

Dökümle Şekillendirmede Yoğunluk ve Viskozitenin Etkileri

Volkan TIRYAKI², Hande ÇUKURLUOĞLU¹, Nihal Derin COŞKUN¹, Veli UZ¹

¹Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme ve Seramik Bölümü Kütahya, TÜRKİYE

²Güral Vitrijiye A.Ş., Kütahya

e-posta: vtiryaki@guralvitrijiye.com.tr, hnd.ckrlgl@hotmail.com, nihalderin@hotmail.com, veliuz@hotmail.com

Geliş Tarihi: 26.10.2012; Kabul Tarihi:11.11.2013

Özet

Anahtar kelimeler

Vitrijiye,
döküm şekillendirme,
yoğunluk, viskozite

Bu çalışmada sağlık gereçleri üretiminde kullanılan döküm çamuruyla hazırlanan farklı yoğunluktaki çamurların yoğunluğa bağlı viskozite değişimleri ve zamana bağlı kalınlık değerleri araştırılmış, döküme uygun olabilecek yoğunluk ve viskozite aralığı, kalınlık alma süreleri ve hızları belirlenmiştir. Döküme uygun yoğunluk aralığının 1790-1805 gr/lit, birinci viskozitenin 320-325, ikinci viskozitenin 300-305 olduğu, ideal kalınlık alma sürelerinin istenilen kalınlığa bağlı olarak 30,60 ve 90. dakikalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca küçük ebatlı ürünlerin hızlı dökümünde 1810 gr/lit yoğunlukta çamurun kısa sürede kalınlık almasını tamamlaması nedeniyle kullanılabilceği görülmüştür.

The Effects of Density and Viscosity in Slip Casting

Abstract

. Key words

Sanitaryware, slip
casting, density,
viscosity

In this study the slip preparing for different densities taking from sanitaryware production and their viscosity changes according to the density and thickness variation related to the time was investigated. Density and viscosity interval, thickness time and speeds has determined for these slips. These slips were measured as 1790-1805 gr./lit. density values, 320-325 first viscosity range and 300-305 second viscosity range. Ideal thickness time was determined as 30-60 and 90. seconds according to suitable thickness. Also in fast slip-casting process of small dimensions product because of the slip thickness occur in short time; 1810 gr/lit density has seen prefer for using.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Seramik ürünlerin şekillendirmesinde genel olarak; kuru presleme, plastik şekillendirme ve döküm yöntemleri kullanılmaktadır. Şekillendirme yönteminin seçiminde birçok etken göz önüne alınmakta bunların arasında en önemlilerinden birisi üretilecek ürünün şekli olmaktadır. Döküm yöntemi genellikle plastik şekillendirmeye ve diğer yöntemlerle üretilemeyen karmaşık şekilli ve büyük hacimli ürünlerde tercih edilir (Banno, T. *et al.* 2001). Bu yöntem, simetrik olmayan tabakalar, bazı özel ateş tuğlaları, sofrta takımları ve lavabo klozet, küvet gibi sağlık gereçlerinin şekillendirilmesinde ve ileri teknoloji seramiklerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sağlık gereçlerinin üretiminde kullanılan dökümle şekillendirme yöntemi de ürünlerin hacimlerdeki artış, şekillerindeki karmaşıklık nedeniyle tercih

edilmektedir. Alçı kalıbın içine doldurulan döküm çamurunun suyu, kalıp tarafından emilerek oluşan akışa bağlı olarak su ile birlikte tanecikleri de kalıbın yüzeyine doğru sürüklenmektedir. Döküm işleminin süresi ürünün istenilen kalınlığına ulaşınca kadar kalıp içinde bekletilmesi ve istenilen kalınlık sağlandıktan sonra dökümün bitirilmesi ile tamamlanmaktadır.

Döküm yöntemi ile seramiklerin şekillendirilmesinde en önemli aşama kullanılan döküm çamurunun hazırlanması ve çamurun istenilen özelliklerde olmasıdır. Çamurlar katı oranı yüksek, düşük viskoziteli ve kararlı halde getirilmiş olmalıdır. Döküm çamurları, kalıp içerisinde kolaylıkla yayılabilmeli ve belirli reolojik parametrelere sahip olmalıdır (Eygi, M.S., ve Ateşok, G. 2006). Döküm sırasında ürünün çok hızlı kalınlığa ulaşması, kuru çekmenin az ve

mukavemetin yüksek olması istenir. Döküm sırasında kalıbın sıvıyı dışarı doğru taşıması kalıbın boyutlarına, gözenek yapısına bağlı olarak değişir (Glasson, N.P., ve Forbes, N.R. 2001). Kalıpta birkaç kez döküm sonrasında sıvı taşınım hızı azalır ve kalıp suyu çekemez hale gelir (Petri, .K.L., ve Smith, A.E. 1996). Kalıbın istenilen özellikleri sağlaması yanında döküm çamurunda belirli reolojik özelliklere sahip olması ve bu özelliklerini koruması önemlidir (Stookley, et al. 2011). Yüksek yoğunlukta seramiklerin üretiminde çok iyi defloküle edilmiş çamurlardan yoğun döküm elde edebilmek için döküm hızının düşük olması istenir (Uz, V., et al. 2009, Waters, B., 2005).

Çamurun kalınlık alma süresi, homojen dağılımlı özelliklere sahip ürün eldesin de reolojinin kontrolü önemlidir (Uz, V., et al. 2006). Reolojik özellikler, çamurdaki katı miktarı, kimyasal ve minerolojik bileşim, tane boyut dağılımı ve şekli, elektrolit cinsi, derişimi Uz ve Ozdag (2009), Uz ve ark. (2008)'e göre sıcaklık ve pH gibi birçok parametreye bağlıdır (Golder, T., 2007, Uz, V., et al. 2009, Uz, V., et al. 2009, Uz, V., et al. 2006). Döküm çamurlarında istenilen akışkanlığı fazla su kullanılmaksızın elde etmek gerekir. Fazla oranda kullanılan su ürünün alma sürelerinde etkin rol oynamaktadır (Zhang, Y., Binner, Jon., 2002). Çamurun kısa sürede kalınlık alarak daha fazla döküm yapma olanağı sağlaması üretimde verimliliği etkilemektedir. Bu nedenle çamurun optimum yoğunluğunun ve viskozitesinin belirlenmesi üretim prosesinin bütün aşamalarında etkisini göstermektedir. Bu çalışmada vitrifiye ürünlerin döküm aşamasındaki farklı yoğunluklardaki çamurların, viskozite değişimleri ve zamana bağlı olarak kalınlık alma süreleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan çamur sağlık gereçleri üretimi yapılan vitrifiye döküm çamurudur. Temin edilen döküm çamurunun reolojik özellikleri belirlenerek döküm işlemi yoğunlukları ölçülen 1790- 1820 gr/lit aralığında 10gr/lit artış oranıyla yedi farklı döküm yoğunluğunda yapılmıştır. Yoğunlukların ölçülmesinde piknometre kullanılmıştır. Yoğunlukları ayarlanan örneklerin yoğunluğa bağlı

kalıptan çıkma süresini artırır ve ürünün kalıp içerisinde çatlamasına neden olabilmektedir (Uz, V., et al. 2005). Genel olarak daha az su kullanmak amacıyla çamurlara belli bir elektrolit katkısı viskoziteyi düşürür (Uz, V. (tez) 2004). Ancak belirli bir elektrolit miktarının üzerinde viskozite tekrar artmaya başlar. Elektrolit katılan bir döküm çamuru karıştırıldığında akışkan hale gelir (Stockley, D., 2008). Çamurun bileşimine göre bu akışkanlık çamur karıştırılmadan hareketsiz bırakıldığında yavaş yavaş ortadan kalkar ve çamur donmuş gibi bir görünüm alır. Akışkan çamurların hareketsiz durdukları zaman akışkanlıklarını kaybetmesi ve karıştırıldıklarında eski haline dönmesine tiksotropi denir. Döküm çamurlarının belli miktarda tiksotropi özelliğine sahip olması dökümde istenilmektedir (Yılmaz, B., et al. 2007, Kramer, M., et al. 2009)).

Tiksotropinin istenilen değerlere sahip olmaması halinde çamurun dökümde kalıplara dolması, kalınlığını aldıktan sonra artan çamurun boşalması, çamur kalıptan boşaldıktan sonra ürünün dip kısımlarında çamur kalıntıları bırakmasına neden olmaktadır. Döküm çamurunun yoğunluğu ve viskozitesi şekillendirme sırasında çamurun kalınlık

viskozite değerleri Gallenkamp cihazında ölçülmüştür. Çamur viskozitesi, özellikle büyük ebatlardaki ürünlerde kalınlık alma işlemi sonrası fazla çamurun kalıptan tamamen boşaltılması ve kavisli geometrik bölgelerde çamur kalıntıları bırakmadan kurutma ve pişirme aşamalarının tamamlanmasında takip edilebilmesi açısından önemlidir. Çamurun ilk alındığı andaki akışkanlığı birinci viskoziteyi, 1 dakika bekletildikten sonraki ölçümü 2. viskoziteyi, 5 dakika bekletildikten sonraki akışkanlık ölçümüyse 3. viskoziteyi vermektedir. Ölçümlerin sonucunda 1. ve 2. viskozite değerlerine göre bir dakikalık, üçüncü viskozite değerlerine göre beşinci dakika tiksotropi değerleri hesaplanmıştır. Döküm işleminde viskoziteleri ölçülen çamurların zamana bağlı kalınlık alma değerlerinin ölçülmesinde su emme yeteneğine sahip 10cm yükseklik ve 5cm çapında silindir bardak modellenmiş alçı kalıplar kullanılmıştır. Ürünün belirli noktalarından ölçümü yapılan kalınlıkların ortalaması alınarak kalınlık değerleri

belirlenmiştir.

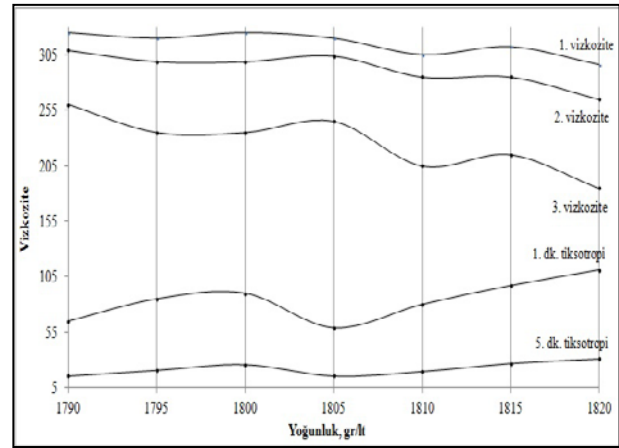
Yoğunluk değerlerinin kalınlık almaya etkisinin yanında üretim kapasitesini önemli ölçüde etkileyen optimum kalınlık alma sürelerinin tespit edilmesi amacıyla meydana gelen farklılıkları ölçmek için hazırlanan farklı yoğunluktaki döküm çamurlarıyla 10. ve 120. dakikalar arasında 10 dakikalık aralıklarla 12 farklı zaman aralığında ölçüm yapılmıştır. Bu farklı sürelerin ölçümü üretilen ürünlerin ebat ve gerektirdiği kalınlık alma sürelerinde optimum değerlerin tespit edilebilmesinde önemlidir.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Artan yoğunluğa bağlı olarak viskozite değerleri artış göstermektedir. Gallenkamp viskozite ölçümünde 360°'lik bir dönme ekseninde değerlerin artması diskin dönmeye karşı direnç olmaması halinde kolaylıkla dönebilmesini ve daha fazla açıda ilerleme mesafesi almasını sağladığı için viskozitenin azalmasını göstermekte ve 360 değerinde suyun viskozite değerini almaktadır. Viskozitenin yoğunluk değişimi ile belirli aralıklarda sabit kalması işletme şartlarında döküm kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle çamurun bekletme veya taşınması sırasında viskozitenin değişmesi istenmemektedir. Çamurun bekletme ile yoğunluğundaki değişimler kullanım sırasında tekrar ölçümü yapılarak ayarlanmaktadır. Yoğunluk değişiminin dökümde etkisinin azaltılabilmesi belirli yoğunluk aralıklarında çamurun akış, viskozite ve tiksotropisinin sabit kalması ile sağlanabilmektedir.

Döküme uygunluk olarak 1790-1805 gr/lit yoğunluk aralığında viskozite değerleri çok az değişim yapmakta 1805 gr/lit yoğunluktan sonra viskozite artmaktadır. Uygulanabilir döküm yoğunluğu aralığı 1790-1805 gr/lit ve bu aralıklarda birinci viskozite değerleri yoğunluklara göre 320-325, ikinci viskoziteleri 300-305 olmaktadır. Artan bekletme süresi ile çamur viskozitesi artış göstermektedir. İlk ölçülen viskozite değeri ile 1.dakika ve 5.dakika viskozite ölçümünün yoğunluğa bağlı eğrileri artan viskozite değerlerine doğru olmaktadır. Artan zamana bağlı olarak artan viskozite değerleri

çamurun beklemesi durumunda gösterdiği akışa karşı direncin artması ile dökümde viskozitenin yükselmesi buda tanelerin hareketinin azalarak kalınlık alma süresini ve değerlerini etkilemektedir. Farklı zamanlar alınarak ölçülen viskozite değerlerinin ilk ölçüm değeri arasındaki farkı olan tiksotropinin belirli aralıklarda olması önemlidir. Tiksotropi değerleri 1790-1805gr/lit yoğunluklar arasında bir dakikalık tiksotropi sırayla 21,26 ve 16 değerlerini almakta 1805 gr/lit'te tiksotropi azalmakta, bu noktadan sonra artan yoğunlukla tiksotropi artmaktadır. Tiksotropik değerlere göre 1805 gr/lit yoğunluğa kadar olan aralık minimum olmakta, bu değer sonrasında tiksotropi aralığı artarak devam etmektedir.

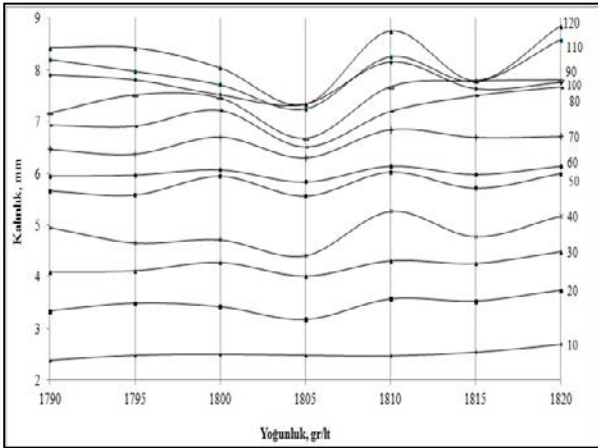


Şekil 1. Yoğunluğa göre viskozite, tiksotropi değerleri

Artan yoğunluğa bağlı olarak viskozitenin artması ile çamur içerisindeki tanelerin hareketinin zorlaşması kalınlık alma sürelerinin uzamasına ve ürünün her yönünde homojen kalınlık değerlerinin elde edilememesine neden olmaktadır. Yoğunluğa bağlı olarak belirli sürelerde ölçülen kalınlık değerleri çamurun döküm sırasında davranışlarını belirlemede önemli olmaktadır.

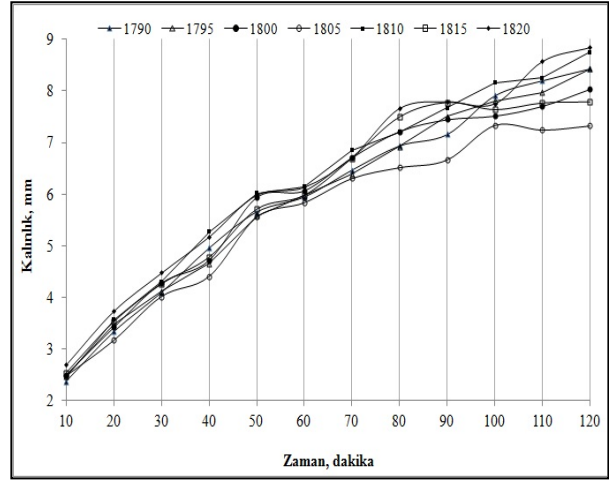
Artan yoğunluğa göre belirli zamanlarda döküm çamurunda oluşan kalınlıkların değerleri Şekil 2'de verilmiştir. 1790-1805gr/lit yoğunluk aralığının 60. dakikaya kadar kalınlık alma değerlerinin çok büyük değişim göstermemesi nedeniyle döküm çamurunun kalınlık alma değerleri açısından bu aralığın uygun olduğu belirlenmiştir. 1805 gr/lit yoğunluk değerinden ve 90-100 dakika kalınlık alma süresinden sonraki sürelerde oluşan kalınlıkların

stabil olmamasından dolayı uygun olmadığı görülmüştür. 1810 gr/lt yoğunlukta en yüksek kalınlık elde edilmesine rağmen çok az yoğunluk değişiminde etkilenmektedir. Bu da dökümde üründe homojen kalınlık alınmasının mümkün olmamasını sağlamaktadır. Ancak karmaşık şekilli olmayan ürünlerde 1810 gr/lt yoğunlukta döküm yapılması ile kalınlık değeri daha yüksek ürünlerin üretilebileceği görülmektedir. Kalınlık değerlerinde ki dengesiz artış ya da azalışlar üretim standardı sürekliliğinde olumsuzluklar oluşturmaktadır. Farklı sürelerde ölçülen kalınlık alma değerleri tüm sürelerde 1805 gr/lt yoğunluk değerinin bir değişim noktası olduğunu göstermektedir. Yoğunluğa bağlı artan döküm süresi ile kalınlık alma değerlerinin eğrileri 70. dakikadan sonra birbirine yakın olmaktadır. Bu eğrilerin birbirine yaklaşması bu süreden sonra kalınlık alınmasının yavaşladığını göstermektedir.



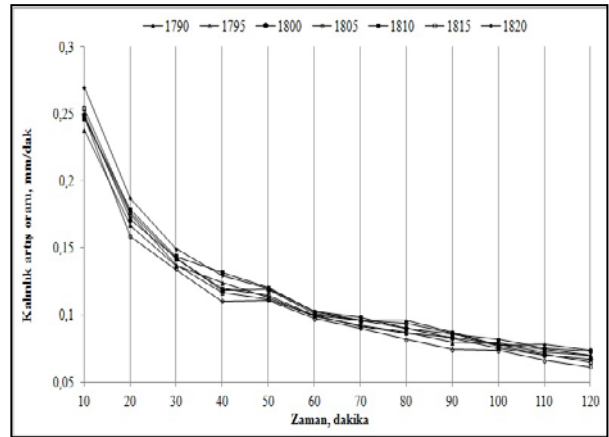
Şekil 2. Yoğunluk ve zamana bağlı kalınlık değerleri

Kalınlık alma değerlerinin zamana bağlı olarak ilk döküm anından sonra belirli bir süreye kadar artan lineer olduğu ancak bazı zaman aralıklarında kalınlık alma değerlerinde daha az artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Kalınlık alma değerlerinin zaman bazında 30-40, 50-60, 80-90 dakika aralıklarında kalınlık değerlerinde sabitleme ve yavaşlama görülürken bu noktalardan sonra tekrar artma görülmektedir. Döküm süresine bağlı kalınlık alma değerleri artan süre ile artmaktadır.



Şekil 3. Kalınlığın artan süreyle değişimi

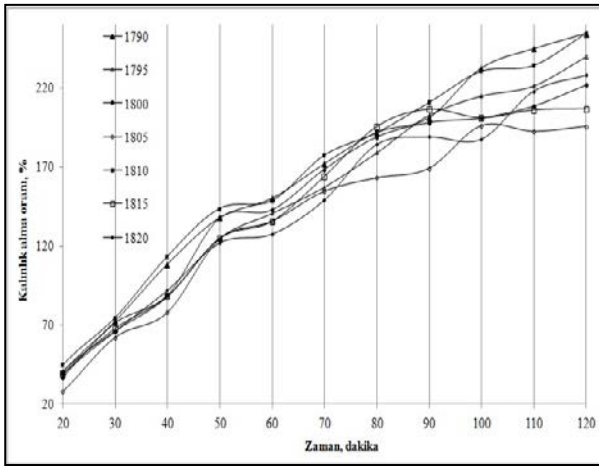
Belirli zaman aralıklarında ölçülen kalınlık değerlerinin her birinin süreye göre kalınlık alma hızı mukayese edildiğinde artan zamanla kalınlık alma hızı azalmaktadır (Şekil 4). İlk döküm sürelerinde kalınlığın çok fazla arttığı ve bu her bir zaman aralığı için artan süre ile azalan bir kalınlık alma hızı değerinin olduğunu göstermektedir. Dökümün ilk başlangıcında yüksek bir kalınlık alma hızı olurken artan sürelerde her bir zaman aralığında daha küçük aralıklarda artışlarla kalınlık artmaktadır. İlk aşamada kalınlık artışı yüksek kalınlık oluştururken, bu artan sürelerde daha küçük artış kalıbın emme yeteneğinin azalması, kalıp cidarında oluşan tabakanın su geçirimini azaltması ile azalmaktadır.



Şekil 4. Çamur kalınlık artış oranının süreyle değişimi

Farklı yoğunluklarda çamurların ilk 10 dakikadaki kalınlığına göre kıyaslamalı kalınlık alma oranı eğrileri 30. dakikaya kadar lineer olarak %70 oranında artmakta, 50. dakika da %120-150 oranında maksimum olmakta bu noktadan sonra

60. dakikaya kadar sabitlenmekte veya yavaşlamakta, tekrar 80. dakikaya kadar artarak %160-200 oranında yoğunluğa bağlı olarak 100. dakikaya kadar yavaşlamaktadır. 120. dakikada en yüksek kalınlık alma oranı 1790gr/lt'de %250 oranı, en düşük ise 1805gr/lt de %200 olmaktadır. Kalınlık alma oranının sabit yani yatayla yaptığı açısı düşük olan noktaları 30-40. dakika, 60-70. dakika ve 90-100. dakikalar arasındadır. Bazı yoğunluklarda bu aralıkların daha geniş olduğu belirlenmiştir. (Şekil 5) Buda gösteriyor ki kalınlık ölçüm değerlerinin bu süre aralıklarında yapılması diğer sürelerin ölçümünün yapılmasına bile kalınlık alma değerlerinin zamana bağlı olarak optimum değerlerini verecektir.

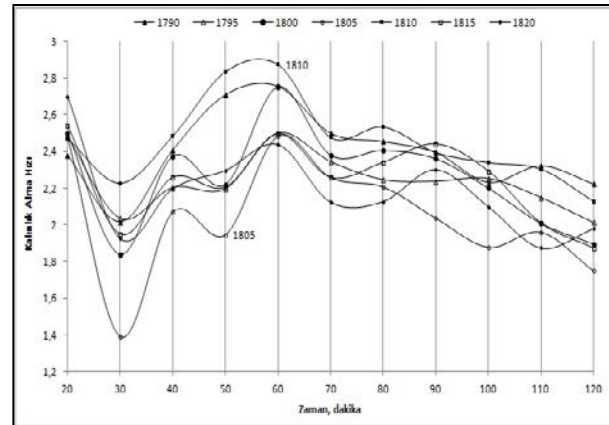


Şekil 5. Kalınlık artış oranının zamana göre değişimi

Farklı yoğunlukta çamurların zamana bağlı kalınlık alma eğrilerinde artış olduğu görülmekte ancak ürün kalınlığına bağlı olarak hangi sürelerin dökümde temel alınacağı belirgin olarak görülmemektedir. Bu sürelerin belirlenmesi amacıyla ilk kalınlığa oranla zamana bağlı kalınlık alma oranı hızı grafiği Şekil 6'da verilmiştir.

Kalınlık alma oranı hızı çamurun kalıba dökülür dökülmez ilk aşamasında çok hızlı olmakta, daha sonra 30. dakikaya kadar azalan hızda ve bu noktadan sonra hız eğrisi lineer olarak azalma sonrası artışa geçmektedir. Hız artışı bu noktadan itibaren lineer olana göre daha az aralıklarla artmaktadır. 40-50. dakikalar arası azalan bir hız ve 50. dakikadan sonra tekrar 60. dakikaya kadar kalınlık alma hızı artış göstermektedir. 60. dakika sonrası yoğunluğa bağlı olarak hızın yavaşlamasının

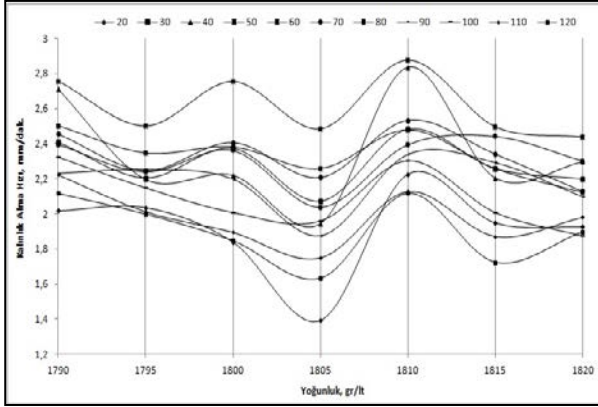
biterek tekrar hızlanmanın başladığı noktalar değişmektedir. Ancak genel olarak 90. dakika maksimum hız olarak görülmektedir. Bu da kalıbın ilk dökümde suyu emebilme özelliğinin yüksek olması (kalıbın boşluklarının dolu olmaması nedeniyle) ve kalıbın yüzeyini kaplayan tanelerin az olması ile suyun taneler arasından kolayca kalıp içine tahliyesi nedeniyle hız yüksektir. Ancak artan süre ile kalıbın gözeneklerinin suyla dolması ve kalıp cidarında kalınlaşan ürünün taneleri arasından suyun geçişi zorlaştığı için kalınlık alma belirli bir süre sonra yavaşlamaktadır. Bu hızlı ilk nokta 30. dakikada bitmekte, 60. dakikada maksimuma ulaşmakta ve bu noktadan sonra kalınlık alma hızı azalmaktadır. Hız eğrilerinde de hızın en düşük olduğu süreler 30,50 ve 75. dakikalar, en yüksek olduğu süreler dökümün ilk anı ve 40, 60, 90, 110. dakikalarda olmaktadır. 1.4 %/dk ile en düşük kalınlık alma oranı hızı 30. dakikada 1805 gr/lt yoğunluğunda, en yüksek ise 50 ve 60. dakikalarda 1810 gr/lt yoğunlukta 2.9 %/dk. olmaktadır.



Şekil 6. Zamana bağlı kalınlık alma oranı hızı eğrileri

Kalınlık alma oranı hızlarının yoğunluğa bağlı eğrilerinde (Şekil 7) yoğunluk artışıyla 1805 gr/lt yoğunluğa kadar kalınlık alma oranı hızı yavaşlamakta, bu yoğunluk sonrası ve artan yoğunlukla kalınlık alma oranı hızı artmakta, artan yoğunlukla kalınlık alma hızı azalan bir eğim göstermektedir. En düşük kalınlık alma oranı hızı 1805 gr/lt yoğunlukta, en yüksek kalınlık alma oranı hızı ise 1810 gr/lt yoğunlukta olmaktadır. Çok az bir yoğunluk artışı ile kalınlık alma oranı hızları etkilenmektedir. Özellikle 1805gr/lt yoğunluk sonrası 1810gr/lt yoğunlukta hız artmakta, tekrar 1815 gr/lt'de azalmaktadır. Hızın belirli bir sabitte

azaldığı veya arttığı aralık dökümde sorun oluşturmamaktadır. Ancak çok küçük yoğunluk değişiminde ani hız değişimleri kalıbın farklı bölgelerindeki kalınlık alma değerlerini etkileyecektir. Bu nedenle en uygun hız aralığının 1790-1805gr/lt yoğunluk aralığında olduğu belirlenmiştir. Küçük ebatlı ve karmaşık şekli olmayan ürünlerde kısa sürede kalınlık almanın sağlanması amacıyla 1810 gr/lt yoğunlukta döküm yapılabileceği görülmüştür.



Şekil 7. Yoğunluğa bağlı kalınlık alma oranı hızı eğrileri

Sonuç olarak; artan yoğunluğa bağlı viskozite değerleri 1805gr/lt yoğunluğa kadar çok fazla değişmemekte, bu yoğunluktan sonra viskoziteler artma eğiliminde olmaktadır. 1805 gr/lt yoğunluk değerinin bir değişim noktası olduğu ve bu değere kadar döküm yapılabilirliğinin uygun olduğu tespit edilmiştir. Zamana bağlı kalınlık alma değerlerinin 1805 gr/lt yoğunluğa kadar olan çamurların belirli aralıklarda olurken bu değer üzerindeki çamurlarda kalınlık alma değerleri düzensiz değişim göstermektedir. Zamana bağlı kalınlık alma değerlerinin 1805 gr/lt yoğunluğa kadar stabil olarak değişmesi bu noktadan sonra stabilitenin bozulması nedeniyle kalınlık almaya uygun çamur yoğunluğu 1805gr/lt ve altındaki yoğunluklar olduğu belirlenmiştir.

Kalınlık alma oranı ve hızlarının artan süre ile azaldığı, farklı yoğunluklardaki çamurların kalınlık alma değerlerinin belirli süreler arasında birbirine yakın olduğu ve bu sürelerin 30, 60 ve 90. dakikalar olduğu, zamana bağlı kalınlık ölçümlerinde sadece bu sürelerin ölçümünün kalınlık alma değerlerinin belirlenmesinde yeterli olabileceği görülmüştür.

Kalınlık alma hızının kalıba bağlı olarak ilk çamurun kalıba dökülme anında çok hızlı olduğu ve sonrasında 30 dakikaya kadar azaldığı, bu noktadan 60. dakikaya kadar artan bir hızda yükseldiği ve 60. dakikadan sonra kalınlık alma değerlerinin yavaşladığı, ideal döküm aralığının 1790-1805 gr/lt yoğunluklarında, birinci viskozitenin 320-325, ikinci viskozitenin 300-305 aralığında ideal kalınlık alma değerleri verdiği belirlenmiştir. Ayrıca küçük ebatlı ürünlerde hızlı döküm yapılması amacıyla 1810 gr/lt yoğunlukta çamurun daha hızlı kalınlık alabilmesi nedeniyle kullanılabilirliği de tespit edilmiştir.

Öneriler

- Farklı alçı kalıplarda kalınlık alma hızı belirlenmelidir.
- Basıncılı dökümle zamana bağlı kalınlık alma, yoğunluk-viskozite değerleri ilişkileri incelenmelidir.
- Farklı döküm hızlarında ürünün bulk yoğunluğu ve döküm hızı arasındaki ilişki araştırılmalıdır.
- Farklı yoğunlukta çamurların döküm ürünlerinin kuru ve pişmiş özellikleri incelenmelidir.

Kaynaklar

- Banno, T., Hotta, Y., Sano, S., Tsuzuki, A., Oda, K., 2001. Cake growth control in slip casting. *J. European Cer. Soc.* Vol. 21,7, 879-882.
- Eygi, M.S., Ateşok, G., 2006. Seramik endüstrisinde kullanılan kaolenlerin döküm özelliklerinin geliştirilmesi. *H.Ü. Yer Bilimleri Uyg. ve Araş. Merkezi Dergisi*, 27 (2), 87-89.
- Glasson, N.P., Forbes, N.R., 2001. Clay Systems for Improved Performance NSC China Clay: Benefits to Sanitaryware. *cfi/Ber. DKG* 78,3, 22-27.
- Golder, T., 2007. The development of high performance sanitaryware bodies to improve manufacturing productivity and yield. *cfi/Ber. DKG* 84, 1-2, 60-63.
- Kramer, M., Thomas, N., Glasson, N., Golder, T., 2009. Characterisation of ball clays by Bohlin Rheometry. *cfi/Ber. DKG* 86, 3, 1-5.
- Petri, .K.L., Smith, A.E., 1996. A hierarchial Fuzzy Model for Predicting Casting Time in a Slip-Casting Process. *Proceedings of the fifth Ind. Eng. Res. Conf.*

- Stocley, D., Glasson, N., Golder, T., 2011. Comparison of deflocculants in vitreous sanitaryware casting formulations. *cfi/Ber. DKG* 88,3, 25-29.
- Stocley, D., 2008. Fine fireclay-An overview of raw materials and body formulations. *cfi/Ber.DKG* 85, 3, 19-22.
- Uz, V., Ozdag, H., E, Hocaoglu., 2008. CaSO₄.2H₂O katkısının süspansiyon/ürün özelliklerine etkilerinin araştırılması. *DPÜ Fen bilimleri dergisi*, 16, 105-112.
- Uz, V., Ozdag, H., 2009. Na⁺ katyonlu ilavelerin kaolenin viskozite ve plastikliğine etkileri. *Kil Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, Kibited* 1 (3), 185-195.
- Uz, V., Ceylan, A., Yılmaz, B., Özdağ, H., 2009. Plasticity and drying behavior of terra cotta bodies in the presence of cellulose. *Applied Clay Science*, 42, 675-678.
- Uz, V., Işık, I., Tiryaki, V., 2009. Effect of particle size distribution on fine fire clay bodies. *I.st. International Ceramic, Glass, Porcelain, Enamel, Glaze and Pigment Congress*, A.Ü., Eskişehir, 459-465.
- Uz, V., Işık, I., Ozdag, H., 2006. Na₂SO₄ ilavelerinin seramik endüstrisinde kullanılan kaolenin özelliklerine etkisi. *Kil Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, Kibited* 1 (1), 17-25.
- Uz, V., Işık, I., Ozdag, H., 2006. Ca(BO₂)₂.2H₂O ve Na₂B₂O₃.4H₂O ilavelerinin killerin viskozite ve plastiklik özelliklerine katkısı. *III. Uluslararası Bor Sempozyumu*, Ankara, 293-300.
- Uz, V., Ozdag, H., Işık, I., Erdinç M.E., 2005. Terra cotta ürünlerde killerin plastiklik limiti değerleri ve kurutma davranışlarının tespit edilmesinin önemi. *12. Ulusal Kil Sempozyumu*, Y.Y. Üni., Van, 330-336.
- Uz, V., 2004. İnorganik, organik ve biyolojik bazlı ilavelerin killerin seramik özellikleri üzerine etkisi. *Eskişehir Os. Üni. FBE*, Eskişehir (Doktora tezi).
- Waters, B., 2005. Balancing firmness with packing in pressure casting sanitaryware, *cfi/Ber. DKG* 82,3, 32-36.
- Zhang, Y., Binner, J., 2002. Enhanced casting rate by dynamic heating during slip casting. *J. European Cer. Soc.* Vol. 22,1, 135-142.