Journal of Current Researches on Social Sciences
(JoCReSS)
www.stracademy.org/jocress
ISSN: 2547-9644

Year:2017
Volume: 7
Issue: 1

Deformations Encountered in Vitrified Ceramic Production Process and the Factors that Cause Occurrenceo Deformation

Mustafa URAL[1] & Buket ACARTÜRK AKYURTLAKLI[2]

Keywords
Ceramic, Vitrified, Deformation, Vitrified Ceramic Deformations, Reasons of Deformations.

Article History
Received
20 May, 2017
Accepted
5 June, 2017

Abstract
Vitrified ceramic is a branch of ceramic industry and it includes production of sanitary ware. In the sector, improving quality of products reducing the production cost are the most important conditions to take part in market. The deformations encountered in the production of vitrified ceramics increase the waste rates and increase the cost. Deformation products are affecting the quality negatively. The deformations encountered in the production of vitrified ceramic and the factors causing deformation are the subjects of this research. In the scope of the study, interviews were held with experienced people about the design and production of vitrified ceramics. A factory that produces vitrified ceramics was determined, and inspection, research, observation and sample applications were carried out in this factory. The deformations encountered in the production of vitrified ceramics have been determined and the causes of deformation have been discussed.

Vitrifiye Seramik Üretiminde Karşılaşılan Deformasyonlar ve Deformasyon Oluşumuna Neden Olan Faktörler

Anahtar Kelimeler
Seramik, Vitrifiye, Deformasyon, Vitrifiye Seramik Deformasyonları, Deformasyonların Nedenleri.

Makale Geçmişi
Geldiği Tarih
20 Mayıs, 2017
Kabul Tarihi
5 Haziran, 2017

Özet
Vitrifiye seramik, seramik endüstrisinin bir koludur ve seramik sağlık gereçleri üretimini kapsar. Sektörde, ürün kalitesini artırmak ve üretim maliyetini düşürmek, pazarda yer alabilmenin en önemli koşullarıdır. Vitrifiye seramik üretiminde karşılaşılan deformasyonlar fire oranlarını artırarak maliyeti yükseltmektedir. Deformasyonlu ürünler kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Vitrifiye seramik üretiminde karşılaşılan deformasyonlar ve deformasyon oluşumuna neden olan faktörler bu araştırmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında, vitrifiye seramik tasarımı ve üretimi konusunda deneyimli şahıslarla görüşülmüş, röportaj yapılmıştır. Vitrifiye seramik üretimi yapan bir fabrika belirlenerek, burada inceleme, araştırma, gözlem ve örnek uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Vitrifiye seramik üretiminde karşılaşılan deformasyonlar tespit edilmiş ve deformasyonların oluşum nedenleri ele alınmıştır.

[1] Corresponding Author. Öğr. Gör. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü (Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik ve Cam Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi), mustafaemail@gmail.com
[2] Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Bölümü

1. Giriş

"Genel anlamda Seramik Sağlık Gereçleri şu şekilde tanımlanabilir: değişik metal oksitlerin, belirli oranlarda karıştırılarak akışkan bir çamur haline getirilmesi, daha sonra da alçı ve/veya sentetik reçine kalıplarda şekillendirilerek 1200-1250 °C civarında pişirilip su emme değeri % 0,50'nin altında olan ürünlerdir."[3]

"Seramik sağlık gereçleri" ile "vitrifiye seramik" tanımları aynı ürünleri ifade eder. "Kil, kaolen, feldspat ve kuvars türü anorganik hammaddelerden oluşan kütlelerin çeşitli yöntemlerle şekillendirilip, sırlanmaları ve 1200-1250 °C civarında pişirilmeleri sonucu camlaşmış bir sır örtüsü ile kaplı sert malzemeye "Vitrifiye Seramik" denir."[4]

Temel yapısını oluşturan kil, kaolen, kuars, feldspat gibi inorganik hammaddelerin akışkan hale getirilmesiyle oluşan Seramik Sağlık Gereçleri döküm çamuru Vitreous-China olarak adlandırılır. "En basit tanımı ile vitreous-china, su emmesi % 1'den küçük olan bir akçini çamuru olarak tanımlanabilir. Özellikleri ve teknolojisi ile feldspatlı akçini ile porselen arasında yer alır ve bu neden ile çoğunlukla yarı porselen veya sıhhi tesisat porseleni adını alır."[5] Güner Sümer, sıhhi tesisat seramiklerini dört gruba ayırmıştır. Bunlar, sıhhi tesisat seramiği, vitra sıhhi tesisat (vitreous china), şamot sıhhi tesisat (fine fire clay) ve stonwer sıhhi tesisat ürünleridir.

Vitrifiye seramik ürünlerin şekillendirilmesinde, yaş şekillendirme yöntemi tercih edilir. Vitrifiye döküm çamuru, sıhhi tesisat seramiklerini üretebilmek için çamur hazırlama ünitesinde belirli bir reçeteye göre özel olarak hazırlanmıştır. Vitrifiye seramikler genellikle alçı gibi su emme özelliği olan malzemeden yapılmış kalıpların içerisine dökülerek şekillendirilir. Alçının deformasyonu azdır, ısıya karşı dayanıklıdır, aşınmaya karşı dayanıklıdır, rutubeti dengeler, yüzeye nefes aldırma gibi özelliklere sahip, hafif bir malzemedir. Bu gibi nedenlerle alçı malzeme tercih edilmekle birlikte, sektörde üretim sürecini hızlandırmak için basınçlı kalıplar da kullanılmaktadır.

"Kalıp şekline getirilmiş alçı maddesinin gözenekli oluşu nedeni ile kalıpta oluşan su emme yeteneği, kalıbın içine dökülen döküm çamurunun suyunu emerek, şekillendirme işlemini herhangi bir yardımcı alet olmaksızın sürdürür. Kalıpta şekillendirme için gerekli kalınlık sağlandığı zaman, kalıp içindeki çamur geri boşaltılır. Böylelikle kalınlık alma işlemi durmuş olur. Kalıp içinde henüz yaş ve belli bir yumuşaklığa sahip olan çamurun, kalıp tarafından sürekli suyu emildiğinden, şekillendirilen parça bir süre sonra kalıptan alınacak kadar sertleşir."[6]

Teknoloji her ne kadar gelişse de, vitrifiye seramik üretim sürecinde istenmeyen durumlarla karşılaşmak mümkündür. Bunların başında ürün deformasyonu gelmektedir. Üretim sürecinde seramik, fiziksel ve kimyasal değişime uğrar. Bu

[3] Murat Atılgan, **Vitrifiye Ürünlerin Endüstride Gerçekleştirilme Süreçleri ve Kişisel Öneri,** Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006, s.26.
[4] Levent Vardal, "Sıhhi Tesisat Seramiğinin Tarihsel Gelişimi ve Kişisel Öneri", **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,** Marmara Üniversitesi SBE, 1996, s.28.
[5] Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi,** 1. Basım, İstanbul: Marmara Üniversitesi G. S. F. Yayınları, 1983, s.128.
[6] Arcasoy, s.74.

değişim beraberinde deformasyonlara neden olur. Ürünün biçimsel yapısına, kullanılan hammaddeye, üretim şartlarına ve pişirim sıcaklıklarına göre deformasyonlar değişiklik göstermektedir. Vitrifiye seramik ürünlerde deformasyon oluşmaması için, ürünün aldığı şekli korunması gerekir.

2. Vitrifiye Seramik Ürünlerde Karşılaşılan Deformasyon Çeşitleri

2.1. Ürün Çökmeleri

Vitrifiye seramik ürünlerde oluşan deformasyonların en önemli nedenlerinden biri ürün çökmeleridir. Ürün çökmelerinin pek çok sebebi vardır. Et kalınlığının ince olması, yarı ürünün kendi ağırlığını taşıyacak sertliğe ulaşmamış olması veya tasarım faktörü bu sebepler arasındadır. Temel neden yer çekimi kuvvetidir. "Tasarlanan ürünle ilk deneme üretimi, boyut ve şekil olarak farklılıklar göstermektedir. Boyut farklılıkları deformasyon ve kendini çekme sonucu oluşurken, şekil farklılıkları deformasyon sonucu oluşmaktadır."[7]

2.2. Ürün Eğilmeleri

Vitrifiye seramik ürünlerin fırın çıkışı, öne, arkaya, sağa ya da sola eğilme durumu gözlenebilir. Bu deformasyon sorunu genellikle tasarım kaynaklı olmakla birlikte, et kalınlığı farkı, modeldeki dengesizlik, çamur süzülmesindeki problemler, kalıbın her yüzeyde eşit çekim yapmaması, yarı ürünün homojen kurutulmaması da ürün eğilmelerine sebep olur.

2.3. Peçlik

Vitrifiye seramik ürünlerde, özellikle lavabolarda görülen, sağ ve sol tarafın farklı yönelimleri peç sorununu oluşturur. Bir köşe öne doğru gelirken, diğer köşe geriye doğru gitmişse üründe peçlik var demektir. Ürünün öne, arkaya, sağa ya da sola eğilmiş olmasından daha büyük bir sorundur. Modelcinin modeli oluştururken yaptığı hatalar, hatalı kurutma işlemi, dökümcünün yarı ürün alma şeklindeki hatalar peçlik sorununun temel nedenleri arasındadır. Bu sorunu çözmek için peç vidası kullanılır veya pişmiş ürün taşlanır. Peç vidası daha çok konsollu (etejerli) lavabolarda tercih edilir.

2.4. Kalıp Birleşim İzleri

Kalıp birleşim izleri, seramik yüzeylerde istenmeyen bir oluşum olduğu için deformasyon çeşidi olarak ele alınmıştır. "Kalıp birleşim yerlerindeki boşluklar ne kadar geniş olursa pişme sonrasında üründeki çıkıntılar da o kadar büyük olur. Bunun sebebi ince kil plakalarının kalıp yüzeyine paralel olarak paketlenmesidir. Bu da birleşim yerlerindeki paketlenme düzeni ile gövdedeki paketlenme düzeninin farklı olması demektir. Bu farklılaşma ise kil plakalarının dışarıya doğru yönelmesi olarak görülür ve birleşim yerlerinde iz olarak ortaya çıkar. Bu izler rötuşlansa bile pişme sırasında küçülmeler farklı olacağından tekrar kabartı olarak görülür.

[7] Süphan Ercan, **Vitrifiye Çamurunun Deformasyon Davranışının Sayısal Modellenmesi,** Yüksek Lisans Tezi, 2006, s.2.

Kendisiyle yapılan röportajda, klozetlerdeki damar sorunundan da bahsedilmesi gerektiğini belirten Güner Dönmez, kalıbı döküm çamuru ile doldururken, dolumun yavaş veya hızlı gerçekleşmesinin, dolumun simetrik ya da asimetrik yapılmasının, kalıbın açısının artırılıp azaltılmasının, klozetteki damar sorununa etki eden faktörler olduğunu ifade etmiştir.

3. Deformasyon Oluşumuna Neden Olan Faktörler

3.1. Tasarım Faktörü

Tasarım, yeni ürünün seri üretime alınması sürecinde önemli bir öneme sahiptir. Tasarımcı, seramik üretim sürecine hâkim değilse, seri üretime uygun olmayan veya üretimi zor ürünler tasarlayabilir. İşçiliği fazla olan, çok parçalı kalıp ile üretilebilecek, karmaşık tasarımlar yapabilir. Bu nedenle tasarımın güzel olması yeterli değildir. Uygun tasarım yapabilmek önemlidir. Ancak üretim açısından uygun olmayan bir tasarımı, seri üretime uygun hale getirebilmek en önemlisidir. Vitrifiye seramik ürünün şekli deformasyona etki eden bir faktördür.

Ürün tasarımı kadar kalıp tasarımı da deformasyonda etkilidir. Örneğin yatay dökülmesi gereken bir ürün için dikey dökülecek şekilde kalıp oluşturulması deformasyona sebebiyet verir.

3.2. Döküm Sisteminin Deformasyona Etkisi

Vitrifiye seramik sektöründe kullanılan şekillendirme sistemleri, yaş şekillendirme yani kalıba döküm yoluyla şekillendirme sistemleridir. Döküm sistemleri, kalıbın kullanım ve uygulama şekillerine göre değişiklikler gösterir. Ürünün biçimsel yapısı ve üretimde sayısal verimliliği de döküm sisteminin seçiminde rol oynamaktadır. "İşletmelerde şekillendirme için kullanılan bu döküm sistemlerini sıralarsak:

El Döküm Sistemi

Batarya (Shanks) Döküm Sistemi

Mekanize Döküm Sistemi

Kapiler Döküm Sistemi

Yüksek Basınçlı Döküm Sistemi"[8]

Döküm sisteminin deformasyon üzerinde çok büyük etkisi vardır. Örneğin el döküm sistemine uygun şekillendirilen bir kalıp, üretimin artması nedeniyle batarya (shanks) döküm sistemine uyarlanabilir. El dökümde problemsiz olan ürün, batarya dökümde deformasyon sorunlarıyla karşılaşabilir. Bunun nedeni, batarya döküm sisteminin el döküm sisteminden daha kötü olması değil, bir ürünün mevcut döküm sisteminin değiştirilerek farklı bir döküm sistemine geçirilmiş olmasıdır. Aynı mantıkla, batarya döküm sisteminden el döküm sistemine geçildiğinde, bu kez el döküm sistemiyle üretilecek olan ürünler problemli doğacak, deformasyon oluşumu gerçekleşecektir. Problemleri çözmek için, Fonksiyon-Test Laboratuvarından onay verilinceye kadar model kalıp tadilatı ve düzeltme çalışmaları yapmak gerekir.

[8] Mücteba Kundul, **Endüstriyel Seramikte Alçı ve Çamur Şekillendirme Yöntemleri,** İstanbul, 2013, s.120.

3.3. Hammadde Seçimi ve Reçetenin Deformasyona Etkisi

Vitrifiye seramik üretiminde, kimyasal özelliklerden kaynaklı deformasyon oluşumu gerçekleşmektedir. Hammadde seçimi deformasyonu etkileyen nedenlerden biridir. Güner Dönmez, deformasyonun hammaddeden başladığını, ortamda geliştiğini ve fırın çıkışı sonuçlandığını ifade etmektedir. İşletmelerin maiyeti düşürmek için kalitesiz hammadde kullanmasının deformasyon sebeplerinden biri olduğunu vurgulamaktadır. Yıkanmış, temizlenmiş, reolojik ve fizyolojik yapıları test edilmiş, kaliteli hammadde kullanımının deformasyonun önlenmesinde önemli bir etken olduğunu belirtmiştir. Kuru mukavemeti yüksek, plastikliği fazla, fırın direnci yüksek özelliklerdeki hammaddelerin karıştırılarak kullanılmasının deformasyonu önlemede etkili olacağının altını çizmiştir. Plastikliği fazla olan hammadde, yarı ürünün kalıp içerisinde daha uzun süre kalabilmesini sağlamaktadır. Dökümcü yapması gereken işlemleri tamamlayıp kalıbı açana kadar, yarı ürünün çatlamasını ve esnemesini engeller. Ancak aşırı plastik olan bu hammaddeyi kuru mukavemeti ve fırın direnci yüksek hammaddelerle dengelemek gerekir. Bu hammaddeleri süspanse etmek, yarı ürün deformasyonunu ve fırın deformasyonunun azalmasına yol açacaktır.

Reçetenin de deformasyon üzerinde etkisinin olduğunu belirten Dönmez, sodyum feldspat gibi eritgenlerin oranlarının yüksek tutulması durumunda eritgenlik artacağı için deformasyonun da artacağını belirtmektedir. Reçete içerisindeki şamot oranı deformasyonu etkileyen en önemli faktörlerden biridir. FFC (Fine Fire Clay) çamuru vitreous china çamuruna göre daha az deformasyon eğilimi göstermektedir. İçerisindeki şamot oranına bağlı olarak % 8 ile % 4,5 küçülmesi olan çamurların kullanılabildiğini belirten Dönmez, FFC çamurunda % 40 oranında girilmesi gereken şamot oranının bazı işletmelerde maliyeti düşürmek % 15 – 20 oranında girilebildiğini, en fazla % 5,5 olması gereken sodyum feldspat oranının % 8 oranında kullanılabildiğini belirterek, reçetenin deformasyon açısından önemini vurgulamıştır. Reçete içerisindeki şamot oranı arttıkça küçülme oranı azalmaktadır. Küçülme oranı arttıkça deformasyon oluşumu da artmaktadır.

"Sağlık gereçleri üretiminde kullanılan iki temel malzeme olan Vitreous China ve Fine Fire Clay arasındaki en temel fark pişme sırasında uğradıkları deformasyondur."[9]

3.4. Döküm Çamurunun Deformasyona Etkisi

Vitrifiye seramik ürünler sıvı çamur kullanılarak şekillendirilirler. Bu sıvıyı elde etmek için granül halindeki çamura su ve kimyasal deflokülant ilave edilir. Deflokülant olarak elektrolit ya da cam suyu kullanılabilir. Defloküle olan döküm çamurunun yoğunluğu 1700-1800 gr/litre olmalıdır. Ürün çeşitlerine bağlı olarak endüstride bundan daha yoğun döküm çamurları da kullanılabilmektedir.

"Çok az miktarda su ve deflokülantın ilave edilmesiyle, plastik kil akışkan döküm çamuru haline dönüştürülebilir, fakat eğer deflokülant ilave edilmezse aynı akışkanlık değerini sağlamak için su içeriğinin çok daha fazla miktarda olması gerekir.

[9] Zehra Sözbir, **Tarihsel Süreç İçinde Seramik Sağlık Gereçleri Tasarımında Üretim Yöntemleri - Biçim İlişkisi**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2009, s.68.

Defloküle sistemlerin düşük su içeriği, kullanılan kalıpların kurutulmaları dikkate alındığında daha fazla döküm imkânı sağlayacağından, üretim hızı bakımından büyük avantajlar sağlamaktadır. İlaveten, döküm çamurlarındaki tabakalaşma olayları büyük ölçüde engellenir, kullanılan döküm çamuru hacmen daha az olduğundan mekândan ve kalıp sayısından tasarruf edilir. Bu nedenlerden dolayı defloküle çamurlar, döküm yoluyla üretimlerde standart hale gelmiştir."[10]

Deflokülasyon seramik deformasyanlarını etkileyen bir faktördür. Cam suyu (silikat) oranının az veya fazla olması döküm çamurunu etkileyeceği için bu etkileşim deformasyan oluşumuna sebep olabilmektedir. Silikat az gelirse yarı ürün kendini geç toplar, fazla gelirse hızlı sertleşir.

Karıştırma zamanının da deformasyona etkisi vardır. "Kil topraklarının karıştırma sırasında tam olarak dağılıncaya kadar geçen sürede döküm çamurunun viskozitesi değişebilir, bu nedenle karıştırma ve dinlendirme hazırlık aşamasında temel işlemlerdir. Döküm çamuru süspansiyonu içindeki kilin tamamen dağılması için belirli bir zaman gerekir ve dikkatli bir karıştırmaya rağmen bekletme esnasında döküm çamuruna bir miktar deflokülant ilavesi yapılır. Bunun nedeni ise karıştırma sonrasında kil taneciklerinin daha fazla dağılmasından ekstra kil yüzeyleri ortaya çıkması ve bu nedenle de döküm çamuruna orijinal özelliklerini kazandırmak için daha fazla deflokülanta ihtiyaç duyulmasıdır. Eğer karıştırma zamanı yetersiz ise etki, burada daha çok görülür."[11]

3.5. Dökümhane Ortamı ve Üretim Şartlarının Deformasyona Etkisi

Dökümhane ortamını deformasyon oluşumunda önemli bir etkene sahiptir. Ortam ısısı ve ortamdaki nem oranının uygun olması gerekmektedir. Kendisiyle yapılan röportajda, dökümhane için ideal ısının 33-35 °C olması gerektiğini belirten Güner Dönmez, nem oranının ise % 60-70 arasında bulunması gerektiğini ifade etmiştir. Önceleri işletmelerde nem oranı azaldığı zaman dökümhanenin zemininin işçiler tarafından suyla yıkandığını hatırlatan Dönmez, günümüzde teknolojinin gelişmesiyle beraber iklimlendirme ve nem alıcıların kullanıldığını belirtmiştir. İklimlendirme araçları ortamdaki ısıyı istenilen değerde tutarken nem alıcılar da nem oranını dengelemektedir.

Bir işletmede maliyeti düşürmek için et kalınlarının ince tutulması da ürünün boş döküm olan yüzeylerinde deformasyona yol açar. Bir vitrifiye üründe masif bölgelerin et kalınlığının 12 mm, boş döküm olan yüzeylerin kalınlığının 9 mm olması gerekmektedir. Bazı işletmelerde boş döküm olan yüzeylerin 6-7 mm'ye kadar düşürülebilmektedir. İnce et kalınlığı su kaçağı sorununa da yol açmaktadır. Maliyetin artmasını göze alarak kalınlığı artırmak gerekmektedir. Kalınlık istenilen standarda geldiğinde deformasyon azalır.

Kalıbın doldurulup boşaltılma hızının da deformasyona etkisi vardır. Kalıbı açma, yarı ürünü kalıptan çıkarma ve tezgâha alma süreleri de deformasyonu etkileyen faktörler arasındadır.

---

[10] Harry FRASER, **Seramik Hataları ve Çözüm Yöntemleri,** Zeliha Mete ve İlker Özkan (çev.), İzmir: Karakalem Kitabevi Yayınları, 2010, s.56.
[11] Fraser, s.58-59.

İşletmede kullanılan kalıplar sık kullanımları nedeniyle çok çabuk su ile doygun hale gelirler. Bu sorunu önlemek için her kullanımdan sonra, iş kalıplarının kuruması için uygun süre ve sıcaklık ortamının oluşturulması gerekir. Kullanılmayacak duruma gelmeden önce dökümhanedeki iş kalıplarının, düzenli olarak yenileriyle değiştirilmeleri gerekmektedir.

Fırından çıkan deformasyonlu bir ürünün öncelikle ağırlık ölçümünün yapılması gerektiğini belirtmiştir. Örneğin bir asma klozetin standart boyutlarının 530-545 mm boy, 355-360 mm en olduğunu düşünülürse, ağırlığının 28-30 kg olması gerekmektedir. Eğer 20-25 kg veya daha altında ise yarı ürün deformasyonu, fırın deformasyonu gibi oluşumlar kaçınılmazdır. Bu durumda çözüm model veya kalıp tadilatı yapmak ya da yardımcı aparatlarla problemi önlemeye çalışmak değil, et kalınlığını artırmak olmalıdır.

Dökümhanede bir kalıbın nasıl açıldığının, yarı ürünün kalıbın hangi parçasında bekletildiğinin, yarı ürünün kalıptan nasıl alındığının, cekete nasıl yerleştirildiğinin deformasyona etkisi olduğunu belirten dönmez, ceket üzerinde düz veya açılı bekletilmesinin dahi deformasyon oluşumunda önemli bir faktör olduğunu ifade etmiştir. İşletmelerde yardımcı aparatların yeterli olmaması veya uygun olmaması da deformasyona neden olmaktadır.

3.6. Vakum Oluşması

Batarya ve mekanize gibi döküm sistemlerinde, kalıpların aynı anda ve eşit sürede dolmalarını sağlamak için kolektör sistemi mevcuttur. Önce kolektör dolmakta sonra döküm çamuru iş kalıplarına verilmektedir. Dolum esnasında havanın atılmasını sağlayarak, kalıbın içerisine hava girmesini engellemektedir. Boşaltırken de tüm boruların merkezi bir yere boşalmasını sağlamaktadır. Hattan gelen çamur kalıplardaki pimaş borulara takılan hortumlar aracılığıyla kalıpların içerisine gönderilir. Kalıplar boşaltılırken kolektörden hava verilir, hava basıncıyla beraber çamur itilir, giren hava yarı ürünün sertleşmesine yardımcı olurken çamurun da boşalmasını sağlamaktadır.

Güner Dönmez, kalıbı boşaltma işleminin deformasyonda etkili olduğunu belirterek, çamurun boşalması için kalıp içerisine verilen havanın, kalıptan çıkan çamur ile dengelenmemesi durumunda vakum oluşacağını ifade etmiştir. İçeriye zayıf bir hava girerse yarı üründe duvarlar içe doğru çökecektir.

Vakum oluşması önemli bir deformasyon sebebidir. Genellikle vakum nedeniyle oluşan deformasyon, yarı ürün kalıptan çıkartılırken fark edilir ve vakum oluşan yarı ürün ıskartaya atılır. Ancak bazen hafif vakum oluşması durumunda fark edilmeyebilir ve üretim sürecini izleyen ürün fırın çıkışı ölçümler yapılacağı zaman anlaşılır. Vakum oluşması ürün yüzeyinde çökmeye neden olur.

“Zaman zaman çift dökümlü ürünlerde (lavabo, klozet, v.b. gibi) çökmeler görülür. Çökelme bölgesinde ara sıra çatlaklar da görülebilir. Bu çatlaklar derin olup kenara doğru uzanırlar. Sonuç olarak ürün bu noktada çok zayıf olur.

Kalıplar boşalırken, kalıp ağzının tıkanması nedeniyle vakum oluşur. Vakumun oluşması karakteristik “luk-luk” sesinden anlaşılır. Vakumun oluşmaması için çamur boşaltılırken kalıp eğiminin iyi ayarlanması gerekir.

Oluşan vakum, yan kısımların kalıp yüzeyinden içeri doğru çekilmesine neden olabilir. Yan kısımlar daha sonra bu noktadan çatlar ve dış yüzeyinde bir çöküntü oluşur."[12]

3.7. Kalıptan Çıkarma Zorluğu

'Tasarım Geliştirme' sürecinde modelden kalıp alınırken ters açılara dikkat edilmesi gerekmektedir. Kalıptan ürün çıkarmada problem yaşanacağı için ters açılı bir model kalıbın ana kalıbı yapılmaz. Ancak üretilen ürünün biçimsel yapısından dolayı, iş kalıplarında, ters olmasa da dik yüzeyler olabilir. Bu da kalıptan çıkarma zorluğu yaşanmasına yol açar ve dökümcünün yarı ürünü deforme etmesine yol açar. "Yanlış kalıp tasarımlarının, mamullerin serbest kalmalarını engelleyerek çıkmayı zorlaştırdığını veya imkânsız hale getirdiğini de varsayarsak kalıptan zor çıkarılmanın en yaygın nedeni çamurun fazla deflokülasyonudur. Sodyum karbonat veya sodyum silikat veya deflokülant olarak kullanılan maddenin fazla ilavesi ile döküm yüzeyinde birikimler oluşur ve yapılan dökümler kalıplara yapışır.

Aşınmış kalıpların kullanılması da kalıptan çıkarma, yüzey bozukluğu ve kalıp birleşim yerlerinde boşlukların artması gibi problemlere neden olur.

Yapışma nedeni ne olursa olsun, kalıp yüzeyini talk ile pudralamak problemin ortaya çıkmasını engeller."[13]

3.8. Kurutmanın Deformasyona Etkisi

Yarı ürünün kurutulması, deformasyonu etkileyen faktörlerden biridir. Homojen bir kurutmanın sağlanmaması yarı ürünün çatlamasına, deforme olmasına ve üründe peçlik oluşmasına yol açar. Susan Peterson ve Jan Peterson, yarı ürünü biraz yukarı kaldırıp veya ızgara üzerinde tutup tabanının altından havalanmasını sağlamak gerektiğini, böylece alttan ve içten kuruyabileceğini vurgulamışlardır. Firelerin büyük bir kısmı kurutmadan kaynaklanmaktadır. Güner Dönmez, kurutma odalarında konik bir şekle sahip ve dönerek sıcak havayı ortama sirküle eden kurutma sistemlerinin bulunması gerektiğini belirterek homojen bir kurutmanın 110 °C'de 15-17 saat boyunca yarı ürünlerin bekletilmesiyle sağlanabileceğini ifade etmiştir.

Kurutmadan kaynaklı deformasyonların sadece kurutma odalarında gerçekleşmeyeceğini vurgulayan Dönmez, yarı ürün kalıptan alınarak tezgahta bekletilirken de kurutma hatalarının olabileceğini belirtmiştir. Örneğin yatırma ceketinde bekleyen bir yarı ürünün cekete temas eden yüzeyinin açıkta kalan yüzeyine göre daha geç kuruması durumunda, aradaki küçülme farkından dolayı deformasyona yol açacağını belirtmiştir. Özellikle konsollu lavabolarda kanatlar yukarı doğru bükülmektedir. Bu sorunu önlemek için hava dolaşımını sağlamak gerekmektedir. Hava akışını sağlayabilmek için cekete delikler açılarak boşluklar bırakılmalı veya ceket yüzeyine açılan kanallar aracılığıyla hava akışı sağlanmalıdır. Aksi halde alt yüzey hava almazken üst yüzey alırsa dengesiz kuruma gerçekleşecektir ve üst yüzey küçülmeye başladığında alt yüzey aynı

[12] Fraser, s.64.
[13] Fraser, s.63-64.

oranda küçülemeyecektir. Yarı ürün tezgâhta beklerken kullanılan kurutma fanlarının fazla açılması, yakın mesafeden yoğun hava verilmesi durumunda da deformasyon oluşumu gerçekleşebilmektedir.

İş kalıplarının homojen kurutulmamış olmaları de deformasyona etki eden bir faktördür. "Kurutma ünitelerinde kalıpların kurutma işlemi; birinci gün 20°C, ikinci gün 40°C, üçüncü gün en fazla 60°C'ye kadar kurutulur ve soğumaya bırakılır. 24 saat sonra kalıplar kurutma ünitelerinden çıkarılır ve döküm tezgâhlarına yerleştirilir. Bir gün süre ile de döküm tezgâhlarında bekletilen kalıpların iyi bir şekilde soğutulması sağlanmış olur."[14] Eğer dengeli bir kurutma gerçekleştirilmezse, fazla kuruyan alçı yüzeyi daha çok su emişi gerçekleştireceğinden et kalınlıkları bu bölgelerde kalın, az kurumuş yüzeylerde ince olacaktır.

3.9. Küçülmenin Deformasyona Etkisi

Seramik ürünler, üretim süreçlerinde boyutça küçülürler. Küçülme, kuru küçülme ve pişme küçülmesi olarak ikiye ayrılır. İçerisinde su barındıran yarı ürün, kuruma aşamasında içerisindeki suyu kaybeder ve bu durum kuru küçülmeye yol açar. Fırına girdiğinde ise sıcaklık artışı nedeniyle küçülmeye devam eder. Boyutça küçülen bir ürünün yüzeyinde oluşan değişim deformasyona sebebiyet verir. Deformasyonun asıl nedeni seramiğin kimyasal ve fiziksel değişime uğramasıdır. Küçülmeyi azaltmak için hammadde ve reçete üzerinde değişiklikler yapmak mümkündür. Küçülme arttıkça deformasyon da artmaktadır.

3.10. Pişirmenin Deformasyona Etkisi

Seramiğin oluşmasını sağlayan en önemli faktörlerden biri pişirmedir. "Pişirme seramik bünyeye dayanıklılık kazandırmak ve sırın seramik ürünün yüzeyini kaplayacak şekilde erimesi için yapılan bir ısıl işlem olarak adlandırılabilir."[15] Seramik ürünler en fazla değişimi fırın içerisinde yaşadıkları için pişirme deformasyona en çok etki eden faktördür. Kurutma esnasında olduğu gibi pişme esnasında da küçülme gerçekleşir. Bunun dışında ürünün fırına hangi pozisyonda yüklendiği deformasyonu derinden etkiler. Ürünün yatay ya da dikey pişirilmesi farklı deformasyon oluşumlarına yol açar. Pişirim esnasında pişme bomzesi, pişirme plakası gibi yardımcı aparatların kullanılıp kullanılmaması da deformasyona etki eden faktörlerdendir. Vitrifiye seramik ürünlerden olan rezervuar gibi iki parçalı ürünlerin, kapakları ile birlikte pişirilmesi, hem farklı deformasyon eğilimleri göstererek kapağın rezervuara oturmamasının önüne geçecektir hem de fırında gereksiz alan işgalinin önlenmesini sağlayacaktır.

3.10. İnsan Faktörü

Tasarım kaynaklı deformasyon sorunları yaşanabileceği gibi, tasarımın uygulanmasından kaynaklanan sorunlar da deformasyona neden olabilir. Örneğin CAD-CAM uygulaması olmayan firmalarda model ve model kalıp yapımları manuel olarak, modelci ve model kalıpçı tarafından gerçekleştirilir. Modelci, modeli

[14] Yunis Yılmazer, **Alçı Şekillendirme Model Kalıp ve Seramik Döküm Teknikleri**, Türkiye Seramik Federasyonu, İstanbul, 2008, s.80.
[15] Emel Şölenay, **Seramik Sanat Eğitiminde Sırlama ve Pişirme Yöntemleri El Kitabı**, Murat Kitabevi, Ankara, 2011, s.59.

yaparken simetri hatası yapabilir veya et kalınlıklarının eşit olması gereken masif bölgelerde oluşabilecek et kalınlığı farklılıkları deformasyona yol açar. "Model bitiminde model, ana şablonlarından ayrılarak ters çevrilir ve tüm sivri kenarları ince testere ve sıfır numaralı zımpara ile yuvarlatılır. Elle yüzey kontrolleri yapılır, üzerinde testere, zımpara izlerini yok ederek, pürüzsüz bir yüzey elde edilir. Model kontrolünde gözden kaçan küçük bir pürüz, kalıbına da yansımaktadır."[16]

Model kalıpçı model kalıbı oluştururken işçilik kaynaklı hatalar yaparsa, bu hatalar deformasyon oluşumuna yol açabilir. Örneğin alçı hazırlarken alçı-su oranını her kalıp parçasında farklı uygularsa, kalıbın her parçası, farklı karışım oranına sahip olduğundan çekim yapma etkileri farklı olur ve boş döküm (vazo döküm) denilen yüzeylerde farklı et kalınlıkları oluşur. Model kalıbın et kalınlığı da modelin et kalınlığı kadar önemlidir. "Kalıp kalınlığı ortalama olarak 4-5 cm olarak yapılır."[17] Eşit ve modele paralel olarak şekillendirilmezse farklı çekim gücüne sahip olurlar ve bu da et kalınlıklarının bazı bölgelerde ince, bazı bölgelerde kalın olması gibi farklılıkların oluşmasına yol açar.

Proje Yönetmeni başta olmak üzere, deneme dökümcü, modelci gibi ilgili personel birlikte inceleme yaparak problemi çözmeyi amaçlarlar.

Dökümcü de bireysel hataları nedeniyle deformasyona sebebiyet verebilir. Örneğin kalıptan çıkartılan yarı ürün, yeterince sertleşmemiş ise yerçekiminin etkisiyle çökmeye başlar. Bunun nedeni kalıbı erken açma olabildiği gibi, istenilen et kalınlığına ulaşılmamış olması da ürünün çökmesine yol açar. Et kalınlığının her yerde ince olmasının nedeni, kalıbın içerisindeki çamurun erken tahliye edilmesidir. Eğer zamanında tahliye edilmesine rağmen et kalınlığı ince ise, kalıp yeterince kurutulmamış veya fazla döküm yapmaktan dolayı su emmiş ve yıpranmış olmasıdır.

4. Sonuç

Teknolojik gelişmeler endüstride maliyeti düşürmekle beraber işletmeleri yoğun bir rekabet ortamına sürüklemektedir. Rekabet üstünlüğü sağlayabilmek açısından üretim verimliliğinin önemi büyüktür. Bir işletmede fire oranının artması üretim maliyetini de artırmaktadır. Vitrifiye seramik üretiminde oluşan ürün deformasyonları fire oranlarını olumsuz yönde etkilemekte, maliyeti artırmakta ve zaman kaybına yol açmaktadır.

Bu çalışmada, vitrifiye seramik üretiminde karşılaşılan deformasyonlar tespit edilmiş ve deformasyon oluşumuna neden olan faktörler araştırılmıştır.

Vitrifiye seramik deformasyonları dört ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar; ürün çökmeleri, ürün eğilmeleri, peçlik ve kalıp birleşim izleri olarak belirlenmiştir.

Vitrifiye seramik yüzeylerde oluşan deformasyonların, tasarım aşamasından başlayarak fırın çıkışına kadar geçen süreçte pek çok farklı nedeni olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda deformasyonların oluşum nedenleri on

[16] Güner Dönmez, **Seramik Sıhhi Tesisat Gereçlerinin Gelişim Süreci İçindeki Karşılaştırmalı Üretim Sistemleri**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2001, s.13.
[17] Dönmez, s.14.

bir başlık altında toplanmıştır. Bunlar; tasarım faktörü, döküm sisteminin etkisi, hammadde seçimi ve reçetenin etkisi, döküm çamurunun etkisi, dökümhane ortamı ve üretim şartlarının etkisi, vakum oluşması, kalıptan çıkarma zorluğu, kurutmanın etkisi, küçülmenin etkisi, pişirmenin etkisi ve insan faktörü olarak belirlenmiştir.

Kaynakça

ARCASOY, Ateş, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983.

FRASER, Harry, **Ceramic Faults And Their Remedies,** A&C Black Publishers Ltd. 2005 (Çeviren: METE, Zeliha, ÖZKAN, İlker, **Seramik Hataları ve Çözüm Yöntemleri,** Karakalem Kitabevi Yayınları, İzmir, 2010

KUNDUL, Mücteba, **Endüstriyel Seramikte Alçı ve Çamur Şekillendirme Yöntemleri**, Biltur Basım Yayın ve Hizmet A.Ş. İstanbul, 2013

PETERSON, Susan, PETERSON, Jan, **Working with Clay (Seramik Yapıyoruz)** Çeviren: Sevim ÇİZER, Karakalem Kitabevi Yayınları, İzmir, 2009

SÜMER, Güner, "**Seramik Sanayii El Kitabı"** Anadolu Üniversitesi Yayınları No:308, Uygulamalı Güzel Sanatlar Yüksekokulu Yayınları No:1, Eskişehir, 1988

ŞÖLENAY, Emel, **Seramik Sanat Eğitiminde Sırlama ve Pişirme Yöntemleri El Kitabı**, Murat Kitabevi, Ankara, 2011

ATILGAN, Murat, **Vitrifiye Ürünlerin Endüstride Gerçekleştirilme Süreçleri ve Kişisel Öneri**, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2006

DÖNMEZ, Güner, **Seramik Sıhhi Tesisat Gereçlerinin Gelişim Süreci İçindeki Karşılaştırmalı Üretim Sistemleri**, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2001

ERCAN, Süphan, **Vitrifiye Çamurunun Deformasyon Davranışının Sayısal Modellenmesi**, Sakarya, Yüksek Lisans Tezi, 2006

SÖZBİR, Zehra, **Tarihsel Süreç İçinde Seramik Sağlık Gereçleri Tasarımında Üretim Yöntemleri - Biçim İlişkisi**, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2009

VARDAL, Levent, **Sıhhi Tesisat Seramiğinin Tarihsel Gelişimi ve Kişisel Öneri**, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 1996

YILMAZER, Yunis, **Alçı Şekillendirme Model Kalıp ve Seramik Döküm Teknikleri**, Türkiye Seramik Federasyonu, İstanbul, 2008

Röportaj

Sakarya Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Seramik Bölümü'nde Öğretim Görevlisi kadrosunda çalışan ve aynı zamanda vitrifiye seramik tasarımı ve üretimi konusunda tecrübeleri olan Güner DÖNMEZ ile 03.03.2017 tarihinde röportaj yapılmıştır.

© Copyright of Journal of Current Researches on Social Science is the property of Strategic Research Academy and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.