir [9, 10]. 1986 yılında Türkiye Seramik Federasyonu'nun (TSF) temelleri atılmıştır ve Seramik Kaplama Malzemeleri Üreticileri Derneği (SERKAP), Seramik ve Refrakter Üreticileri Derneği (SEREF) ve Türk Seramik Derneği (TSD) gibi dernekleri de bünyesinde barındıran bir çatı örgüttür. Türk Seramik Derneği aynı zamanda Avrupa'da seramik alanındaki başlıca topluluk olan Avrupa Seramik Birliği'nin de üyesidir (European Ceramic Society, ECerS) [11, 12].

Geleneksel seramikler sektörümüz, gelişmiş ülkeler ile rekabet edebilen, İngiltere, Almanya ve Finlandiya gibi birçok ülkede bir marka haline gelmiş bir sektördür. Özellikle ihraç ürünlerinde yerli hammadde kullanım oranı ile ülkemizdeki en yüksek sektör olması (%63), geleneksel seramik sektörünü dış ticaret konusunda en yüksek ihracat/ithalat oranına sahip sektör yapmaktadır (Şekil 3) [13]. Ancak geleneksel seramiklerin üretimindeki teknolojinin halen gelişmiş ülkelerin gerisinde olduğu ve işletmelerimizin emek-yoğun üretimden otomasyona ve makineleşmiş üretime geçmelerinin bir gereklilik olduğu da açıktır. Ayrıca, geleneksel seramiği sadece üreten değil aynı zamanda üretecek teknolojiyi de üreten bir ülke olmamız gerekmektedir.



Şekil 3. 2013 yılı itibarı ile sektörler bazında ihraç ürünlerinde yerli hammadde kullanım oranları [13].

İleri seramikler; TiB_2 , ZrB_2 , W_xB_y , B_4C , BN , Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 , $AlON$, $SiAlON$ vb. seramikleri ve bunların kompozitleri halindeki seramik ürünleri kapsamaktadır. Elde edilen ürünler, zırh malzemelerinden aşındırma tozları ve plakalarına, kaplama malzemelerinden elektronik cihazlara kadar kendilerine çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Şekil 4) [8, 14-24].



Şekil 4. İleri seramik malzemelere örnekler. TiB₂ esaslı PVD hedef malzemeleri (A) ve buharlaştırma kayıklarları (B); B₄C esaslı zırh plakaları (C) ve helikopter koltukları (D).

Geleneksel seramikler alanındaki nispeten olumlu tabloya rağmen, ileri seramikler alanında ülkemiz henüz gelişme aşamasındadır. Ülkemizde akademik olarak yapılan kapsamlı çalışmalara rağmen, söz konusu çalışmaların tam anlamı ile ticarileşmesi henüz gerçekleştirilememiştir. Ülkemizdeki ileri seramiklere olan ihtiyaç, büyük oranda ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Güncel olarak ihracat/ithalat oranı 1/33 mertebesindedir [13].

Geleneksel seramiklerin birim fiyatlarının (karo ve fayans gibi ürünlerde m², diğer ürünlerde kg başına) ortalama 6 USD civarında olması, toz halinde dahi ortalama birim fiyatları 250 USD/kg olan ileri seramiklerin ülkemizde üretilmesini teknoekonomik olarak zorunlu bir hale getirmektedir [13, 15]. Ayrıca, ileri seramik tozlarının son ürün halinde şekillendirilmiş halleri de seramiğe değer katan bir yaklaşımdır. Örneğin TiB₂ tozlarının ortalama birim fiyatı 260 USD/kg'dır. Buna karşılık matkap ucu ve kesici uç gibi ürünlerin yüzeylerine ince film kaplamaların yapılmasında hammadde olarak kullanılan TiB₂ esaslı hedef malzemelerin (İng. target material) birim fiyatı ise 1.250 USD/kg mertebelerindedir. Sonuç olarak sadece ileri teknoloji tozların yüksek safiyette sentezlenmesi değil, aynı zamanda daha da yüksek katma değerli son ürünlere dönüştürülmesi, üzerinde önemle durulması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel hedef malzeme piyasa büyüklüğü 1 milyar USD civarındadır [15].

Bununla beraber zırh, elektronik, optoelektronik, implant ve radyasyondan koruma gibi birçok ileri teknolojik sektör de göz önünde bulundurulduğunda, ülkemizin sadece ekonomik olarak değil stratejik olarak da bir aksiyon göstermesinin gerekli olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye'de akademik olarak ileri seramikler konusunda önemli bir bilgi, insan ve altyapı birikimi, sınırlı kaynaklara rağmen büyük bir özveri ile oluşturulabilmiştir. Bu bilgi birikiminin büyüklüğü, akademisyenlerimizin bu konuda yaptığı çalışmaların miktar ve kalitesi incelendiğinde ve akademisyenlerimizin küresel seramik organizasyonlarındaki (European Ceramic Society, American Ceramic Society vb.) bilinirlikleri araştırıldığında kolaylıkla görülebilmektedir. Bundan sonraki vazife, akademisyen ve endüstrinin birlikteliğini arttıracak platformların efektif biçimde çalıştırılması ve yerli yatırımcıya özellikle ileri seramik sektörünün getirilerinin net biçimde açıklanarak akademi ve endüstri arasındaki paydaşlık ilkeleri de dikkate alınarak bilgi aktarım-ticarileşme köprüsünün bir an önce kurulması olmalıdır. Bu konuda ortaya çıkacak ilk ticari ürünlerin, çok kısa süre sonra daha da yeni teknolojilerin geliştirilmesi için akademiye kaynak olarak döneceği de muhakkaktır.

REFERANSLAR

- [1] C. Ponting, Dünyanın Yeşil Tarihi - Çevre ve Büyük Uygarlıkların Çöküşü (Çev. Ayşe Başçı), 3. Basım, Sabancı Üniversitesi Yayınevi, 2008, İstanbul.
- [2] <<https://heritageofjapan.wordpress.com/>> Alıntılanma tarihi: 04.07.2016.
- [3] O. E. Craig ve ark., Earliest Evidence for the Use of Pottery, *Nature*, 496 (7445) (2013) 351-354.
- [4] W. F. Smith, "Malzeme Bilimi ve Mühendisliği", 3. Basımdan Çeviri, Literatür, İstanbul, 2001.
- [5] M. Erol, KYM Ders Notları, Bölüm 2, 2008.
- [6] Ö. Toplan, Sakarya Üni., Seramik Malzemeler 1 Ders Notları.
- [7] K. Onaran, "Malzeme Bilimi", Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 2000.
- [8] F. C. Sahin, E. H. Kanbur, B. Apak, Preparation of AlON Ceramics via Reactive Spark Plasma Sintering, *Journal of the European Ceramic Society*, 32 (2012) 925-929.
- [9] <<http://www.mme.itu.edu.tr/>> Alıntılanma tarihi: 10.07.2016.
- [10] <<http://matse.anadolu.edu.tr/>> Alıntılanma tarihi: 10.07.2016.
- [11] <<http://www.serfed.com/>> Alıntılanma tarihi: 14.07.2016.
- [12] <<http://www.turkser.org.tr/>> Alıntılanma tarihi: 14.07.2016.
- [13] T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Seramik Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2015.
- [14] A. Turan, F. C. Sahin, G. Goller, O. Yucel, Spark Plasma Sintering of Monolithic TiB₂ Ceramics, *Journal of Ceramic Processing Research*, 15 (6) (2014) 464-468.
- [15] A. Turan, "Yerli Hammaddelerden Hareketle TiB₂ Esaslı İleri Teknoloji Seramiklerin Sentezi ve Sinterlenmesi", İTÜ Doktora Tezi, 2014.
- [16] I. Akın, M. Hotta, F. Şahin, O. Yücel, G. Göller, T. Goto, Microstructures of Densification of ZrB₂-SiC Composites Prepared by Spark Plasma Sintering, *J. European Ceramic Soc.*, 29 (2009) 2379-2385.
- [17] S. Yazici, B. Derin. Effects of Process Parameters on Tungsten Boride Production from WO₃ by Self-propagating High Temperature Synthesis, *Materials Science and Engineering: B*, 178 (2013) 89-93.
- [18] M. Alkan, M. S. Sonmez, B. Derin, O. Yucel, Effect of Initial Composition on Boron Carbide Production by SHS Process Followed by Acid Leaching, *Solid State Sciences*, 14 (11-12) (2012) 1688-1691.
- [19] M. Srinivasan, W. Rafaniello, Non-oxide Materials Applications and Engineering, "Carbide, Nitride and Boride Materials Synthesis and Processing" (Ed. A. W. Weimer), Chapman & Hall, Londra, 1997.
- [20] Z. Taslicukur, F. C. Sahin, G. Goller, O. Yucel, N. Kuskonmaz, Reactive Spark Plasma Sintering of Si₃N₄ Based Composites, CIMTEC, 12th International Ceramics Congress, Advances in Science and Technology, 62. Cilt, pp. 185-190, 2010, Montecatini Terme, İtalya.