



T.C. Avanos Kaymakamlığı

AVANOS

Sempozyumu
bildirileri

23-25 Ekim 2014



Editor
Doç. Dr. Adem ÖGER

Barış Emre SÖNMEZ Avanos'ta Bir Yeraltı Şehri: Özkonak	143
Betül AYTEPE- Elif Eren GÜLTEKİN-Bahadır Cem ERDEM Avanos Kırmızı Çömlek Çamuruna Uygun Sır Kompozisyonlarının Üretilmesi	161
Elif Esra ÖNEN Avanos'ta Bir Edebiyat Dergisi: "Şiiri Özlüyorum"	185
Emin Erdem KAYA- Emre ÜSTÜN-Yiğit ALKAN Avanos Müzik Kültürü ve Avanoslu Selahattin	197
Emine Zehra TURAN İnanç Bağlamında Avanos Kiliseleri	213
Emrah KESKİN- Emrah ÖRGÜN Geleneksel Avanos Mutfağı ve Gastronomi Turizmine Kazandırılması	225
Eren ŞENOL Avanos Nüfusunun Yaş Yapısı	235
Ergün LAFLI- Olcay KILINÇ Avanos'un Roma ve Bizans Dönemleri Arkeolojisi ve Tarihi	251
Eşref ATABEY Avanos İlçesi (Nevşehir) Tıbbi Jeolojik Unsurları ve Halk Sağlığı	259
E. Nurgül TÜREMİŞ-Nilda ERSOY-Sevinç ATEŞ Avanos'un Agroturizm Potansiyeli: Fırsatlar ve Kısıtlar	285
Faruk AŞLAKCI Dünden Bugüne Avanos Yerel Medyası	301
Fatma GÜNDÜZ Turizmin Kültürel Miras Üzerine Etkileri: Avanos Halkının Farkındalığı	317
Fatma KÖSE Nevşehir-Avanos'ta Evlilik Adetleri ve Bu Adetlerin Günümüzde Geçirdiği Değişimler	331
Filiz KILIÇ-Tuncay BÜLBÜL Biyografik Kaynaklara ve Sicill-i Ahval Kayıtlarına Göre Osmanlı Yönetim ve Aydınlanmasında Avanos	339
Gül Fidan YENEL AVCI-Murat YAYLA-İbrahim AYDIN- İbrahim NARİN-Fatma ÇAVUŞ- Fatih AVCI-Halil YONAR-Salih CENGİZ Avanos ve Çevresindeki Bazı Kaplıca Sularında Element Analizi	357

AVANOS KIRMIZI ÇÖMLEK ÇAMURUNA UYGUN SIR KOMPOZİSYONLARININ ÜRETİLMESİ

* Yrd. Doç. Dr. Betül AYTEPE

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Güzel Sanatlar Fakültesi
Seramik ve Cam Bölümü
E-posta: aytepe@nevsehir.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Elif EREN GÜLTEKİN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Güzel Sanatlar Fakültesi
Seramik ve Cam Bölümü
E-posta: eeren@nevsehir.edu.tr

Öğr. Gör. Bahadır Cem ERDEM

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Avanos Meslek Yüksekokulu
El Sanatları Bölümü
E-posta: bahadirerdem@nevsehir.edu.tr

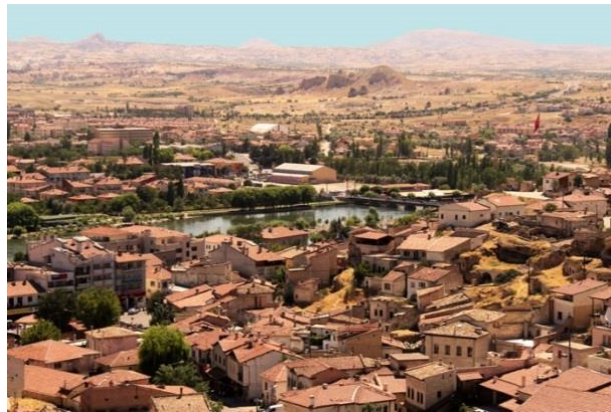
Özet

El sanatlarının ve çömlekçiliğin önemli geçim kaynağı olduğu ilçelerden biri olan Avanos, çömlek üretimi konusunda Türkiye'de önde gelen yerler arasında yer almaktadır. Avanos ilçesi ve Nevşehir iline bağlı çömlek üretimi yapılan diğer bölgelerde çömlek çamuru kullanılan uygulamalarda, sırlı üretim her ürün yelpazesinde tercih edilmemekle birlikte sırlı ürünlere de rastlamak mümkündür. Avanos ve civarında çıkan kırmızı killere elde edilen çömlekçi çamurlarına sırlı uygulandığında, sırlı çatlakları, sırlı atmaları ve dökülmeler olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle sağlıklı ürünler üretilmemektedir. Çömlekçi ustalarının kullandığı sırlar, fabrikalardan satın alınmakta ve sırların bünye ile uyumunda çeşitli sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu araştırmada Avanos çömlek çamuruna uygun Avanos hammaddeleri kullanılmıştır ve hazırlanan sırların ısıl genleşme katsayıları dilatometre cihazıyla belirlenmiştir. Böylece bünye ile sırlı uyumunu sağlayacak uygun sırlı kompozisyonlarının üretilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, Avanos'taki çömlek atölyelerinin kullandığı çömlek çamuru çeşitleri belirlenerek, deneylerde kullanılmıştır. Belirlenen bünyelere uygun sırlı reçeteleri oluşturulmuş ve her bir reçete için fritler hazırlanmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek Avanos çömlek çamuruna en uygun endüstriyel sırlı kompozisyonu üretilmiştir. Bölgenin çömlekçilik sektöründe kaliteyi artırmak için sırlı reçetesinin çömlek atölyelerinde kullanılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çömlek, Sırlı, Avanos, Isıl genleşme, Frit

1. GİRİŞ

Türkiye'de çömlekçiliğiyle önemli bir yere sahip olan Avanos aynı zamanda turizm ve el sanatları merkezi olması özelliğiyle çeşitlilik göstermektedir. Nevşehir'in 18 km kuzeyinde bulunan bölge, antik dönemde Zu-Winasa olarak biliniyordu. Kızılırmak'ın ilçeyi ortadan böldüğü, geleneksel yapıyla modernliğin bir arada harmanlandığı ilçe; birçok medeniyetin yaşanmışlıklarıyla bölgeye bıraktığı mirasla, arkeolojik kazılarda çıkan tarihi eserleriyle, mimari dokusuyla değerli bir hale gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Avanos ilçesinden bir kesit.

Kızılırmak'ın yataklarından çıkan tüflü-killi topraklar sayesinde çömlek çamurları elde edilmektedir. Hitit, Frig, Pers, Asur, Roma, Bizans, Selçuklu, Osmanlı gibi çok sayıda medeniyetin bölgede yaşadığı bilinmektedir. Geçmişte zengin bir kültür alışverişinin olduğu bölgede, geleneksel çömlekçiliğin ve çömlek formlarının gelişmiş olduğunu, günümüzde de uygulama sürecinde devam ettiği görülmektedir. Üzlük, yoğurt testisi, kebab testisi, Aksaray çömleği, su çömleği, orta çömleği, kelle çömleği, yayık, çocuk ağzı eğrisi, küçük ağzı eğri, büyük ağzı eğri, testi, küp geleneksel formlar arasında yer almaktadır (Şekil 2). Bu ürünler turizm sektöründe gösteri amaçlı yapılıyorsa geleneksel tepme tezgâhında, seri üretim amaçlı yapılıyorsa elektrikli tornalarda şekillendirilmektedir. Halkalı Hitit, gaga ağzılı, güveç, çiçek saksısı, kadeh, ibrik, minyatür, rölyef pano ve duvar tabakları gibi çeşitli dekoratif ürünler de yine bölgede üretilmektedir.



Şekil 2. Geleneksel Avanos Testisi, Torna Ustası Hakkı Çöl.

Avanos'ta ulusal ve uluslararası düzeyde seramik çalıştayları yapılarak sanatçı, öğrenci ve yerel çömlek ustaları bir araya getirilmektedir. Bu durum yeniliklere ve tekniklere açık olan ustalarımızla işbirliği yapmak ve ustaların sanat ve sektörle iç içe olmalarını sağlamak açısından önemlidir.

1.1. Problem ve Amaç

Bölgenin kalkınmasında çok yönlü önemli bir değere sahip olmasının temel sebeplerinden biri kil yataklarından alınan toprakların çömlekçilikte kullanılabilir olmasıdır. Ustalar Avanos ve civarında çıkan toprakların karışımı ile elde ettikleri formüllerle üretimde kullandıkları çamuru hazırlamaktadırlar. Tuğla-kiremit fabrikaları farklı reçeteler hazırlarken, geleneksel çömlekçilik yapanlar kullanılan içeriğe yönelik formüllerini değiştirmektedirler. Teknolojik cihazların olmamasından dolayı hazırlama işlemi geleneksel yöntemlerle yapılmakta ve bu zahmetli süreç, ustaların günlerce emek ve zaman harcamalarına neden olmaktadır.

Diğer bir sorun ise; bölgenin yataklarında kireç taşının (kalsiyum karbonat-CaCO₃) bulunmasıdır. Hazırlanan çömlek çamurlarından kireci arındırmak zor olduğu için bisküvi pişirimi sonrasında bünyede kavlamalar, atmalar meydana gelmektedir. Bu ciddi sorun aşamadığı için ustalar üretimde sağlıklı sonuç alamamaktadır. Ürünler sırlandığında, kireç nedeniyle hem bünyede hem de sırda atmalar olabilmektedir.

Günümüzde kendi çamurunu hazırlayan çömlek ustalarının sayısı azalmaya başlamış ve ustalar şehir dışından hazır çamur satın alarak kullanmayı tercih etmeye yönelmişlerdir. Ustaların çoğunluğu ürünlerinde hazır sır kullanmaktadır. Avanos çamur bünyesinde hedeflenen renkler elde edilememekte, sırlarda iğne delikleri, matlık, ton farklılıkları ve bor tülü gözlenmektedir. Bu araştırma ile Avanos kırmızı çömlek çamuruna uygun sır kompozisyonları üreterek, bor tülü sorununu çözmek, köpürme, iğne deliği oluşumlarını engellemek ve renklere istenilen kalitede başarıyı elde etmek amaçlanmaktadır.

Düşük sıcaklıkta sinterlenen çömler yüksek miktarda açık gözenekler içermektedir. Ürünler sırsız kullanıldığında, pişen yemeğin yağı ya da içine konulan su sızabilmektedir. Bu durumu önlemek amacıyla, Avanos ilçesinde üretilen çömlerin bünyesi ile uyumlu, düşük maliyetli, düşük ergime sıcaklığına sahip sır kompozisyonları üretilmiştir.

1.2. Tanımlar

1.2.1. Sırlar ve Firitler

Sırlar, kimyasal bileşimlerine göre temelde ham veya firitli sırlar şeklinde sınıflandırılmıştır. Firit esaslı sırlar, suda çözünebilen hammaddelerin firitleştirilerek kullanım avantajı ve geniş bir sıcaklık aralığında olgunlaşma özellikleriyle farklı bir bölümü oluştururlar. Firitleştirme; alkali karbonat, nitrat, borat vb. suda çözünebilen maddeler ile firiti oluşturan diğer hammaddelerle bir araya getirilip ergitilerek çözünmeyen bir cam oluşturma işlemidir. Firit yapılmadan hammaddelerin doğrudan tartılarak suyla karıştırılarak hazırlanması esnasında bazı tuzlar çözünerek bileşenlerde kayıp oluşmaktadır. Ayrıca, gözenekli bünye bu tuzları absorplama eğilimindedir ve sonuçta da daldırma havuzundaki sır bileşimini değiştirirler. Gözenekli bünye tarafından alınan çözünebilir tuzlar, kurutma esnasında köşelerde kristallenmeye yol açarlar. Bu kısımlar daha yoğun bir şekilde yanar ve sırda sorunlara yol açarlar. Çözünebilir tuzlar renklerin bozulmalarına neden olurlar.

Firitleştirmenin amaçları:

1. Baryum bileşikler gibi düşük sıcaklıkta reaksiyona girmesi yavaş maddeler firit bileşeni olduklarında akıcılığı kuvvetlendirirler. Daha güçlü akışkanlaştırıcılar firitleştirme performansını artırır ve albeniyi de iyileştirirler.

2. Sır hazırlama aşamasında birbir temaslarının sakıncalı olduğu hammaddelerin firitleştirilmesi, söz konusu zararları da ortadan kaldırır.

3. Firit, sır yığınının özünü oluşturur. Karşılık geldiği hammadde miktarından daha az yer kaplar. Ayrıca, kimyasal açıdan daha az aktiftir çünkü ayrışmanın ve reaksiyonların olduğu ısı süreçler tamamlanmıştır. Dolayısıyla, firit kullanıldığında bünyedeki ve sır altı renklerdeki sorunlar minimuma indirilir. Firitleştirilmiş sır daha ince bir tabaka şeklinde uygulanarak ürün hatlarına daha iyi uyum sağlar.

4. Hammaddeler yoğunluk, boyut, şekil veya sertlik gibi özellikleri açısından farklılık gösterebileceğinden yığılda ayrışmaya (segregasyona) neden olur. Firitleştirme bu eğilimi önlediğinden hem yığılda hem de son üründe homojenlik sağlar. Ayrıca, sırda renkler daha parlaktır (Pekkan 2009: 4).

Firitler şoklama yoluyla üretilen camın parçacık formudur ve firit esaslı sırların ana bileşenidirler. Çeşitli hammaddelerin toz halde karıştırılması ve özel firit fırınlarında viskoz sıvı haline dönüştürülmesi ile üretilirler. Bu işlemden sonra su veya hava yardımıyla hızla soğutulan firit, granül veya camsı ince parçalar halini alır. Bir firit diğer firitlerle veya uygun miktarda camsı olmayan hammaddeler ile karıştırılırsa, kolayca tekrar ergitilebilir ve ilave edilen bileşenleri kendi yapısına katar. Böylece başlangıçtakinden farklı karakteristiklere sahip homojen bir cam oluşturur. Bu özellik sınırlı sayıda firit ve hammaddelerden çok farklı sayıda farklı sır oluşturmayı olanaklı kılar.

1.2.2. Sırların Kompozisyonu

Sırlar, camsı ve kristal faz olmak üzere iki faz içermektedir. Cam yapmak için oksit formunda çok farklı elementler kullanılabilir. Bunların farklı yüzdelerde bir araya getirilmesi ile farklı nihai karakteristiklere sahip, çok değişik tipte cam oluşturulması mümkündür. Temel özellikleri ile birlikte seramik sırlarında genel olarak kullanılan oksitler şunlardır:

Silisyum Dioksit: Ana cam yapıcı oksit olarak her zaman ve genellikle yüksek yüzdelerde kullanılır. Yüksek silika içeriğine sahip bir cam HF dışındaki asitlere karşı oldukça dayanıklıdır ve yüksek ergime noktası sergiler.

Alümina: Ana cam dengeleyici olarak her zaman yapıda bulunur ve hem alkali oksitler hem de silika ile birleşebilir. Camın kimyasal dayanım ve mekanik mukavemetini artırır, genleşme katsayısını düşürür. Matlaştırıcı katkı olarak davranır.

Bor Oksit: Genelde silika ile birlikte ana cam yapıcı olarak davranır ve renkleri iyi dağıtma özelliğine sahiptir. Yüksek yüzdelerde kullanıldığında cama bulanık bir görüntü verir.

Alkali (Li, Na, K) Oksitler: Camın ergime sıcaklığını ve viskozitesini düşürdükleri için hemen her zaman kompozisyonda bulunurlar. Çözünbildikleri ve camın kimyasal dayanımını düşürme eğiliminde oldukları, aynı zamanda camın genleşme katsayısını arttırdıkları için hiçbir zaman yüksek yüzdelerde kullanılmazlar.

Çözünabilirlik ve akışkanlaştırma kapasitesi en yüksek lityum oksitte, en düşük potasyum oksittedir.

Toprak Alkali (Ca, Mg, Sr) Oksitler: Alkali oksitlerin çözünabilirliğini azaltan ve genleşme katsayısını nispeten daha az yükselten, cam modifiye edici ve dengeleyicilerdir. Kalsiyum oksit yüksek oranlarda matlaştırma etkisine sahiptir.

Kobalt Oksit, Krom Oksit, Nikel Oksit, Antimon Oksit, Mangan Oksit, Vanadyum Oksit, Bakır Oksit, Demir Oksit, Kadmiyum ve Selenyum Oksitler: Çeşitli renkleri elde etmek için doğada oldukları gibi ve pigment formunda kullanılırlar (Gönül 2005: 5-7).

1.2.3. Seramik Sırların Formüsel Anlatımı

Seramik sırlarını bir moleküler formülde, aynı zamanda bu moleküler formülde yer alan oksitlerin birbirlerine olan oranlarını da belirten bilim adamı Seger, kendi adı ile anılan ‘Seger Formülünü’ ortaya koymuştur. En basit anlatımı ile sır formülü, sır eğer yalnızca bir metal oksit ve silisyum dioksitten oluşuyorsa, şu şekilde belirlenebilir: $RO \cdot SiO_2$.

RO olarak adlandırdığımız oksitlerin tümü “bazik oksitler” adını alır ve şu oksitlerden oluşurlar: PbO, K₂O, Na₂O, CaO, ZnO, BaO, MgO, SrO, Li₂O.

Renkli sırlarda ise bu oksitlere CoO, CuO, FeO, NiO, MnO, CdO gibi oksitler de katılır. Ancak RO adı altında topladığımız bazik oksitleri, kendi aralarında mol sayılarının toplamı 1 olacak şekilde bir araya getirilmektedir. Seger aynı zamanda bazik oksitlerde olduğu gibi amfoter ve asit oksitleri de şu şekilde gruplar altında toplanmaktadır.

R_2O_3 : Amfoter oksitler (Al₂O₃, Fe₂O₃, Sb₂O₃, Mn₂O₃, Cr₂O₃)

RO_2 : Asit oksitler (SiO₂, SnO₂, ZrO₂, B₂O₃, TiO₂, UO₂, CeO₂)

Tüm bu oksit gruplarını içeren Seger formülü yazmak gerektiğinde şu bağlantıyı sağlayan bir formül ortaya çıkmaktadır (Arcasoy, 1986: 163): $1RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$

1.2.4. Firit Çeşitleri

1-Parlak saydam (transparan) firitler

a- Geleneksel çift pişirim için

Düşük sıcaklıkta ergiyebilmeleri ile karakterize edilirler. Yüksek oranda SiO₂ (%50-60) ve düşük oranda ergitici elementler (%20-25, Na₂O-K₂O-PbO-B₂O₃) içerirler. Kompozisyonun geri kalanı stabilizatörleri (Al₂O₃-ZnO-CaO-BaO-MgO) içerir, genellikle sadece sınırlı yüzdelerde (en fazla %5-7) kullanılırlar. Düşük sıcaklıkta fırınlanan bazı sırlarda düşük yüzdelerde kullanılmalarına rağmen, bu firitler başlıca saydam (transparan) sırların hazırlanmasında kullanılır. 1100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tüm sırların hazırlanmasında camlaştırmayı, ergiticiliği iyileştirici olarak düşük yüzdelerde kullanılırlar.

b- Hızlı çift pişirim için

Hızlı çift pişirimde kullanılan firitler, daha hızlı fırın döngülerindeki termal spesifikasyonları sağlamak için, bir önceki firitten çok farklıdır. Sadece birkaç dakikada olgunlaşan sır ihtiyacı, tamamen yeni cam formülasyonunu gerektirmektedir. Daha özellikle olarak, silika-bor-alkali-toprak alkali oranları değişmiştir.

c-Monoporoza için

Tek pişirim poroz teknoloji, yüksek karbonat (%8-14) içerikli gövdelerin spesifik ihtiyaçlarında, frit kompozisyonu radikal farklılıklar içermektedir. Bu durum 950°C üzerinde yumuşayan yüksek ergime dereceli fritlerin, kalsit ve/veya dolomitin bozulması sonucu ortaya çıkan karbon dioksitin tamamen gaz çıkışına izin verecek şekilde geliştirilmesi ve ayarlanması sonucunu doğurmaktadır. Isıl mikroskop kullanılarak yapılan incelemelerde bu fritlerin bir önceki anlatılan fritle yakın küre noktası ile yüksek yumuşama noktalarına sahip olmaları gerekmektedir. Bu ihtiyaçları karşılamak ve bu ötektik erimeyi yardım/tetikleyici olmak için CaO, ZnO, MgO ve BaO oksit içeriğini artırmak gerekmektedir (çift pişirime oranla).

2-Parlak opak viskoz fritler (“zirkonyum beyazı” veya “majolika” olarak bilinir)

a- Geleneksel çift pişirim için

Bu frit ve bir önceki grupta anlatılan fritler arasındaki tek fark opaklaştırılmış olmalarıdır. Karakteristik ve kompozisyon olarak benzerdirler. Opaklaştırma zirkonyum silikat yardımı ile olur, kompozisyona %8-14 arasında değişen oranlarda ilave edilir. Bu fritler, yüksek ve düşük sıcaklık fırınlama tiplerinin her ikisi için de, başlıca parlak beyaz sırların hazırlanmasında kullanılır.

b-Hızlı çift pişirim için

Temel olarak parlak saydam fritlerle aynıdır. Burada da hızlı pişirimle ergimenin uyumu için formülasyonda modifikasyonlara ihtiyaç vardır. Hızlı çift pişirim için uygun beyaz, opaklaştırılmış ve saydam fritlerin genleşme katsayısı, geleneksel çift pişirim için kullanılan fritlerden biraz daha yüksektir (lineer genleşme katsayısı $60 \cdot 10^{-7}$ ile $70 \cdot 10^{-7}$ arasındadır).

c-Poroz tek pişirim için

Zirkonyum silikat kullanımından ayrı olarak, parlak fritler için yukarıda belirtilen genel kavramlar uygulanır.

3-Mat fritler (CaO-ZnO-TiO₂)

a- Geleneksel çift pişirim için

Bu grup, uygun camsı baza büyük miktarlarda eklenen ve net devitrifikasyon karakteristiği gösteren tüm fritleri kapsamaktadır. Devitrifiye elementler: kalsiyum, baryum, çinko ve titanyumdur. İlk ikisi alkali-borlu camsı bazlarda normal olarak devitrifiye olurlarken, çinko ve titanyum kurşunlu bazlarda devitrifiye olurlar. Kalsiyum ve baryum matları kurşun içermezler, bu fritler ayrıca viskoz ve opaktır. Çinko matı fritler ergiyebilir, kurşunlu (%25-30 PbO) ve yarı-opaktır. Titanyum matı fritler de ergiyebilir, kurşunlu, örtücü (opaklaştırılmış) ve her zaman sarımsı renktedir. Genelde mat sırların hazırlanmasında veya diğerlerinin düzeltilmesinde kullanılır. Birçok durumda frite, hammaddelerden almak yerine, ZnO-CaO-BaO-TiO₂ ilavesi tercih edilir. Bu durum, higroskopik hammaddeleri (ZnO) veya CO₂ gibi uçucu maddeleri içeren karbonatları (CaCO₃-BaCO₃) kullanmayı önlemek içindir.

b-Hızlı çift pişirim için

Bu fritler geleneksel fırınlanan fritlere göre farklılıklar gösterirler, uygulandıkları teknoloji nedeniyle serbest alümina ve zirkonyum yüksek yüzdelerde uygulanır, bu hızlı pişirimde mümkün değildir.

c- Poroz tek pişirim için

Bu fritlerin hızlı çift pişirim için uygun olan fritlerden, yüksek kurşun içeriği dışında (>%10) önemli formülasyon farkları yoktur.

4- Parlak, saydam orta derece ergiyebilir fritler

Bunlar kristal viskoz fritlerden daha ergiyebilir olmaları ile ayrılırlar.

Silika yüzdesi %35-50 oranına düşer, ergitici elementlerin (Na_2O - K_2O - PbO - B_2O_3 - Li_2O) miktarı ise %30-40 oranına kadara yükselir. Bu fritler düşük sıcaklıkta fırınlanan sırların hazırlanmasında kullanılır. Ara sıra yüksek sıcaklıkta fırınlanan sırların hazırlanmasında da düşük yüzdelerde kullanılır (örneğin “deri” ve “inci görünümlü” sırlar).

5-Ergitici fritler (kurşunlu ve kurşunsuz)

Bu fritler yüksek ergitici özelliklidir. Kullanılan ergitici elementine göre, kurşunlu (kurşun silikatlar) veya kurşunsuz (borlu-alkali veya alkali-borlu ergiticiler) olabilirler. Bazı sırlarda bu fritler düşük yüzdelerde kullanılır. Kullanılmalarındaki amaç ergitici elementleri sıra ilave etmektir aksi takdirde suda çözünür (alkali ve bor) veya zehirli (kurşun) hammaddeler olarak kullanmak mümkün değildir. Bu gruba ait fritler elek baskı boyalarında, bazı hazırlama bazlarında ve bazı püskürtme tabancası alev etkileri için kullanılır. Sır pişirim sıcaklığı arttıkça bu fritlerin kullanımı azalır ve yüksek sıcaklıklarda tamamen kullanılmazlar. Kurşun borosilikat ergiticiler ve lityum kurşunsuz ergiticiler bu gruba dâhildir. Kurşun borosilikat “Monobor” ve “Lüster” fritlerini içerir, yaklaşık kompozisyonları şöyledir:

Monobor : PbO %68-70, B_2O_3 %15-20, SiO_2 %10-15

Lüster : PbO %40-45, B_2O_3 %18-20, SiO_2 %33-38

Yüksek ergiyebilirliğe ek olarak, bu fritler güçlü reaktiviteleri ile karakterize olurlar, fırınlama esnasında temas ettikleri gövdeye ve tüm sırlara, hücum etme ve nüfuz etmeye karşı belirgin eğilimleri vardır.

Bu fritler sadece düşük sıcaklıkta fırınlanan bazı reaktif sırlarda kullanılır ve her zaman düşük yüzdelerde ilave edilir (özel “parçalanmış”, “stone” ve “damarlı” sırlar hariç). Yüksek sıcaklıkta pişirilen sırların ve renklerin hazırlanmasında bu fritlerin kullanımı çok nadirdir.

6- Ergimede renklenen fritler

Bu fritler önceki gruplardaki fritlerden renkli olmalarından dolayı farklıdır. Eğer renklendirme için olamasalardı, kolaylıkla grup 2 ve grup 3 içine dâhil edilerek sınıflandırılabilirlerdi. Genelde kullanılan renklendirme elementleri demir, kobalt, mangan, bakır, kadmiyum ve selenyumdur. Kadmiyum ve selenyum fritleri, başka bir şekilde üretilemeyen, kişisel sırları elde etmek için kullanılır.

Renkli fritler sadece bazı renkli saydamları veya alev ya da disk uygulamalarında kararlı formda renklendirici ilave etmek için kullanılır (Sacmi 2010: 144-148).

1.2.5. Mikroyapı

Mikroyapı tasarımında iki anahtar parametre öne çıkmaktadır; kompozisyon ve süreç değişkenleri... Çömlek sırası oluşturmada seçilecek fritin kompozisyonu kadar; fırın rejimi ve atmosferi gibi süreç değişkenleri de son mikro yapıyı belirlemede etkin rol oynamaktadır. Fritlerde kompozisyon değişikliklerinin; sırnın ısıl davranışı (sinterleme ve kristalizasyon prosesleri) üzerindeki dolayısıyla da son mikroyapı ve sırnın optik özellikleri (renk, matlık & parlaklık vb.) üzerindeki etkileri bulunmaktadır (Yıldız 2010: 8).

1.3. Avanos Bölgesinde Kullanılan Hammaddeler ve Kimyasal Özellikleri

Avanos’un güneybatı-kuzeybatı ve civar köylerinde, çömlekçiliğe uygun yataklar bulunmaktadır. Bölgenin ustaları, hassas ürün kalitesi aranmayan bir defa kullanılabilen ya da kaba mal olarak ifade edilen ürünler için (testi kebabı için kullanılan testiler gibi) bünye reçetesi hazırlıyorsa, çatlamayı engellemek amacıyla içerisine kum ilavesi yapmaktadır.

Çanak-çömlek yapımında kullanılan topraklar üçe ayrılır:

1-Gevşek (yumuşak) toprak: Yapısında kuvars miktarı fazladır. Büyük parçaların üretimine elverişli olmayan bu toprağı işlenmesi oldukça zordur. Avantajı ise ürünlerin fire vermeyip, fırından sağlam çıkmalarıdır.

2- Yağlı (sert) toprak: İşlenmesi kolay olup, moleköl bağları birbirini sıkıca tutmuştur. Katkısız kullanıldığı zaman pişirilme sırasında kırılır.

3- Milli toprak: Kumlu olan bu toprak, Kızılırmak'ın kavisinden alınır. Çamur hazırlamada katkı maddesi olarak kullanılır (Ünal 1989: 6-14).

Sırlı ürünlerde ise 750-950°C arasında bisküvi pişirimi yapıldıktan sonra sırlama işlemi yapılmaktadır (Hayırsever 1997: 8). Literatürde Avanos çömlek sırnın bileşimi belirtilmemekle birlikte yöredeki topraklardan hazırlanan sırn çok ince elenmesi ve ince bezden süzülmesi gerektiği belirtilmiştir (Ünal 1989: 6-14; Hayırsever 1997: 8). Ancak Kınık çömleklerinin sırlarının %80 boraks, %10 kaolin veya kuvars, % 10 kil karışımından oluştuğu ve öğütme işleminin "sır kayası" adı verilen bir tür değirmende yapıldığı belirtilmektedir (Ünal 1989: 6-14). Başka bir çalışmada boraks içeren sırların yanında kurşunlu sırların da kullanıldığı belirtilmiştir (Erđinç 2004: i). Üst sınır kurşun çözünürlüğü değerinin Sofra Eşyası Standartlarına (TS 10850) göre 5 mg/dm³ olması gerekmektedir. Çömlek sırlarına yönelik tez çalışmaları bu nedenle kurşunsuz sır reçeteleri geliştirmeye yönelik gerçekleştirilmiştir (Erđinç 2004: i; Çakar 1993: i). Avanos çömlekçi çamuru üzerine ham sır üstü (mayolika) dekor uygulamasında ise Avanos ilçesinin çömlekçi çamurundan yapılan seramik formları, beyaz opak sır ile sırlayıp, ham sır üzerine mayolika dekoru uygulanması ile 1050°C'de pişirilmiştir (Demir 2011: i).

Araştırma kapsamında kullanılan hammaddeler aşağıda listelenmiştir:

Hammadde 1. Ayhan köyü tarafından çıkan kırmızı toprak.

Hammadde 2. Ayhan köyü tarafından çıkan mil.*

Hammadde 3. Bölge ustalarının Kavak Alilerin sert olarak adlandırdığı toprak.

Hammadde 4. Kayaç.

Hammadde 5. Ayhan köyü tarafından çıkan mil.*

Hammadde 6. Bölge ustalarının Kavak Alilerin sert olarak adlandırdığı toprak.

Hammadde 7. Bölge ustalarının Kavak Alilerin gevşek olarak adlandırdığı toprak.

Hammadde 8. Özsüz Avanos kaolini (Şekil 3).

* Hammadde 2 ve 5 Ayhan köyü tarafından alınmıştır ancak farklı kil yataklarından elde edilmiştir.

Ayhan köyü tarafından çıkan mil, reçetede çok kullanılırsa çamurun küçölme oranı artmaktadır. Mil'de kırmızı demir oksit oranı yüksek olduğundan bünyenin rengi kırmızı çıkmaktadır. Hammadde 2 ve 5 aynı bölgede çıkmaktadır. Ancak kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında her ikisi arasında küçük farklılıklar olduğü gözlenmiştir. Örneğin; 2 numaralı hammaddede Kalsit, İllit, Kuvars, Kaolinit, Kalsiyum Alüminyum Oksit bulunurken, 5 numaralı hammaddede Kalsit, Muskovit, Kuvars, Amesit, Kalsiyum Alüminyum Oksit olduğü belirlenmiştir. Hammadde 6'nın Kalsit oranı, Hammadde 3'e göre daha fazla çıkmıştır. Görölüyor ki, birbirine yakın yataklardan alınmasına rağmen, yağmur sularının zamanla taşıyarak hammaddelerin yer değiştirmesi sonucu çeşitli farklılıklar gözlenmektedir.



Şekil 3. Özsüz kil (kaolin) yatağı, Avanos.

Bu hammaddeler dışında, Gülşehir yolu üzerinde Kızılöz Mevkii'nde yer alan Yakındağ'dan sert toprak, çay kumu (Zelve çayının geçtiği bir bölge), Çatalağaç gibi farklı bölgelerden alınarak hazırlanan çamur karışımlarını kullanan ustalarımız bulunmaktadır. Avanos ve yakınlarında çıkan kil yataklarının bir kısmından kireç çıktığı için, bölgenin ustaları kendi çamurlarını farklı şehirlerden getirdikleri topraklarla karıştırarak elde etmektedirler. Kütahya, Kınık, Bilecik'ten getirilen hazır çamurları kullanan ustaların yanı sıra Salihli, Bartın, Osmancık ve Yozgat'tan aldıkları toprakları Avanos bölgesinden çıkan topraklarla karıştırarak kendilerine özel reçete hazırlayan ustalarımız bulunmaktadır. Şekil 4'te Ayhan ve Avanos bölgelerinden alınan topraklarla çömlek çamuru hazırlayan bir imalathane görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4. Avanos çömlek çamuru imalathanesi, Güray Seramik.

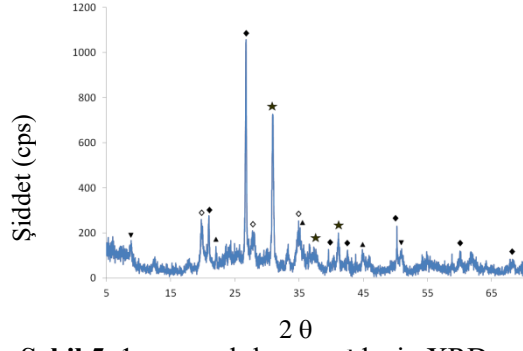
Bu araştırmada, Avanos bölgesine ait yataklardan elde edilen çamur bünyeler üzerine sıradan araştırmaları yapılacağından, sırda kullanılmak üzere yine bölgenin yataklarından çıkan hammaddeler seçilerek kimyasal analizleri yapılmıştır. Analizler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Hammaddelerin kimyasal analizi (%).

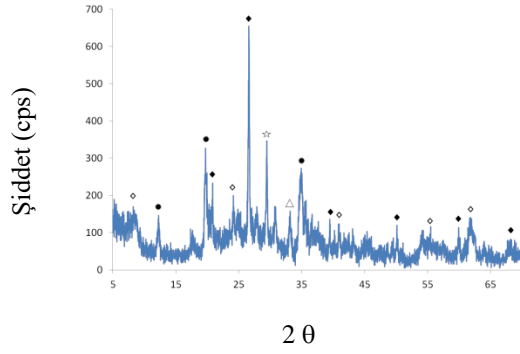
Hammaddeler	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	BaO	A.Z.*
1	46,63	26,01	7,13	5,85	5,61	0,76	4,63	0,11	0,13	0,11	0,61	0,06	-	12,38
2	46,52	21,45	7,01	4,66	2,92	0,57	4,89	0,09	0,10	0,09	0,53	0,14	-	11,02
3	49,64	18,21	7,93	5,19	2,28	0,70	4,38	0,14	0,09	0,12	0,73	0,06	-	10,53
4	72,22	12,33	1,31	0,87	-	4,08	4,68	-	0,07	0,08	0,08	-	0,24	4,04
5	46,68	20,09	7,01	5,38	2,77	0,77	4,57	0,09	0,12	0,11	0,53	0,14	-	11,74
6	43,13	13,18	6,33	14,21	2,00	0,28	3,12	0,13	0,18	0,11	0,57	0,26	-	16,49
7	54,83	9,66	3,62	13,23	1,05	0,78	2,78	0,07	0,09	0,12	0,43	-	0,22	13,14
8	70,67	11,83	1,32	1,34	0,35	2,17	4,56	-	-	0,09	0,15	-	-	7,51

*A.Z.: Ateş Zaiyatı

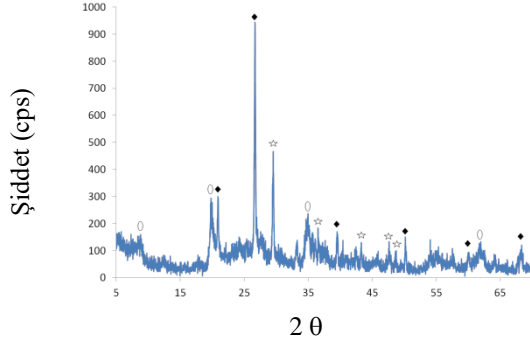
Firit ve sır reçetelerini hazırlamak amacıyla bölgeden temin edilen hammaddeler kodlanmıştır. Hammaddelerin kimyasal analizi, X-ışınları floresans spektrometresi XRF-Rigaku ZSX Primus ile (Tablo 1); faz analizi ise Rigaku Rint 2200 ile 4°/dk tarama hızıyla 2θ, 5°'den 70°'ye tarama yapılarak 40 kV ve 30 mA'da (Şekil 5-12) gerçekleştirilmiştir.



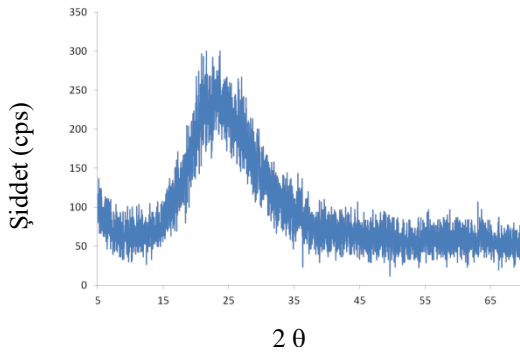
Şekil 5. 1 numaralı hammaddenin XRD analizi.
(☆:Dolomit, ◇:İllit, ◆:Kuvars, ▼:Biotit, ▲:Ankerit).



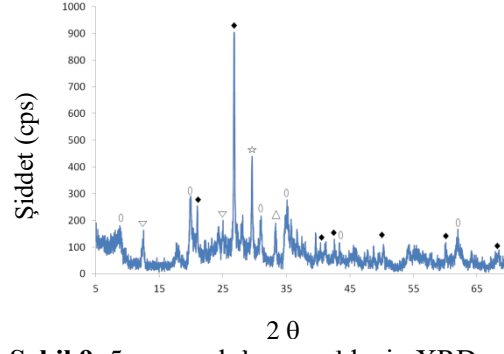
Şekil 6. 2 numaralı hammaddenin XRD analizi.
(☆:Kalsit, ◇:İllit, ◆:Kuvars, ●:Kaolinit, Δ:Kalsiyum Alüminyum Oksit).



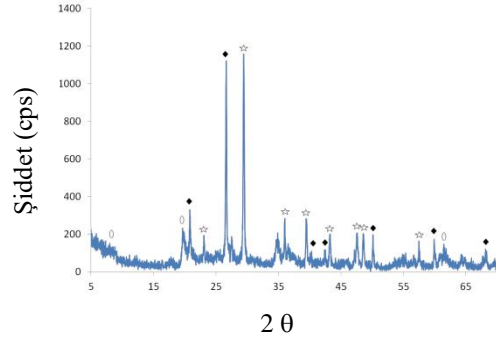
Şekil 7. 3 numaralı hammaddenin XRD analizi (☆:Kalsit, ○:Muskovit, ◆:Kuvars).



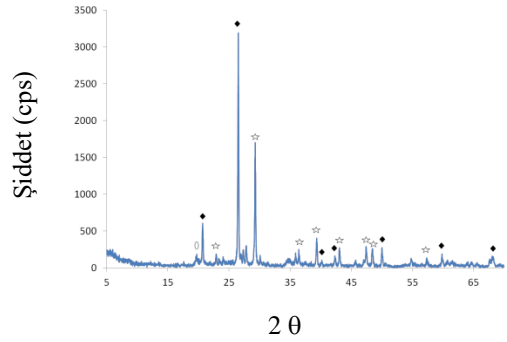
Şekil 8. 4 numaralı hammaddenin XRD analizi (Camsı faz).



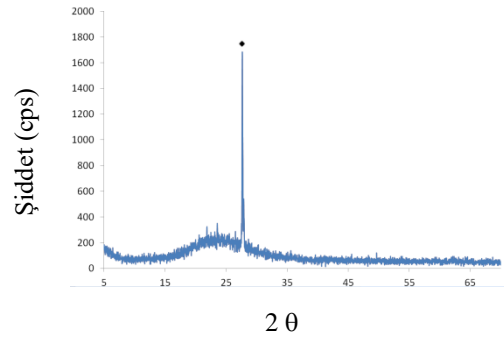
Şekil 9. 5 numaralı hammaddenin XRD analizi.
(☆:Kalsit, 0:Muskovit, ◆ :Kuvars, ▽:Amesit, △:Kalsiyum Alüminyum Oksit).



Şekil 10. 6 numaralı hammaddenin XRD analizi (☆:Kalsit, 0:Muskovit, ◆ :Kuvars).



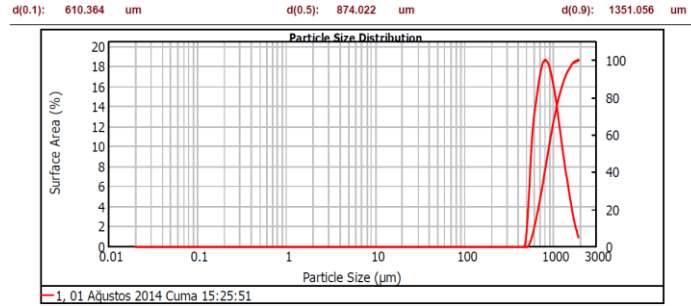
Şekil 11. 7 numaralı hammaddenin XRD analizi (☆:Kalsit, 0:Muskovit, ◆ :Kuvars).



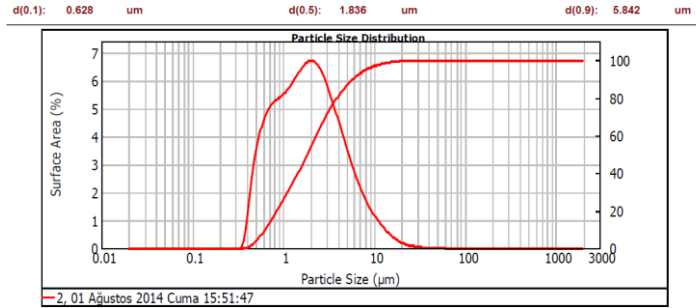
Şekil 12. 8 numaralı hammaddenin XRD analizi (◆ :Kuvars).

Hammaddelerin tane boyutu küçüldüğünde, tanelerin toplam yüzey alanı artmaktadır. Yüzey alanının artması tanelerin temas yüzeyinin artmasını sağlamaktadır. Bünyede kullanılan hammaddelerin tane boyutunun küçük olmasına bağlı olarak temas yüzeylerinin artması

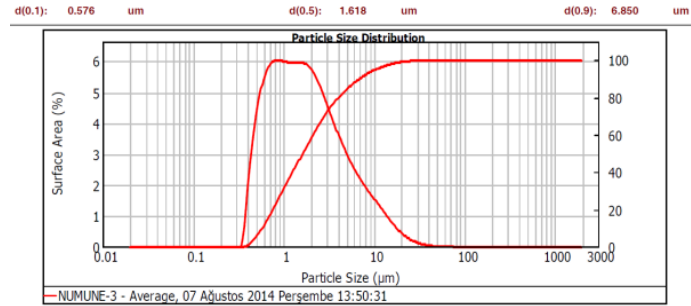
sinterlemeyi kolaylaştırmaktadır. Firit hazırlamada kullanılacak hammaddelerin tane boyutunun küçük olması da krozede homojen bir eriyik elde etmeyi sağlamaktadır. Kullanılacak hammaddelerin türüne göre yüzeysel ya da hacimsel olmak üzere tane boyut analizi yapılmıştır. Kil ve kaolinler yüzeysel ölçüme, kayaç ise hacimsel ölçüme tabi tutulmuştur. 8 numaralı hammadde suda açılmadığı için ölçüm yapılamamıştır. Analiz grafikleri şekil 13'te verilmiştir.



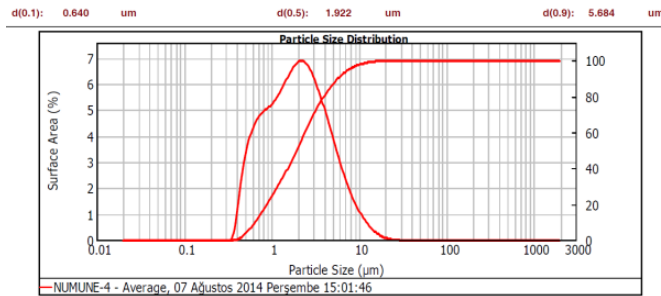
(a)



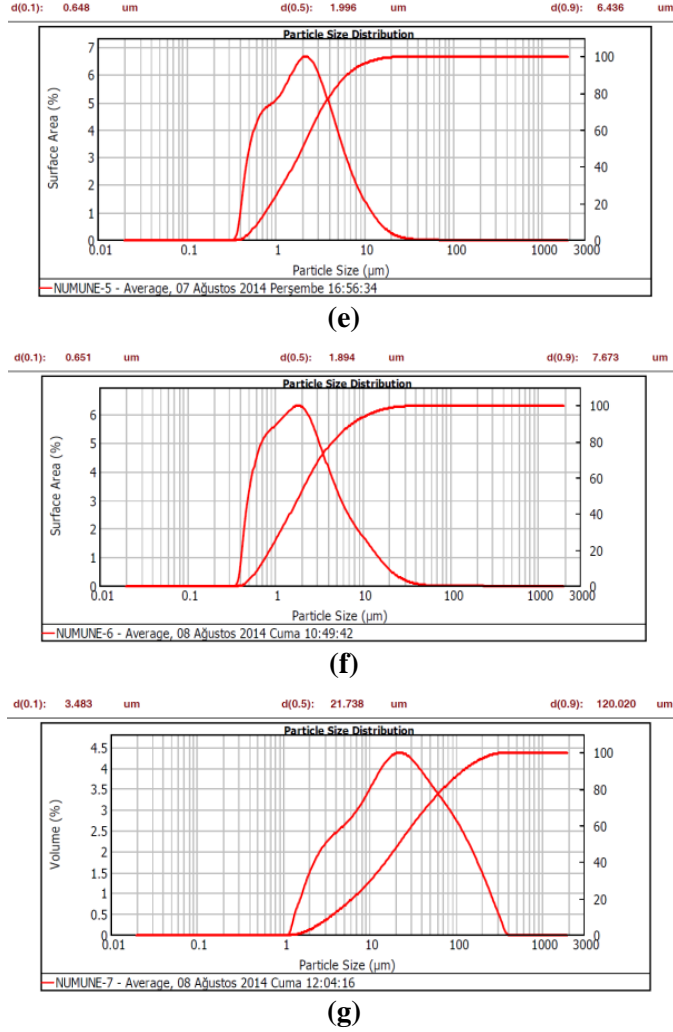
(b)



(c)



(d)



Şekil 13. (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4, (e) 5, (f) 6, (g) 7 numaralı hammaddeler için tane boyut dağılımları.

Dilatometre, bünyenin ve sırların ısıl genişlemesini ölçmek için kullanılır. Bu testte 5 cm uzunluğunda özel olarak hazırlanan numune, küçük bir fırının içindeki pişmiş silikadan yapılmış tüpün içerisinde yatay olarak yerleştirilir. Daha sonra kontrollü bir hızla ısıtılır, numunenin ısıl genişmesi takip edilir ve uzama miktarı mikro metre biriminde düzenli aralıklarla ölçülür. Numunenin konulduğu silika tüpünün genişmesi yönünden aritmetik bir dengelemenin yapılması gerekir. Böylece doğrusal genişme kesin olarak belirlenir ve genellikle 20°C-400 °C arasındaki doğrusal genişme yüzdesi olarak ifade edilir. Seramik bünyelerin ve sırların çatlama direncinin kontrol edilmesinde ve ısıl şok direnci analizlerinde, ısıl genişme ölçümleri çok önemlidir (Fraser 2010: 171). Üretilecek sır reçetelerinde sır ve bünye uyumunun tespiti için uygulanan analizlerde; sıcaklığa bağlı olarak gerçekleşen uzama miktarı ölçülmüş ve ısıl genişme katsayıları hesaplanmıştır.

2. YÖNTEM

Firit ve sır reçetelerini hazırlamak amacıyla bölgeden temin edilen ve kodlanan hammaddelerin %'sel olarak belirlenen kimyasal analizleri Seger hesaplamalarında kolaylık sağlaması açısından mol'e çevrilmiştir (Tablo 2). Hammadde içindeki molü 0.005 molün altında bulunan oksitler tabloda gösterilmemiştir. Çömlek sırlarının çatlaksız olarak üretilmesi hedeflenmektedir. Sırı oluşturacak firitlerin Seger reçeteleri ($1RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$) belirlenmiş ve bölgemizdeki hammaddeler kullanılarak kompozisyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan firit

kompozisyonlarının her biri krozelere 200 gr tartılmış, Protherm plf 150/9 fırında 5 °C/dk ısıtma hızıyla 1350°C'ye çıkılarak ve en yüksek sıcakta 1 saat tutularak ergitilmiştir. Ergiyen frit kompozisyonları fırından çıkarılarak suda şoklanmıştır. 1 numaralı reçete ergimiştir. Fakat krozeden suya dökülememiştir. Ergitme sıcaklığı 2 numaralı reçete için yeterli gelmemiştir. 2 numaralı sır, krozedeki ergimeden kalmıştır. 3, 4 ve 5 numaralı reçetelerden elde edilen fritler jet değirmenlerde %60 su ilavesi ile yarım saat öğütülmüş ve 45 mikronluk elekten geçirilerek Güray Seramik ve Ava Seramik Üretim Merkezi tarafından hazırlanan iki farklı Avanos çömlek bünyesine uygulanmıştır. Sırlı bünyeler Protherm plf 150/9 fırında 5°C/dk ısıtma hızıyla 1000°C'ye çıkılarak ve en yüksek sıcaklıkta 1 saat tutularak sinterlenmiştir (Şekil 14). Bünyelerle birlikte dilatometre için hazırlanan sır ve bünye numuneleri de sinterlenmiştir. Dilatometre numuneleri cihaza yerleştirilmek üzere 50 mm x 5 mm x 5 mm ebatlarında hassas kesme cihazında kesilmiştir. Netzsch marka dilatometre cihazında 10°C/dk ısıtma hızıyla 650°C'ye kadar ısıtılarak uzama miktarları tespit edilmiştir (Şekil 15).

580°C altındaki sıcaklıklarda 4 ve 5 numaralı sırlar, bünyelere göre daha fazla uzama göstermiştir. 3 numaralı sırlar ise 580°C altındaki sıcaklıklarda uzaması en düşüktür. Sır ve bünyelerin 20-400°C arasındaki ısı genleşme katsayıları da hesaplanarak Tablo 3'te verilmiştir. Kullanım esnasında bir problem yaşanmaması için sırların ısı genleşme katsayısının bünyeninkinden daha küçük olması ve aradaki ısı genleşme katsayısı farkının en fazla $5 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ olması gerekmektedir. Güray Seramik ve Ava Seramik Üretim Merkezi'nin çömlek bünyelerinin ısı genleşme katsayıları sırasıyla $67 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ve $68 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 'dir. Bünyelerin ısı genleşme katsayıları yaklaşık aynıdır. Her iki bünyenin ısı genleşme katsayısından küçük ve aradaki farkın $5 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 'den az olduğu sır kompozisyonu sadece 3 numaralı sırdır. Bu sır ile sırlanan bünyeler hiçbir çatlama olmadan pişirme işlemlerinde kullanılabilir. 5 numaralı sırların sinterleme işlemi sonrasında her iki bünyede de çatladığı görülmektedir (Şekil 14). Fırından çıkarıldıktan sonra 4 numaralı sırların yüzeyinde çatlak oluşumu görülmemiştir. Çömleklerin 4 numaralı sırla sırlandığı takdirde kullanım esnasında ısıtma-soğuma esnasında oluşan genleşme farkına bağlı olarak çatlayacağı düşünülmektedir. Çünkü ısı genleşme katsayısı bünyelerinkinden çok yüksektir.

Tablo 2. Hammaddelerin kimyasal analizi (mol olarak).

Hammadde	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂
1	0,777	0,255	0,044	0,104	0,140	0,012	0,049	0	0	0	0,007
2	0,775	0,210	0,043	0,083	0,073	0,009	0,052	0	0	0	0,006
3	0,827	0,178	0,049	0,092	0,057	0,011	0,046	0	0	0	0,009
4	1,203	0,120	0,008	0,015	0	0,065	0,049	0	0	0	0
5	0,778	0,196	0,043	0,096	0,069	0,012	0,048	0	0	0	0,006
6	0,718	0,129	0,039	0,253	0,05	0,004	0,033	0	0	0	0,007
7	0,913	0,094	0,022	0,236	0,026	0,012	0,029	0	0	0	0,005
8	1,177	0,115	0,008	0,023	0,008	0,035	0,048	0	0	0	0

Reçete 1

1 RO	x R ₂ O ₃	y RO ₂
0,543 CaO	0,553 Al ₂ O ₃	0,016 TiO ₂
0,10 MgO	0,097 Fe ₂ O ₃	4,412 SiO ₂
0,169 Na ₂ O		1,4 B ₂ O ₃
0,187 K ₂ O		

Bölgemizin hammaddelerinden 4 ve 6 numaralı hammaddeler kullanılarak reçete 1 hazırlanmıştır. 2,48 mol 4 numaralı hammadde ve 2 mol 6 numaralı hammadde kullanılmıştır. Ayrıca borik asit de ergiticiliği kolaylaştırmak üzere 1,4 mol olarak ilave edilmiştir.

Hammaddeler (ağ. %):

Hammadde 4: 46,37

Hammadde 6: 37,39

Borik asit: 16,23

Toplam: 99,99 gr

Reçete 2

1 RO	x R ₂ O ₃	y RO ₂
0,593 CaO	0,532 Al ₂ O ₃	0,017 TiO ₂
0,198 MgO	0,094 Fe ₂ O ₃	3,521 SiO ₂
0,063 Na ₂ O		1,4 B ₂ O ₃
0,144 K ₂ O		

Hammaddelerden 1, 7 ve 8 numaralı hammaddeler kullanılarak reçete 2 hazırlanmıştır. 1 mol 1 numaralı hammadde, 2 mol 7 numaralı hammadde ve 0,78 mol 8 numaralı hammadde kullanılmıştır. Borik asit Reçete 1'de belirlenen miktarda 1,4 mol olarak ilave edilmiştir.

Hammaddeler (ağ. %):

Hammadde 1: 21,51

Hammadde 7: 43,03

Hammadde 8: 16,78

Borik asit: 18,67

Toplam: 99,99 gr

Reçete 3

1 RO	x R ₂ O ₃	y RO ₂
0,40 CaO	0,25 Al ₂ O ₃	2,8 SiO ₂
0,60 Na ₂ O		0,30 B ₂ O ₃

Hammaddeler (ağ. %):

CaO: 6,59

Boraks: 33,75

Özsüz Avanos Kaolini (Hammadde 8): 18,99

Kuars: 40,64

Toplam: 99,97 gr

Reçete 4

1 RO	x R ₂ O ₃	y RO ₂
0,40 CaO	0,30 Al ₂ O ₃	2,0 SiO ₂
0,10 BaO		0,60 B ₂ O ₃
0,20 ZnO		
0,30 MgCO ₃		

Hammaddeler (ağ. %):

Kolemanit: 25,17

BaCO₃: 6,01

MgCO₃: 7,69

ZnO: 4,95

Hammadde 8: 29,31

TiO₂: 4,87

Kuvars: 22

Toplam: 100,00

Recete 5

1 RO	x R ₂ O ₃	y RO ₂
0,80 Na ₂ O	0,20Al ₂ O ₃	2,3 SiO ₂
0,10 MgO		0,40 B ₂ O ₃
0,10 ZnO		

Hammaddeler (ağ. %):

Boraks: 54

MgO: 1,41

ZnO: 2,86

Hammadde 8: 18,26

Kuvars: 23,36

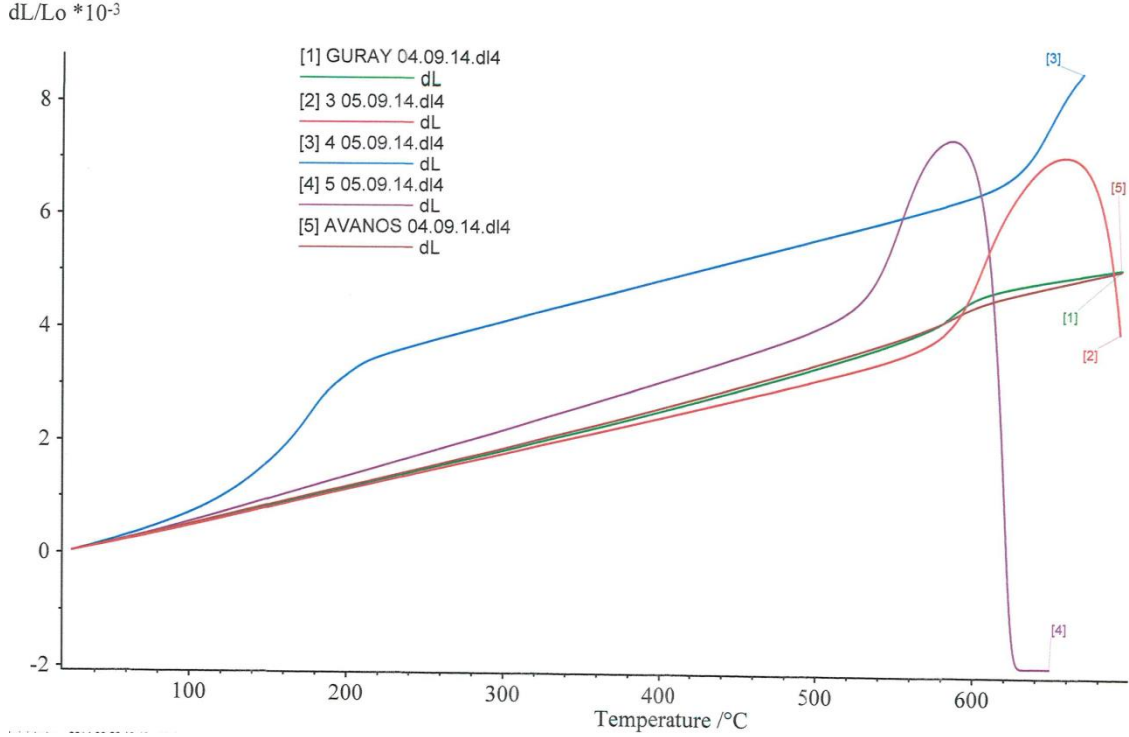
Toplam:99,89

Tablo 3. Numunelere göre ısıl genişleme katsayıları.

Numune	Isıl genişleme katsayısı (°C ⁻¹)
Güray Seramik'in çömlek bünyesi	67.10 ⁻⁷
3 numaralı sır	64.10 ⁻⁷
4 numaralı sır	129.10 ⁻⁷
5 numaralı sır	81.10 ⁻⁷
Ava Seramik-Sır Üretim Merkezi'nin çömlek bünyesi	68.10 ⁻⁷



Sinterlenen sırlı numuneler.



Şekil 15. Numunelerin dilatometre eğrileri (**1:** Güray Seramik'in çömlek bünyesi, **2:** 3 numaralı sır, **3:** 4 numaralı sır, **4:** 5 numaralı sır, **5:** Ava Seramik Üretim Merkezi'nin çömlek bünyesi).

3. SONUÇ

Isıl genleşme katsayısının belirlenmesi, üründe zaman içerisinde görülebilecek problemleri önceden tespit etmeyi sağlamaktadır. Sır-bünye uyumunun olabilmesi için sıranın ısıl genleşme katsayısının bünyeden küçük olması ve aradaki farkın da en fazla $5 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ olmasıyla mümkün olmaktadır. Araştırmanın sonucunda çömlek bünyeleri üzerine uygulandığında çatlak oluşumu gerçekleşecek ve çatlak oluşmayacak sır kompozisyonları belirlenmiştir.

3 numaralı sır reçetesinin ısıl genleşme katsayısı açısından Avanos çömlüklerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu sır ile sırlanan çömlüklerde pişirme işlemleri sırasında herhangi bir çatlama görülmeyecektir. Çömlüklerde güven içinde pek çok defa yemek pişirilebilecek, endüstriyel amaçlı kullanılabilir ve ürünlerde problem olmayacaktır. 4 ve 5 numaralı sırlar, artistik amaçlı kullanılabilir yapıdadır.

4. ÖNERİLER

- 3, 4 ve 5 numaralı sırlara renklendirici oksitler ve pigment boyalar katılarak farklı tonlarda renkli sırlar elde edilebilir.
- Avanos bölgesinde yer alan kil yatakları ve hammaddeler özellikle çömlekçilikte plastikliği ve çömlek tornasında başarıyla çekilmesine uygunluğu açısından önemli bir yere sahiptir. Tek sorun bünyenin içine karışan kireçtir. Kireç sorununu çözmek için bir yolu, ürünleri bisküvi pişiriminden sonra suda bekletmektir. Ancak bu kesin bir sonuç değildir. Avanos ustaları, Avanos'un odun yakıtlı yöresel Kara Fırınında 700°C civarında ilk pişirimi yapmaktadırlar. Bu ısı kireç taşının çömlekten uzaklaşma sıcaklığının altında kalmaktadır. Kireç sorununun çözümlenebilmesi için bisküvi pişiriminin $700-750^\circ\text{C}$ 'de değil daha yüksek derecelerde yapılması gerekmektedir. Böylece karbonatların çömleğin yapısından uzaklaşması sağlanacak ve atmalar engellenebilecektir.

- Hazırlanan sırların ergime davranışının analizi yapılması, sırlı pişirim sıcaklığının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Elde edilen ürünlerin mikro yapılarının taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesi ise oluşan kristallerle ilgili kıyaslama yapmayı sağlayacaktır. Araştırmanın ilerleyen aşamalarında sırların ergime davranışının belirlenmesi ve elektron mikroskobu ile mikroyapılarının karakterizasyonu üzerinde çalışmalar yapılacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı finanse eden Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi'ne (NEÜBAP13F45 No'lu Bilimsel Araştırma Projesi), desteğinden dolayı Prof. Dr. Ferhat KARA'ya, yardımlarından dolayı Arş. Gör. Aybike KARAKURT, Seramik Teknisyenleri Sn. Seyfi YAMAK, Sn. Mustafa ÇOBANCI ve Sn. Göksel YILMAZ'a teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

Pekkan, Keriman (2009). *Zirkonsuz Opak Firit Üretimi ve Hızlı Pişirim Duvar Karosu Sırlarının Geliştirilmesi*. Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Gönül, Arzu (2005). *ZrO₂-CaO-MgO-SiO₂ (ZrCMS) Firit Esaslı, Yüksek Aşınma Dayanımlı Yer Karosu Sırlarının Geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Arcasoy, Ateş (1986). *Seramik Teknolojisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Anasanat Dalı Yayınları.

Sacmi (2010). *Uygulamalı Seramik Teknolojisi 1*. ed. Rasih Ener Oyman, çev. İlker Özkan.

Yıldız, Betül (2010). *Diopsit Esaslı Duvar Karosu Sır ve Angoplarının Geliştirilmesi*. Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Ünal, Serap (1989). *Avanos ve Kınık Çömlekçiliğinden Kişisel Yorumlara*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Hayırsever, Bengütay (1997). *Avanos Çömlekçiliği*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Erdoğan, M. Ercin (2004). *Kınık (Pazaryeri-Bilecik) Çömlekçiliğinin Sorunları, Kilinin Karakterizasyonu, Çömleklerine B₂O₃ İçerikli Transparant ve Renkli Sır Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi.

Çakar, Duygu (1993). *Çömlekçi Çamuruna Uygun Kurşunsuz Ham Sır Araştırması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.

Demir, Oğuzhan (2011). *Avanos Çömlekçi Çamuru Üzerine Ham Sırüstü (Mayolika) Dekor Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi.