

Kuebrako'nun Seramik Çamuru Reolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisi

Kemal KÖSEOĞLU¹, Hakan CENGİZLER*², Lina İSRAİL¹

¹Ege University, Ege Vocational School, 35040 İzmir. (ORCID: 0000-0003-1116-9103)

²Manisa Celal Bayar University, Turgutlu Vocational School, The Department of Materials and Materials Processing Technologies, 45410 Turgutlu. (ORCID: 0000-0001-5982-7692)

¹Ege University, Ege Vocational School, 35040 İzmir. (ORCID: 0000-0002-0560-1839)

(Alınış / Received: 19.01.2018, Kabul / Accepted: 18.06.2018,
Online Yayınlanma / Published Online: 15.09.2018)

Anahtar Kelimeler
Kuebrako,
Tanin,
Sodyum silikat,
Viskozite,
Tiksotropi,
Seramik çamuru

Özet: Sodyum silikat (Na_2SiO_3) ve kuebrako seramik döküm çamuru hazırlamada deflokülan olarak ayrı ayrı kullanılmış ve seramik bünyenin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenerek karşılaştırılmıştır. Değişik oranlarda Na_2SiO_3 veya kuebrako içeren seramik döküm çamurları hazırlanarak bu çamurların viskozite, tiksotropi, yoğunluk, pH ve döküm hızı tayinleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre artan kuebrako oranının Na_2SiO_3 'dan farklı olarak döküm çamurunun viskozitesini sürekli olarak düşürdüğü görülmüştür. Kuebrako oranındaki artış tiksotropi değerlerini Na_2SiO_3 'a göre daha fazla yükseltmiştir. Artan kuebrako içeriği viskozite ile birlikte çamur yoğunluğunu da Na_2SiO_3 'a göre daha fazla düşürmüştür. Kuebrako ilaveleri ortam pH'ında da Na_2SiO_3 'a göre daha fazla düşüşe yol açmıştır. Kuebrako kullanımını Na_2SiO_3 'a göre standart koşullarla hemen hemen aynı döküm hızlarına ulaşılmasını sağlamıştır. Doğal bir madde olan kuebrakonun tüm pH değerlerinde kullanılabilmesi ve toksik etkisinin olmaması çevre açısından da önemlidir. Kuebrako kullanımının Na_2SiO_3 'a göre daha iyi deflokülasyon sonucu vermesi seramik çamuru hazırlamada iyi bir alternatif olacaktır.

The Effect of Quebracho on the Rheological Properties of Ceramic Slips

Keywords
Quebracho,
Tannin,
Sodium silicate,
Viscosity,
Thixotropy,
Ceramic slip

Abstract: Sodium silicate (Na_2SiO_3) and quebracho were used individually as defloculants in the preparation of ceramic slip and their effect on the rheological properties were studied comparatively. The viscosity, thixotropy, density, pH, and casting rate of the slips prepared, which contained various amounts of Na_2SiO_3 or quebracho were determined. According to the results gathered, an increase in quebracho ratio, acting differently with regard to Na_2SiO_3 , decreased the viscosity of the slip, continuously. Increasing ratio of quebracho resulted in higher thixotropy values than those of Na_2SiO_3 used slips. Increasing

quebracho content, increased the slip density along with viscosity more than those of Na_2SiO_3 used slips. Quebracho additions decreased the slip pH more than those of Na_2SiO_3 used slips. Almost the same casting rates, as in the case of the standard practice using Na_2SiO_3 , were achieved using quebracho. The usability of quebracho as a natural raw material in all pH values with a non-toxic property is important in terms of the environment. The use of quebracho, which gives better deflocculation result with regard to Na_2SiO_3 , will be a good alternative in the preparation of ceramic slip.

*Sorumlu yazar: hakan.cengizler@cbu.edu.tr

1. Giriş

Seramik çamurunun şekillendirilmesi basit elle şekil vermeyle başlamış olup, makinalarla hiçbir yardıma ihtiyaç duyulmadan şekil vermeye kadar ilerlemiştir. Günümüzde bu işlem dört şekilde yapılmaktadır: plastik, yarı-plastik, kuru-pres yoluyla ve döküm yoluyla. Bu yöntemlerde pozitif değerlikli iyonların kil süspansiyonlarının colloidal özellikleri üzerindeki etkileri büyüktür [1-3]. Döküm çamuru plastik olmayan hammaddelerle plastik özellik gösteren killerin belirli oranlardaki karışımlarının (katı-sıvı oranı döküm yöntemine bağlıdır) süspansiyonudur [4,5]. Bu sulu süspansiyonların birçok ihtiyacı karşılaması gerekir:

- i) Partiküller yerçekimi etkisi ile hızlı çökmemeli, süspansiyonda asılı kalmalıdır. Aksi halde dökümden yapılan malzemelerde segregasyon sonucu yoğunluk uyuşmazlığı oluşur [1-3]. Çamur döküm sonrası kalıptan kolayca çıkarılabilmelidir. Bu aşamada tane iriliği, şekli ve dağılımı, plastik ve plastik olmayan maddelerin oranı önemlidir.
- ii) Çamurun katı oranı yüksek, viskozitesi düşük olmalıdır.
- iii) Döküm sonrası çamur içinde hava kabarcıkları olmamalıdır ve çamur kimyasal reaksiyon verecek maddeler içermemelidir.
- iv) Çamur kalıp içerisinde kolaylıkla yayılmalı ve reolojik (zamana bağlı) parametrelere sahip olmalıdır [6,7].

v) Yüksek yoğunluklu çok iyi defloküle edilmiş çamurlardan yoğun döküm elde edebilmek için döküm hızının düşük olması istenir [6,8,9].

vi) Döküm mukavemeti yüksek olmalı kururken çekme az olmalıdır.

Alçı kalıbın içine doldurulan döküm çamurunun suyu, kalıp tarafından emilerek oluşan akışa bağlı olarak su ile birlikte tanecikleri de kalıbın yüzeyine doğru sürükler. Döküm işleminin süresi, ürünün istenilen kalınlığa ulaşmaya kadar kalıp içinde bekletilmesi ve istenilen kalınlık sağlandıktan sonra dökümün bitirilmesi ile tamamlanmaktadır [6]. Tabiki bu kalıpların belli bir su emme kapasitesi vardır ve buda kullanılan alçı çeşidine bağlıdır.

Sıvı içinde seramik tozlar van der Waals çekim kuvvetlerinin etkisiyle çökme eğilimi gösterirler. Başarılı bir döküm işlemi için hazırlanan süspansiyonda partiküller arası çekim kuvvetlerinin yenilmesi gerekir. Bu amaçla uygun dağıtıcılar süspansiyona eklenir [10,11]. Yüksek katı içeriğiyle oluşturulan seramik çamurlarının istenilen akış halini alabilmesi için taneciklerin sahip olduğu yükler, sisteme ilave edilen elektrolitler yardımıyla (pH'in değişmesi sonucu) değiştirilir ve genelde bütün tanelerin (-) yük kazanmaları sağlanır [12-14]. Özellikle kilde bulunan Ca^{+2} iyonlarının çöktürülmesi açısından bu tür flokülantlar önemlidir. Öte yandan

sülfat içeren çözülmüş tuzlar da flokülasyona sebebiyet verir. Döküm çamuru hazırlanırken deflokülant olarak birçok elektrolitle çalışılmış en sağlıklı ve verimli sonuçlar Na_2SiO_3 ile elde edilmiştir [15]. Günümüzde deflokülant olarak sanayide Na_2SiO_3 ve sodyum karbonat karışımı, yüzey aktif kimyasallar ve kullanımı giderek artan polielektrolitler kullanılmaktadır. Döküm için seramik çamuru hazırlanırken kilde doğal olarak bulunabilen veya sonradan eklenen ve koruyucu kolloid olarak isimlendirilen bazı organik maddeler çamurun akıcılık özelliğini artırır. Bu maddelerden biride tannic asittir [16].

nedenle, bu çalışmada Na_2SiO_3 ve kuebrako seramik döküm çamurlarında deflokülant olarak ayrı ayrı kullanılarak seramik bünyenin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Döküm çamurunun hazırlanması

İşletme bazında büyük miktarlarda döküm çamuru iki şekilde hazırlanır. Birincisi atık torna kırıntıları ve çamur talaş karışımının filtre prese ilave edilerek belirli katı/sıvı oranı içerecek şekilde suyla karıştırılmasıyla, ikincisi ise hammadde karışımının ve katkı

Tablo 1. Döküm çamurlarının kimyasal bileşimi.

| | SiO_2 | Al_2O_3 | Fe_2O_3 | TiO_2 | CaO | MgO | Na_2O | K_2O | KK |
|---|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------------|----|
| % | 62,6 | 24 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 3,5 | 1,15 | 7 |

KK: Kızdırma Kaybı

Kuebrako Arjantin, Brezilya ve Paraguay'da bulunan ve Shinopsis balansae and Shinopsis lorentzii olarak adlandırılan sert bir ağaçtan elde edilen bir maddedir. Ağacın sertliği bölgesel lehçede balta kıran anlamına gelen kuebrako (quebracho) adıyla belirtilmiştir. Ağacın gövdesinin sert iç kısmı küçük parçalı yonga haline getirilip liç edilmekte ve basınç altında 100 °C üzerine ısıtılarak %10'luk çözelti elde edilmekte ve yine basınç altında buharlaştırılarak %95 saflıkta toz kuebrako malzemesi elde edilmektedir. [17,18]. Kuebrako cevher hazırlamanın önemli bir kolu olan flotasyon ile zenginleştirmede bastırıcı ve dağıtıcı reagent olarak [17,19], tıpta ilaç yapımında [20,21], kâğıt sanayinde [22] ve tekstil boyalarının uzaklaştırılmasında adsorban olarak [23] kullanılan bir maddedir. Killer için de deflokülant olarak kullanılır [18]. Endüstride kuebrako kullanımının temel amacı düşük viskozite ve tiksotropili süspansiyonlar elde etmektir [19]. Bu

maddelerinin biyeli değirmende yaş öğütülmesiyledir.

Bu çalışmada kullanılan döküm çamuru 10 kg toz çamurun, 17 mL cam suyu (Na_2SiO_3) içeren 4,4 L su ile yaş değirmende (EMAS) 2 saat tutulması sonrası, 24 saat karıştırıcıda (Maccihine Macine Schmalta) karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Tablo 1 litre ağırlığı 1718 g/L olan döküm çamurunun kimyasal bileşimini göstermektedir.

2.2. Döküm çamurunun özelliklerinin saptanması

Partikül boyutu (tane iriliği) dağılımı, partikül şekli, ilave edilen elektrolit miktarı ve türü, plastik ve plastik olmayan hammaddelerin varlığı ve oranı döküm özelliklerini etkiler [24]. Bu amaçla aşağıdaki testler yapılmıştır.

2.2.1. Viskozite ve tiksotropi tayinleri

Ağırlıkça % 0, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 oranında Na_2SiO_3 ve kuebrako dispersant olarak ayrı ayrı döküm çamuruna katılmıştır. Değirmende (EMAS) 15 dk süreyle karıştırılarak homojen bir süspansiyon

elde edilmiştir. Daha sonra hacmi 100 **2.2.3. pH tayini**

Tablo 2. Döküm çamurunun yaş elek analizi.

| µm | % | Kümülatif | Kümülatif |
|----------|--------|-----------|-----------|
| +125 | 0,17 | 90,29 | 100,00 |
| -125+100 | 0,46 | 94,39 | 9,71 |
| -100+63 | 3,78 | 95,59 | 5,61 |
| -63+45 | 1,20 | 99,37 | 4,41 |
| -45+32 | 4,10 | 99,83 | 0,63 |
| -32 | 90,29 | 100 | 0,17 |
| Toplam | 100,00 | | |

mL olan fordcup içine alınan numunelerin akış süreleri saniye (s)

olarak ölçülmüştür. Her ölçüm 3 er kez tekrarlanarak ortalama akış süreleri belirlenmiştir. Viskozite (μ) aşağıdaki formül kullanılarak hesap yoluyla bulunmuştur.

$$\mu = \frac{(V.d)}{(t.h)}$$

Formülde V fordcup hacmi (mL), d numune yoğunluğu (kg/mL), t akış süresi (s) ve h fordcup yüksekliği (m) dir. Viskozite sonuçları s (saniye) cinsinden verilmiştir. Tikсотropi denemeleri % 0,5 dispersant içeren döküm çamurlarına uygulanmıştır. Fordcup'ta 5 dk bekletilen numuneler süre sonunda akmaya bırakılmıştır. Tikсотropi yüzdesi:

$$\% \text{ Tikсотropi} = \frac{(\text{Son akış süresi}(s) - \text{ilk akış süresi}(s))}{(\text{son akış süresi}(s))} \times 100$$

formülü gereği hesaplanmıştır.

2.2.2. Yoğunluk tayini

Döküm çamuru ve dispersant içeren döküm çamuru örneklerinin yoğunlukları piknometre ile oda sıcaklığında tayin edilmiştir. Sonuçlar g/cm³ cinsinden verilmiştir.

Tüm süspansiyonların pH değerleri pH metre kullanılarak (ATC pH-meter) ölçülmüştür.

2.2.4. Döküm Hızı Tayini

Standart (ağırlıkça % 0 dispersant) ve ağırlıkça % 0,5 dispersant içeren numuneler döküm hızı değerinin belirlenebilmesi için poröz yapıalı alçı kalıplara dökülmüştür. Bu şekilde çamurun yavaş yavaş suyunu kaybetmesi ile yarı nemli seramik bünyeler oluşturulmuştur. Kalıplarda 10, 20, 30 ve 60 dk bekletilen çamurlar, süre sonlarında hızlıca boşaltılmıştır. Kalıplardan çıkarılan numunelerin et kalınlıkları üç farklı noktadan kumpas (SOMET) kullanarak ölçülmüştür. Ölçülen kalınlıkların ortalaması et kalınlığı (mm) olarak alınmıştır.

2.2.5. Elek analizi

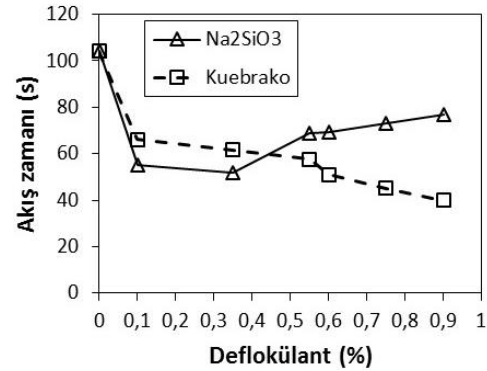
Yaş yöntem elek analizi sonucu, döküm çamurunun yaklaşık % 99,37 sinin -63 µm olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Seramik sektöründe çamur katı tane iriliği -63 mikron olarak tutulmakta ve EÜ'nün %5 ler civarında olması hedeflenmektedir. Tablo 2 de görüldüğü gibi çamur tane iriliği endüstri pratiğine uymaktadır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Viskozite ve tiksotropi tayinleri

Uygun bir döküm çamuru hazırlanabilmesi için bazı parametrelerin dengelenmesi gerekir [25]. Kullanılan elektrolit cinsinin ve miktarının değişmesi ile birlikte aynı bünyeye sahip döküm parçalarının fiziksel özelliklerinin de değiştiği bilinmektedir [26]. Döküm kalınlığı ve döküm hızı viskozite ile kontrol edilir ve çamurun viskozitesi direkt olarak kek yoğunluğu ve kalınlığını etkiler [16]. Uygun bir döküm çamurunun viskozitesinin standartlara uygun değerlerde tutulabilmesi için deflokülanların uygun miktarda kullanılması gerekir. Bu deflokülan çeşitlerinin döküm çamuruna etkileri farklıdır [27]. Bu çalışmada da quebracho farklı bir deflokülan olarak Na_2SiO_3 ile karşılaştırılmak üzere kullanılmıştır. Şekil 1 Na_2SiO_3 ve quebracho katkılı döküm çamurunun viskozite değerlerinin deflokülan içeriği ile değişimini göstermektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, artan Na_2SiO_3 ilaveleri ile döküm çamuru akış zamanı 104 s'den %0.35 Na_2SiO_3 oranında 52 s'e kadar düşerek bir minimum yapmış ve daha sonra artan deflokülan oranı ile artmaya devam ederek %0,9 Na_2SiO_3 oranında 77 s'ye yükselmiştir. Diğer bir deyimle viskozite önce düşmüş ve bir minimum yaparak tekrar yükselmiştir. Genelde deflokülanlar tanecikler arasındaki çekim kuvvetleri nötralize oluncaya kadar viskoziteyi düşürürler. Optimal deflokülan durumunda viskozite en düşük seviyeye düşerek minimum olur. Eğer deflokülan miktarı artırılmaya devam edilirse, ters etkiye sebep olur ve viskozite yeniden yükselmeye başlar. Çünkü, optimum elektrolit miktarında komşu katı taneciklerin zeta potansiyelleri itme ve çekme kuvvetleri arasında ideal bir denge durumu oluştururlar. Yani tanecik yüzeyleri aynı tip elektrik yüküne sahip olarak birbirlerini iterler. Bu da tanecikler arasında optimal itme kuvvetleri

oluşturarak Van der Waals kuvvetlerinin yenilmesini ve flokülasyonun önlenmesini sağlar. Eğer optimal miktardan daha fazla deflokülan ilave edilirse, taneciklerin elektriksel çift tabakalarındaki difüzyon tabakası inceler ve çekme kuvvetleri yeniden etkili hale gelerek flokülasyon (salkımlaşma) eğilimi gösterirler [24]. Öte yandan kuebrako ilavesi ile döküm çamuru akış zamanı 104 s'den %0.1 kuebrako oranında keskin bir şekilde önce 66 s'ye düşmüş, daha sonra bu düşüş daha yumuşak bir şekilde %0.9 kuebrako oranında 40 s'ye kadar sürmüştür. Diğer bir deyimle, kuebrako Na_2SiO_3 'ün etkisinden daha farklı bir şekilde, döküm çamurunun viskozitesini önce hızlı daha sonra daha yavaş bir şekilde istikrarlı olarak düşürmeye devam etmiştir. Bu da seramik döküm çamurunun viskozitesini düşürmede konsantrasyon artışı ile Na_2SiO_3 kullanımındaki gibi ters bir etki yaratmadığı için önemli bir avantaj sağlamaktadır.



Şekil 1. Döküm çamuru viskozitesinin deflokülan miktarı ile değişimi.

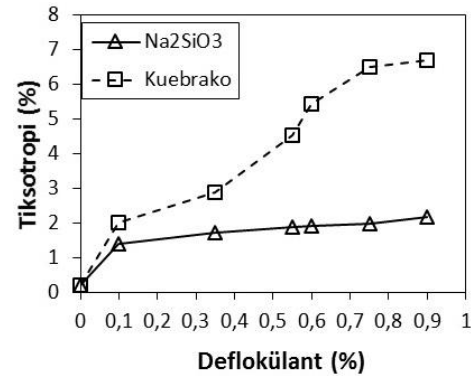
Şekil 2, 5 dakika bekleme süresi sonunda ölçülen tiksotropi değerlerini göstermektedir. %0.1 kuebrako ilavesi ile tiksotropi değeri önce %2'ye yükselmekte, daha sonra artan kuebrako oranları ile gittikçe artarak %0,6 oranında %5,5'a ulaşmaktadır. Görüldüğü gibi, kuebrako oranı arttıkça tiksotropi değeri kuvvetli bir şekilde artmakta yani döküm çamuru artan

kuebrako oranı ile birlikte akmaya karşı gittikçe direnç gösteren viskoz bir yapıya bürünmektedir. Buna karşın, Na_2SiO_3 oranındaki artış önce %0,1 oranında tiksotropiyi %1,3 lere yükseltirken, daha sonraki artışlar daha az olmakta ve %0,6 oranında tiksotropi değerini %1,8'lere yükseltmektedir. Ancak, kuebrakonun tiksotropi değerlerini Na_2SiO_3 'e göre daha fazla yükselttiği görülse bile, bu tiksotropi değerleri endüstriyel uygulamalarla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür

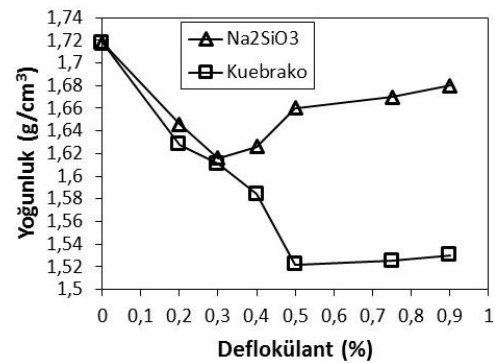
3.2. Yoğunluk tayini

Şekil 3 döküm çamuru yoğunluğunun deflokülant miktarı ile değişimini göstermektedir. Na_2SiO_3 kullanıldığında çamur yoğunluğu 1.718 g/cm^3 'den %0,3 Na_2SiO_3 konsantrasyonunda 1.611 g/cm^3 'e düşerek minimum değere ulaşmıştır. Daha sonra, önce %0,5 Na_2SiO_3 oranında 1.66 'ya yükselerek yavaşça artmış ve %0,9 Na_2SiO_3 oranında 1.68 'e yükselmiştir. Öte yandan, kuebrako çamur yoğunluğu üzerinde daha farklı bir etki göstermiştir. Çamur yoğunluğu 1.718 g/cm^3 'den %0,5 kuebrako oranına kadar hızla 1.522 'ye kadar düşmüş ve daha sonra hafifçe yükselerek %0,9 oranında 1.53 g/cm^3 'e ulaşmıştır. Diğer bir deyimle, kuebrako çamur yoğunluğu üzerinde Na_2SiO_3 'a nazaran çok daha etkili olmuştur. Örneğin, %0,3 deflokülant oranına kadar her iki deflokülant hemen hemen çamur üzerinde benzer etki göstererek çamur yoğunluğunu 1.616 (Na_2SiO_3) ve 1.611 'e kadar (kuebrako) düşürmüşlerdir. Yani bu orana kadar kuebrako biraz etkili olsa bile benzer davranış göstermişlerdir. Fakat bu orandan sonra, Na_2SiO_3 çamur yoğunluğunu devamlı şekilde artan oranlarla birlikte yükseltmiştir. Buna ters olarak, kuebrako ise %0,3 oranından sonra çamur yoğunluğunu artan oranlarla birlikte düşürmüştür. Şekil 1'de görüldüğü gibi artan kuebrako oranıyla birlikte viskozitenin istikrarlı bir şekilde düşmesi ve çamur yoğunluğunun da aynı

şekilde azalması (Şekil 3) oldukça dikkat çekicidir. Kuebrako viskoziteyi düşürerek çamur yoğunluğunu da düşürmüş ve çamuru daha akışkan bir hale getirmiştir. Yani birim hacimde belirli miktarda katı malzeme içeren seramik çamuru kuebrako kullanımı ile akışa daha az direnç gösteren ve yoğunluğu daha düşük bir çamur özelliği kazanmıştır. Bu durum kuebrakonun Na_2SiO_3 ile karşılaştırıldığında deflokülasyon sürecinde katı tanecikler arası mesafeleri daha homojen ve üniform olarak düzenlediğini gösterir niteliktedir [24]. Bu durum, seramik çamuru hazırlamada büyük avantaj oluşturacaktır. Çamurun pompalanarak taşınması süreçlerinde yüksek viskozite ve yoğunluğun yol açtığı problemler aşılmış olacaktır.



Şekil 2. Döküm çamuru tiksotropisinin deflokülant miktarı ile değişimi.



Şekil 3. Döküm çamuru yoğunluğunun deflokülant miktarı ile değişimi.

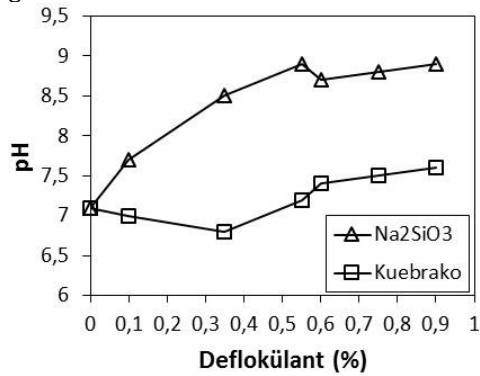
3.3. pH tayini

Şekil 4 Döküm çamuru pH değerinin deflokülant miktarı ile değişimini göstermektedir. Görüldüğü gibi hem Na_2SiO_3 ve hem de kuebrako artan oranlarla birlikte seramik çamurunun pH'ını yükseltmiştir. Fakat, Na_2SiO_3 kullanımında pH 7.7-8.9 aralığında değişirken, kuebrako kullanımında pH 7-7.6 arasında değişmiştir. Yani, kuebrako ortam pH'ını Na_2SiO_3 'a göre daha çok düşürmüştür. Seramik çamurlarında taneciklerin yüzey ve kenar yüklerinin negatif olması için yani optimal deflokülasyon şartları için $\text{pH} \geq 9$ olması (bazı ortam) gerektiği belirtilmiştir [28]. Halbuki kuebrako kullanıldığında pH 7-7.6 arasında değişmiştir. Buna rağmen, viskozite ve yoğunluk değerleri artan kuebrako oranı ile Na_2SiO_3 'a göre daha fazla düşmüştür (Şekil 1 ve 3). Kuebrako kimyasal olarak karbon, oksijen ve hidrojen atomlarından oluşan organik bir maddedir [17]. Kimyasal kompozisyonu ve yapısı oldukça karmaşık olup polifenoller, karboksilik gruplar ve tannic asit içerir [17,19]. Ham kuebrako normal olarak $\text{pH} > 8$ olduğu seviyelerde suda çözünür. Kaliteli kuebrako ise bisülfid ile muamele edilip yapısına sülfonat grupları kazandırılarak tüm pH değerlerinde suda çözünür hale getirilir ve iyonize olur [18]. Bu çalışmada kuebrako ilavesi ile pH 7-7.6 aralığında viskozite ve yoğunluk Na_2SiO_3 'e göre daha fazla düşmüştür. Yani kuebrako ile bu pH aralığında seramik çamuru Na_2SiO_3 'e göre daha iyi defloküle olmuştur. Bunun nedeni olarak, Na_2SiO_3 'ün sadece katyon değişiminden kaynaklanan dispersiyon mekanizmasına karşılık, kuebrakonun çamurdaki katyonları kendi OH^- gruplarıyla bağlayarak kompleks oluşturması, OH^- gruplarıyla pozitif yüklü yüzeylere adsorbe olarak bunları nötralize etmesi ve negatif yüklü misellerinin seramik çamurundaki pozitif yüklü taneciklerin üzerine elektrostatik çekimle adsorbe olması gibi birkaç değişik adsorpsiyon

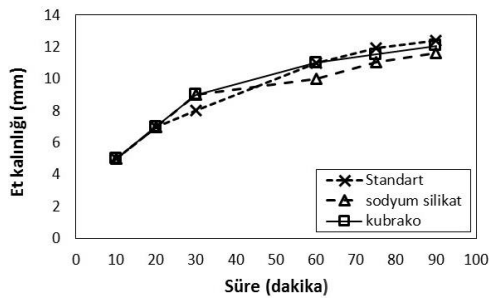
mekanizmasına sahip olması gösterilebilir [17,18]. Bu farklı adsorpsiyon mekanizmalarının taneciklerin elektriksel çift tabaka kalınlığını artırarak zeta potansiyellerini yükselttiği ve optimal itme kuvvetleri oluşturarak katı tanecikleri çamur içinde daha homojen olarak dağıttığı düşünülmektedir [24]. Aynı katı oranındaki çamurun hem viskozitesinin ve hem de yoğunluğunun Na_2SiO_3 'e göre daha çok düşmesi (Şekil 1 ve 3) bu varsayımı desteklemektedir. Öte yandan kuebrako bir tanin türevidir iyonik olmayan doğal polimer grubunda yer almaktadır [19]. Yapısında bulunan yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerin deflokülasyon mekanizmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir [19]. İyonik olmayan polimerler tane yüzeylerinde yapı değişikliğine yol açıp sadece sterik itme kuvvetleri oluşturarak deflokülasyona yol açarlar [19]. Kuebrakonun içerdiği polifenol gruplarının kil taneciklerinin yüzeylerine adsorbe olarak çekim kuvvetlerini değiştirdiği ve tanelerin flokülasyonunu önlediği ileri sürülmektedir [19]. Organik deflokülantların, inorganiklere göre üstünlükleri aynı konsantrasyonlarda daha etkili olmaları, ortamdaki diğer iyonlara karşı daha az hassas olmaları ve daha yüksek stabilizasyon gücüne sahip olmalarıdır [24]. Örneğin endüstride deflokülasyon için kullanılan inorganik deflokülantın sadece üçte biri oranında organik deflokülant aynı etkiyi gösterebilmektedir. Çünkü inorganik deflokülantlar gibi yüksek değerlikli katyonlar ile bileşik yapıp bağlanarak kolaylıkla çözünmez hale gelmezler [24]. Dolayısıyla, yukarıda değinilen tüm bu nedenlerden ötürü, bu çalışmada kuebrako ile inorganik bir deflokülant olan Na_2SiO_3 'a göre daha iyi deflokülasyon sonucu elde edildiği düşünülmektedir.

3.4. Döküm Hızı Tayini

Şekil 5 standart döküm çamuru ve katkı döküm çamurlarının döküm hızı grafiğini göstermektedir. Şekil 5'te görüldüğü gibi, ilk 10 ve 20'nci dakikalarda, Na_2SiO_3 ve quebrako ile defloküle edilen çamurlarda döküm hızı standart koşullardaki gibi sırasıyla 5 ve 7 mm et kalınlığı ile aynı değere sahiptir. Daha sonra artan süre ile et kalınlıkları standart ve quebrako ilaveli çamurda birbirine çok yakınken, Na_2SiO_3 ilaveli çamurda biraz daha düşük olmuştur. Şekil 5'te görüldüğü gibi, quebrako ilavesi döküm hızında büyük değişikliğe yol açmamıştır. Bu sonuç, quebrakonun deflokülant olarak kullanılmasının viskozite, tiksotropi ve yoğunluk gibi reolojik özellikler ve ortam pH'ı üzerindeki etkilerinin döküm hızını olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir.



Şekil 4. Döküm çamuru pH'ının deflokülant miktarı ile değişimi.



Şekil 5. Döküm hızının geçen süre ile değişimi.

4. Sonuç

Bu çalışmada Na_2SiO_3 ve quebrako seramik döküm çamurunda deflokülant olarak kullanılmış ve seramik bünyenin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca verilmektedir:

- Kuebrako Na_2SiO_3 'dan daha farklı davranarak, döküm çamurunun viskozitesini artan oranlarla devamlı olarak düşürmüştür.
- Kuebrako oranı arttıkça tiksotropi değeri Na_2SiO_3 'a göre daha çok yükselmiştir. Fakat tiksotropi değerleri endüstriyel uygulama sınırları içindedir.
- Kuebrako viskozite ile birlikte çamur yoğunluğunu da Na_2SiO_3 'a göre daha çok düşürmüştür.
- Kuebrako ortam pH'ını Na_2SiO_3 'a göre daha çok düşürmüştür.
- Kuebrako ile Na_2SiO_3 'a göre standart koşullarla hemen hemen aynı döküm hızlarına ulaşılmıştır.

Kuebrako'nun tüm pH seviyelerinde kullanılabilmesi [18] ve toksik olmaması [17,18] çevre duyarlılığı açısından da avantaj teşkil etmektedir. Ayrıca, deflokülasyonda Na_2SiO_3 'a göre üstünlük sağlaması bu malzemeyi seramik çamurlarının stabilizasyonu için çekici hale getirmektedir.

Bildirim

Bu araştırma çalışması hiçbir devlet, ticari (özel) veya kar amacı gütmeyen kurumdan herhangi bir maddi destek almamıştır.

Kaynakça

- [1] Tsetsekov, A., Agrafiatis, C., Milias, A. 2001. Optimization of the rheological properties of alumina slurries for ceramic processing applications part 1: slip casting, Journal of the European Ceramic Society, Cilt. 21, s. 363-373.

- [2] Schilling, C.H., Aksay, I.A. 1991. Slip Casting, s. 153-160. Schneider, Jr., S. J., ed. 1991. Engineered Materials Handbook, Vol.4: Ceramics and Glasses, ASM International, CRC press, Materials Park, OH, USA, 1217s..
- [3] Lange, F.F. 1989. Powder Processing Science and Technology for Increased Reliability, Journal of American Ceramic Society, Cilt. 72, s. 3-15.
- [4] Köseoğlu, K., Bayca, S.U. 2002. Döküm çamuruna % 10 ve % 20 kolemanit ve üleksit atıkları ilavesinin viskozite ve mukavemet özellikleri üzerine etkileri, 1. Uluslar arası Bor Sempozyumu, 3-4 Ekim, Kütahya, 207-212..
- [5] Çebi, H., Delice, S., Özkan, Ş.G. Neslioğlu, V., Poslu, K Demircan., E. 1996. A new approach to borax pentahydrate production, Proceedings of the International Mineral Processing Symposium, 24-26 September, Kuşadası, Aydın, 373-376.
- [6] Tiryaki, V., Çukurluoğlu, H., Coşkun, N.D., Uz, V. 2014. Dökümle şekillendirmede yoğunluk ve viskozitenin etkileri, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt. 14, s. 194-201.
- [7] Eygi, M.S., Ateşok, G. 2006. Kaolenlerin döküm özelliklerinin geliştirilmesi, Hacettepe üniversitesi yerbilimleri uygulama ve araştırma merkezi, yer bilimleri dergisi, Cilt. 27, s. 87-89.
- [8] Uz, V., Işık, I., Tiryaki, V. 2009. Effect of particle size distribution on fine fire clay bodies, 1st International Ceramic, Glass, Porcelain, Enamel, Glaze and Pigment Congress, 12 October, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 459-465.
- [9] Waters, B. 2005. Balancing firmness with packing in pressure casting sanitaryware, cfi/Ber. DKG, Cilt 82, s. 32-36.
- [10] Mer, S., Young, J., Ferreira, J.M.F. 2001. Effect of dispersant concentration on slip casting cordierite based glass ceramics, Journal of colloid and interface science, Cilt. 241, s. 417-421.
- [11] Hunter, R.J. 2001. Foundations of Colloidal Science, 2nd edition, Oxford University Press, 816s (ISBN: 9780198505020).
- [12] Eygi, M.S., 2009. Seramikte kaolen kullanımının polielektrolit katkısıyla geliştirilmesi, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 219 s.
- [13] Johnson, S.B., Russell, A.S., Scales, P.J. 1998. Volume fraction effects in shear rheology and electroacoustic studies on concentrated alumina and kaolin suspensions, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Cilt. 141, s. 119-130.
- [14] Johns, S.B., Franks, G.V., Scales, P.J., Boger, D.V., Healy, T.W. 2000. Surface chemistry-rheology relationship in concentrated mineral suspensions, International Journal of Mineral Processing, Cilt. 58, s. 267-304.
- [15] Miyaharo, K., Adacıy, Y., Nakaiski, K. 1998. The viscosity of a dilute suspension of sodium montmorillonite in an alkaline state, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Cilt. 131, s. 69-75.
- [16] Singer, F. S., Singer, S. 1984. Industrial Ceramics, Chapman and Hall Ltd, New York, USA, 1455s.
- [17] Rutledge, J., Anderson, C. G. 2015. Tannins in mineral processing and extractive metallurgy, Metals 2015, Cilt. 5, s. 1520-1542.
- [18] Pearse, M.J. 2005. An overview of the use of chemical reagents in mineral processing, Minerals Engineering, Cilt. 18, s. 139-149.
- [19] Bulatovic. S. M. 2007. Handbook of Flotation Reagents-Chemistry,

- Theory and Practice: Flotation of Sulfide Ore, Elsevier Science & Technology Books, 446s (ISBN: 0444530290).
- [20] C. Romeo, Bark Ecology, 2012 [online] available. <http://www.ecology.info/bark-ecology.htm>, [Accessed 17 Oct. 2012]
- [21] Honigsbaum M. 2002. The Fever Trail: In Search of the Cure for Malaria, Farrar, Straus and Giroux, 1 edition, 328s. (ISBN-10: 0374154694, ISBN-13: 978-0374154691)
- [22] van der Werf, H.M.G., van der Veen, J.E.H., Bouma, A.T.M., ten Cate, M. 1994. Quality of hemp (cannabis sativa) stems as a raw material for paper, Industrial crops and products, Cilt. 2, s. 219-227.
- [23] Mckay, G., Porter, J.F., Prasad, G.R. 1999. The removal of dye colours from aqueous solutions by adsorption on low-cost materials, Water Air and Soil Pollution, Cilt. 114, s. 423-438.
- [24] Cengizler, H. 2014. Deflocculation and deflocculants in preparation of ceramic slips, Proceedings of 14th International Mineral Processing Symposium, Kuşadası, Aydın, Turkey, 983-999.
- [25] Bougher, A.K. 1994. Redeveloping a sanitary ware formula for optimum performance, Ceramic Engineering and Science Proceedings, Cilt 15, s. 69-76.
- [26] Leach, B., Wheeler, H., Busch, T. 1996. Polyacrilate developments in sanitary ware slurries, Ceramic Engineering and Science Proceedings, Cilt. 1, s. 111-116.
- [27] Schelker, D. H., Planchart, F. A., Thomas, R. J. 1996. Recent advances in understanding gelation in sanitaryware slips, Ceramic Engineering and Science Proceedings, Cilt. 17, s. 40-46.
- [28] http://www.tandem-chemical.com/principles/zschimmer/ceramics_aux/special_info/E_WirkmechVerfluess%5B1%5D.pdf