

Söğüt ve Konya Killerinden Hazırlanan Çamurların Viskozitesine Farklı Deflokulanların Etkilerinin İncelenmesi

A. Evcin & T. Kavas

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon

ÖZET: Katı miktarı, kimyasal ve mineralojik bileşim, tane boyut dağılımı ve şekli, çamurun yoğunluğu, elektrolit tip ve içeriği, sıcaklık ve pH gibi çeşitli parametreler döküm çamurunun reolojik özelliklerini etkilemektedir. Bu çalışmada değişik elektrolitlerin Söğüt ve Konya yöresi killerinden hazırlanan çamurların viskozitelerine etkilen araştırılmıştır. Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 ve STPP adlı elektrolitler değişen oranlarda kullanılarak hazırlanan çamurların viskoziteleri ölçülmüştür. Çalışmada % 65 oranında katı içeren döküm çamurları hazırlanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda farklı elektrolitlerle hazırlanan döküm çamurları arasında en düşük viskoziteyi STPP 'nin sağladığı belirlenmiştir.

ABSTRACT: Various parameters like the solid concentration of the slip, chemical and mineralogical composition, particle size and distribution and shape, density of slip, type and content of electrolyte, temperature and pH affect the rheological parameters of slip. In this study, the effect of various electrolytes on Söğüt and Konya clays have been investigated. Slips were prepared by adding various amounts of the electrolytes sodium carbonate, sodium silicate and sodium tripolyphosphate and their viscosity were measured. The slip used in this study had solid concentration about 65 %. The results of the experiments have shown that lowest viscosity is attained in clay and slip prepared with sodium tripolyphosphate.

1. GİRİŞ

Dökümle şekillendirme klasik ya da modern seramik üretiminde yaklaşık 200 yıldan beri kullanılan önemli bir yöntemdir. Bu yöntemde, kullanılan döküm çamurunun reolojik özelliklerinin bilinmesi üretimin kontrolü açısından önemlidir.

Reoloji, bir malzemenin akış ve deformasyon özellikleri ile ilgilenen bir bilim dalıdır. Uygulanan gerilem altında bünyenin deformasyonu olarak tanımlanmaktadır. Reoloji yaş karıştırma, öğütme, çamur döküm, sırlama ve dekorasyon içeren seramik süreçlerde çok önemlidir. Kolloidal süspansiyonların reolojik davranışları temelde aşağıdaki faktörlere bağlıdır :

Dağıtıcı ortamın viskozitesi

Tanecik derişimi

Tanecik boyutu ve şekli

Tanecik-tanecik ve tanecik dağıtıcı ortam etkileşimi.

Döküm çamurunun bu reolojik özellikleri seramik üretim tekniklerinde büyük öneme sahiptir. Özellikle çamur dökümde şekillendirme prosesinin başarısı reolojik özelliklerin kontrolüne bağlıdır (Özel ve ark., 2002).

Seramik endüstrisinde kullanılan hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin temin edildikleri bölgelere uygulanan hazırlama yöntemlerine bağlı olarak farklılıklar göstermesi hazırlanan döküm çamurunun reolojik özelliklerinin karmaşık olmasına neden olur. Döküm kalınlığı ve döküm hızı çamurun viskozitesi ile kontrol edilir. Bu nedenle işletmelerde döküm çamurunun viskozitesinin sabit tutulması istenir. Döküm çamurunun viskozitesine, karışımı oluşturan hammaddelerin türü, tane irilikleri ve tane şekli, ortamın pH değeri, sıcaklığı, karıştırma şekli ve zamanı yanında kullanılan suyun saflığının büyük etkisi vardır (Elgün, 2001).

Tipik bir seramik süspansiyonu, son derece ince toz ile inorganik ya da organik olabilen az miktarda katkının akışkan bir karışımıdır. Şüphesiz katkılar, seramik süspansiyonların davranışlarını düzenlemek için kullanılırlar (Dinger , 2002). Geleneksel seramik endüstrilerinde deflokulanlar (Sodyum karbonat, sodyum silikat,tetrasodyum pirofosfat, sodyum tripolifosfat, sodyum poliakrilat, sodyum sitrat vb.), bağlayıcı katkılar(mikrokristalin selüloz, amonyum alginat, metil selüloz, PVA, PMMA, PEG, parafin, wax vb.), plastikleştirici katkılar (Etilen glikol, PEG, Gliserol, vb.) seramik bünyenin hazırlanması sırasında süspansiyonun özelliklerini geliştirmek için kullanılır. Deflokulanlar sulu seramik süspansiyonların akışkanlığını artırır. Sodyum tripolifosfat (STPP- $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$) etkinliği ve fiyatının ucuz olması nedeniyle yaygın olarak kullanılır (Bondiolı ve ark., 2002).

Seramik sanayiinde kil-su süspansiyonlarına eklenen deflokulant miktarı ve cinsi sistemin akışkan hale getirilmesi için çok önemlidir. Seramik çamurlarında, kalıpların az ıslanması ve kalınlık almanın hızlı olması için yüksek yoğunluk, kalıbın her bir köşesine ulaşabilmesi için düşük viskozite, döküm işlemi bittiğinde kalıptan çamurun kolaylıkla boşaltılabilmesi için uygun tiksotropi olması gereken özellikleridir (Elgün, 2001). Tiksotropi, durgun haldeki bir massenin mekanik kuvvetlerin etkisinde zamana bağlı olarak viskozite değerinin belli bir değere ulaşması ve kuvvet geri çekildiğinde tekrar yükselmesi davranışıdır. Bu nedenle döküm prosesinde her bir yeni hammadde için reolojik özelliklerinin önceden belirlenmesi gerekmektedir (Güler ve ark, 1998).

Kil mineralleri katyonlar (Si^{+4} , Al^{+3} , Mg^{+2} ve diğerleri) ile anyonlardan (O^{2-} ve OH^-) oluşup köşe, kenar ve yüzeylerinde kırık bağlar mevcuttur. Ögütme sırasında yüzey alanları artarken kırık bağların sayısı da artmaktadır. (Elgün, 2001)

Kil mineralinin bünyesinde bulunan bazı iyonların çözümlerde bulunan iyonlarla yer değiştirmesi sonucu iyon değişimi meydana gelmektedir. Bu değişim susuz ortamda da gerçekleşebilmektedir. Kil minerallerinin değişebilir katyonları; Ca^{+2} , Mg^{+2} , H^+ , K^+ , NH_4^+ ve Na^+ ; değişebilir anyonları ise SO_4^{+2} , Cl^- , PO_4^{+3} 'dır. (Çağatay, 1984)

Kil minerallerinde yer değiştirebilen Na^+ ve K^+ gibi iyonlar birbiri üzerine stoklanmış kil parçacıklarının oluşturduğu agregalarda plaka ara yüzeylerine absorbe olurlar. Eğer kil agregalar su içinde dağılırlarsa alkaliler serbest kalarak suya geçer, böylece kil tanelerinin taban yüzeyleri negatif olarak yüklenirler. Kenarlar ise pH'a bağlı olarak pozitif veya negatif yükle yüklenirler. (Ergün, 2000)

Kil su süspansiyonları üzerine yapılan çalışmalar, sudaki OH^- iyonlarının kil parçacığının serbest yüzeyi tarafından adsorbe edildiğini ve böylece kil tanelerinin negatif yüklü hale geldiğini ve bu yükün süspansiyon içerisindeki katyonları çekme eğilimi gösterdiğini ortaya koymuştur. Bunun sonucu olarak taneciğin hemen yakınında ve taneciği çevreleyen su ortamında pozitif yük bakımından zenginlik olmakta ve böylece yüzey yükü karşıt yükle dengelenerek elektriksel nötrlük ve dolayısıyla flokulasyon sağlanmaktadır (Elgün, 2001)

Kil bünyelerinde inorganik bazlı deflokulantların etkilerinde ; sodyum silikat serbest alkali ve silisik asit vermek üzere hidrolize olur. Silisik asit ise koruyucu kolloid olarak adlandırılır ve killerin flokulasyon eğilimini azaltır. Çözünmeyen kalsiyum ve magnezyum silikatlar oluşur. (Ergün, 2000 ve Özel, 1999).

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Malzemeler

Bu çalışmada öncelikle seramik sektöründe kullanılan Söğüt ve Konya yöresi killlerinden hazırlanan çamurların akış özellikleri üzerine değişik elektrolitlerin etkileri incelenmiştir. Kütahya Güven Çini ve Aşanlar Ltd. Şti. 'den temin edilen İlhisar Yakacık kili ve Konya Doğanhisar kili kullanılmıştır.

Elektrolit olarak sodyum silikat (Aklar Kimya, d= 1,41, % 50), sodyum tripolifosfat (teknik, israil) ve sodyum karbonat (Soda San. A.Ş., Kromsan) kullanılmıştır.

Killerin kimyasal analizi Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kimyasal analiz

	Konya Kılı	Söğüt Kili
SiO ₂	63,00	60,89
Al ₂ O ₃	17,15	18,74
Na ₂ O	0,98	1,12
K ₂ O	1,27	1,33
CaO	5,16	5,10
MgO	0,36	0,36
Fe ₂ O ₃	0,96	0,94
TiO ₂	0,85	0,85
LOI	10,27	10,67

% 65 katı derişimlerdeki hazırlanan çamurlarda Elektromag M-822 pH metre ile yapılan pH ölçümleri sonucunda kaydedilen değerler 4,82 ile 6,16 arasında değişmektedir. Bu nedenle bu sonuçlar bu killerin asidik karakterli olduğunu ve izoelektrik noktasının düşük olduğunu göstermektedir.

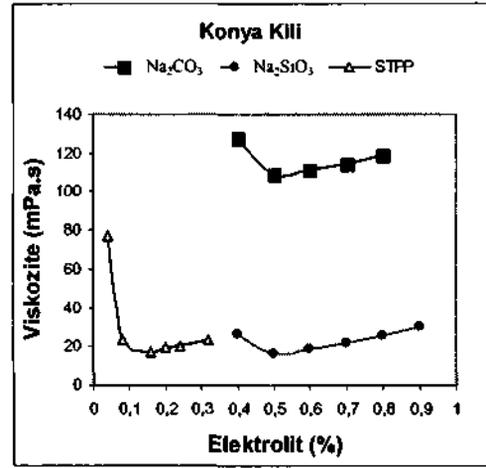
2.2 Çamurun Hazırlanması

Başlangıç olarak kurutulmuş kıl havanda dövüldükten sonra 180 µm elekten elenmiş ve laboratuvar tipi dakikada 700 devir hızla çalıştırılan pervaneli mekanik karıştırıcıda suyla karıştırılmıştır. Açılma sırasında, istenen katı:su oranında (6535) yeten derecede akma özelliğine sahip olacak şekilde hazırlanan çamurlar, bir gece bekletilmiş ve daha sonra elektrolit ilaveleri yapılmıştır. Elektrolit ilaveleri kuru bazda olup viskozite değerleri Brookfield DV II viskozimetresiyle ölçülmüştür.

Konya yöresi kilinden hazırlanan çamurun litre ağırlığı 1727 g/L, Söğüt yöresi kilinin ki ise 1716 g/L olarak hesaplanmıştır.

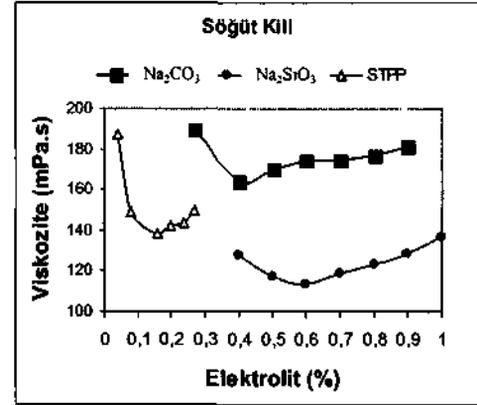
3. TEST SONUÇLARI

Yapılan çalışmada Konya ve Söğüt yöresine ait kılın Brookfield DV II viskozimetresinin 2 nolu spindle ve 50 rpm hızında Na₂SiO₃, Na₂CO₃ ve STPP miktarına bağlı olarak viskozite ölçümleri sırasıyla Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Konya yöresine ait kilin elektrolit miktarına göre viskozite değişimi.

Konya yöresine ait kilin viskozite ölçümü sonucunda optimum elektrolit miktarları Na₂CO₃, Na₂SiO₃ ve STPP için sırasıyla % 0,5 , % 0,5 ve % 0,16 çıkmıştır.



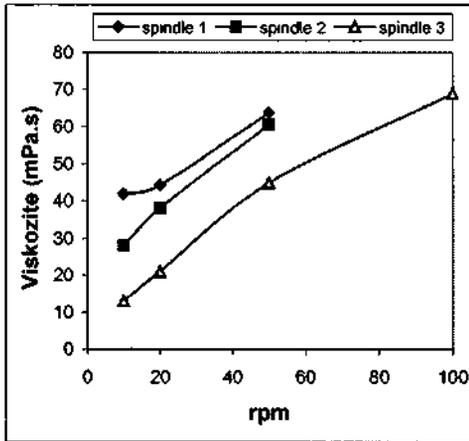
Şekil 2. Söğüt yöresine ait kilin elektrolit miktarına göre viskozite değişimi.

Söğüt yöresine ait kilin viskozite ölçümü sonucunda optimum elektrolit miktarları Na₂CO₃, Na₂SiO₃ ve STPP için sırasıyla % 0,4 , % 0,6 ve % 0,16 çıkmıştır.

Yavuz Ergün İstanbul ve Söğüt yöresi killeri üzerine yaptığı çalışmada organik deflokulantların (Na-poliakrilat, Na-polikarboksilat) özellikle yüksek katı konsantrasyonlarında, fosfat ve fosfat

silikat karışımı anorganik deflokulanlara göre killeri defloküle etmede daha etkin olduğu göstermiştir. Sodyum silikat ve sodyum tripolifosfat karşılaştırıldığında, STPP viskoziteyi daha fazla düşürmektedir.

Viskozimetrede kullanılan spindle'in ve dönme hızının viskozite değerine etkisini görmek amacıyla, Söğüt kilinin optimum Na_2SiO_3 miktarında farklı spindle ve hıza göre viskozite ölçüm değerleri Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Spindle cinsi ve hızının viskoziteye etkisi.

Şekil 3'ten görülebileceği gibi Spindle numarası ve hız arttıkça viskozite değeri de artmaktadır.

4. SONUÇLAR

Seramik bünyeleri oluşturan killerden hazırlanan çamurların viskoziteleri elektrolit cinsi ve miktarından etkilenmektedir. Elektrolitler yüksek katı oranlarında düşük viskoziteli çamur hazırlanmasına imkan vermektedir.

Konya kili için optimum elektrolit miktarları Na_2CO_3 için % 0,5, Na_2SiO_3 için % 0,5 ve STPP için % 0,16'dır.

Söğüt kili için optimum elektrolit miktarları Na_2CO_3 için % 0,4, Na_2SiO_3 için % 0,6 ve STPP için % 0,16'dır.

Şekil 1-2 'den görülebileceği gibi elektrolit miktarının artmasıyla viskozite değeri önce

azalırken belli bir değerden sonra artmaya başlamıştır. Bu artışın nedeni, minimum viskozite değerinden sonra ortamda aşırı miktarda Na^+ kationunun bulunmasıdır. Aşırı miktarda Na^+ kationları, difüz tabakaya yığılarak difüz tabakanın kalınlığını azaltır. Bunun sonucunda zeta potansiyeli düşer ve çamurun flokulasyonuna neden olur.

Sodyum karbonat, sodyum silikat ve sodyum tripolifosfat kullanılarak hazırlanan çamurların viskoziteleri karşılaştırdıklarında Konya kili için en düşük viskoziteyi STPP ve Na_2SiO_3 sağlmasına rağmen miktar olarak STPP daha düşük bir oranda çıkmıştır. Söğüt kili için ise en düşük viskozite ve en düşük miktar Na_2SiO_3 tarafından sağlanmıştır.

Organik elektrolitler killeri defloküle etmede inorganiklere göre daha etkilidir. Bu tip elektrolitler hem düşük oranlarda kullanılmakta ve hem de benzer viskozite değerlerine yüksek katı oranlarında çamur hazırlanmasına imkan vermektedir.

Ayrıca inorganik ve organik elektrolitlerin birlikte kombinasyonu ile maksimum katı oranlarında optimum elektrolit miktarları tespit edilebilir. Katı derişimlerinin artmasıyla sprey kurutucularda daha az su buharlaştırılacak ve böylelikle enerji tasarrufu sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Bondioli, F., Ferrari, A.M., Miselli, P., 2002, *Deflocculant capability of sodium TPP*, American Ceramic Society Bulletin, 81,11, 54-57
- Dinger, D.R., 2002, *Rheology of Ceramists*, Dinger Ceramic Consulting Services, 1-27
- Elgün, D. İ., 2001, *Değişik Elektrolitlerin Farklı Killerde Dispersiyon Etkilerinin Belirlenmesi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak. Lisans Tezi, Afyon,
- Ergün, Y., 2000, *Yer ve Duvar Karolarına Çeşitli Deflokulanların Etkileri ve Katı Konsantrasyonunun Artırılması*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 28-29

- Güler, Ç , Balcı, E , 1998, *Effect of some salts on the viscosity of slip casting*, Applied Clay Science, 13, 213-218
- Ozel, E, Ay, N, Putun, E, 1999, *Effect of Electrolytes on Samtaryware Slip*, American Ceramic Society Bulletin, 78, 5, 73-75
- Ozel, E , Kurama, S , Ay, N , 2002, *Slip properties of Samtaryware*, American Ceramic Society Bulletin, 81,5,42-45
- Çağatay, N , Erler, A, 1984, *Jeokimya Temel Kavramlar ve ilkeler*, Ankara, 65-66