

MİKRODALGA FIRINDA RAKU PİŞİRİM TEKNİĞİ DENEMELERİ

Melda GENÇ

Dr. Öğretim Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, melda.genc@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2125-8732

Genç, Melda. "Mikrodalga Fırında Raku Pişirim Tekniği Denemeleri". idil, 116 (2025/1): s. 13-29. doi: 10.7816/idil-14-116-02

ÖZ

Günümüzde sanatçılar farklı alternatif pişirme tekniklerini özgün bir ifade yaratabilmek amacıyla yorumlamaktadır. Farklı pişirim tekniklerine bir alternatif sunan mikrodalga fırınlar sanatçılara yeni imkânlar sunmaktadır. Evlerimizde gıdalarımızı hızlı pişirmek için kullandığımız mikrodalga fırınlar içerisine 'Mikrodalga füzyon fırınları' olarak adı geçen bu küçük fırınlar yerleştirilerek pişirim yapılmaktadır. Küçük ölçekte cam aksesuarlar için yapılmış endüksiyon bazlı fırınlar olarak tasarlanmış olsa da seramik pişirim yapıldığı da görülmektedir. Düşük sıcaklıkta küçük seramiklerin pişirilmesi bakımından alternatif bir pişirim tekniği sunmaktadır. Geleneksel pişirme yöntemlerinde bisküvi ve sır pişirimleri oldukça uzun sürmekte ve enerji harcadığı düşünüldüğünde 'Mikrodalga füzyon fırınları' ile hangi seramik pişirimlerinin yapılabileceği bu çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Bu bağlamda düşük sıcaklıkta yapılan pişirim tekniklerinden Raku Pişirim Tekniği seçilmiştir. Farklı kil bünyeler üzerinde farklı sır denemeleriyle birlikte raku pişirim tekniğinin süreci uygulamalar ile analiz edilmiştir. Bu çalışma ile mikrodalga fırınlarda alternatif pişirim teknikleri ile sanatçılara alternatif bir pişirim tekniği sunması ve literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikrodalga, Mikrodalga pişirim, seramik, raku pişirim

Makale Bilgisi:

Geliş: 19 Ağustos 2024

Düzeltilme: 26 Ekim 2024

Kabul: 20 Aralık 2024

Giriş

Günümüzde birçok farklı pişirim tekniği bulunmaktadır. Bu tekniklerde genellikle yakıt odun, gaz ve elektrik kullanılmaktadır. Mikrodalga enerjisini kullanan fırın örneklerine rastlamak mümkün olsa da yaygın değildir. Mikrodalga enerjisini kullanan küçük ölçekte yapılmış 'Mikrodalga füzyon fırınları' ev tipi mikrodalga fırınlara konabilecek şekilde tasarlanmıştır. Mikrodalga enerjisi yeni bir teknoloji olmayıp gıda işleme, ahşap kürlleme, tekstil, polimerler ve biyokimya gibi birçok düşük sıcaklık gerektiren alanlarda uygulanmaktadır. Çeşitli ürünlerin daha kısa sürede pişirilmesine etkili olan mikrodalga pişirim tekniğinin ev tipi fırınlar için kullanılması amaçlanmıştır. 'Mikrodalga füzyon fırınları' küçük ölçekte ve düşük sıcaklıkta pişirilmesi istenen seramikler için uygun bir ortam yaratmaktadır. 900 ile 1050 derece aralığında bir sıcaklıkta pişirim yapılan teknikler için uygun gözükmektedir. Bu çalışmada Raku pişirim tekniği denenmek istenmiştir. Raku tekniği düşük ısıda bisküvisi yapılan ürünlerin kurşunlu bir sır ile sırlanması ve redüktif ortama tabi tutulmasıdır. Raku tekniğinde elektrikli fırınlarda bisküvisi yapılan ürünler sırlanarak raku fırınlarına yerleştirilmektedir. Raku fırınlarının diğer fırınlardan ayıran özellik ürünlerin belirli bir sıcaklıkta iken kolayca çıkarılabilmesidir. Raku pişirim sürecinin Mikrodalga fırın ile pişirim sürecine uyarlanabilmesi için ilk olarak tekniğin nasıl ortaya çıktığına ve nasıl geliştiğine bakılmıştır. Daha sonrasında mikrodalga fırınlar ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonrasında Raku pişirim tekniğinin süreçleri 'Mikrodalga füzyon fırınları' ile farklı sır ve çamurlar ile gerçekleştirilmiştir.

Raku Pişirim Tekniğinin Tarihsel Gelişimi

Raku Pişirim tekniği tarihi Japon seramik tarihinde önemli bir yere sahiptir. Japon seramik sanatının gelişmesinde Zen Budizm etkili olmuştur. Zen rahiplerinin çay törenleri Raku pişirim tekniğinin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Jones, 1999: 9) Raku pişirim tekniğini anlayabilmek için ilk olarak bu pişirim tekniğinin ortaya çıkmasını sağlayan Zen Budizmi ve çay seremonilerinden bahsetmek gerekir.

Budizm MÖ. 6. yüzyılda Hindistan'da ortaya çıkmıştır. Daha sonra Çin ve Japonya'da da kabul görmüştür. Nara döneminde Japonlar Çin'den çay taşımışlardır. 729 yılında İmparator Şhomu Tenno' nun Sutralar okuyan Budist keşişlere çay ikram ettiği bilinmektedir (Piepenburg, 1998: 24). Sutralar sonrası çay ikram edilmesi zamanla gelenek haline gelmiştir. Bir zaman sonra Keşişler Kyoto yakınlarında törenler için çay yetiştirmeye başlamışlardır. 14. yüzyılın sonuna gelindiğinde çay içme Zen manastırından çıkarak aristokrasiye kadar yayılmıştır.

Murata Shuko japon çay seremonisinin ismi kurucusu olarak kabul edilir. Çay içme konusunda yeni bir felsefe benimsemiştir. Bu felsefe manevi uzlaşmaya yöneliktir ve yalınlık, ölçü kurallarından oluşmaktadır (Piepenburg, 1998: 26, Çobanlı, 1999: 13). Ev sahibi ve misafir arasında spiritüel bir bağ yaratılmak istenmiştir. Murata Shuko Japonya'daki ilk çay ustası olarak kabul edilmiştir. Daha sonra Shuko'nun öğrencisi Jo-o lüks ve sahtelikten kaçınma olarak tanımlanacak Wabi kavramını tanıtarak Shuko'nun teorilerini geliştirmiştir (Piepenburg, 1998: 26-27). Wabi ne gösterişli ne de heybetli olmayan duyguların doğal ifadesi olarak tanımlanmıştır ve Wabi ruhu çay seramonisinin özünü oluşturmaktadır (Piepenburg, 1998: 27). Wabi az ile yetinmeyi inzivayı ve huzuru anlatan bir kavramdır (Branfman, 2001: 25). Wabi'yi anlamak raku pişirim tekniğinin gelişimini büyük ölçüde belirlediği için önemlidir. Japon topluluğu tarafından Wabi tanımı "yalnızlık", "yoksulluk" veya "zamanın moda toplumunda olmamak" olarak yapılır. Wabi'nin "Zen ruhunu yansıtan Japon kültürünün tamamını karakterize ettiği" ifade edilir (aktaran Jones, 1999: 12).

Jo-o'nun öğrencisi olan Sen No Rikyu ise çay felsefesini mükemmelleştirerek doruğa taşımıştır. Sadelik ve doğal olanı vurgulayan bir anlayışa sahip olan çay seremonisi kültürü bu zamana kadar korunmuştur. Japonya'da çay seremonisinin sadece rahipler ve aristokratlar tarafından değil tüm insanlar tarafından yapılabilmesini mümkün kılmıştır (Piepenburg, 1998: 27).

Çay seremonisinin ruhani anlamının önemi çay içmek için kullanılan kapları da değerli kılmıştır. Mistisizmin de etkisiyle birlikte elde edilen ürünler kendine özgüdür (Jones, 1999: 9). Kaplar, Çay seremonisinin önemli bir parçası olarak kabul edilmiştir. Bu kapların ise yapımı Raku pişirim tekniğinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Raku pişirim tekniği bu bağlamda Zen felsefesi ile wabi idealinin temsil etmeye çalışmaktadır.

Rikyu daha sonra Chojiro adlı bir çömlekçi den çay seremonisi için kaplar yapmasını istemiştir (Jones, 1999: 12). Zamanla Rikyu' nun ve Chojiro'nun çalışmaları kap tasarımlarında oldukça etkili olmuştur. Bu kaplar "Şimdinin objesi" veya "Kyoto objesi" olarak adlandırılmıştır (Uymaz, 2016: 9). Chojiro ve oğulları Raku geleneğini devam ettirmişlerdir. Choriyo'nun çırağı Jokei'ye, Hideyoshi tarafından Choriyo'nun anısına verilen altın mührün üzerinde ferahlık, haz, zevk ve mutluluk anlamına gelen raku kanjisi bulunmaktadır (Piepenburg, 1998: 33, Branfman, 2001: 25). Zamanla Kyoto seramikleri olarak geçen bu pişirim tekniği

daha sonra Raku adıyla anılmıştır. Aile raku tekniğini geliştirmeye ve öğretmeye başlamıştır. Raku tekniğini öğrenerek bugün Japonya'nın hazinesi olarak kabul edilen Hanemi Koetsu, olağanüstü çay kaseleri yapılmıştır (Çobanlı 1995: 17). Chojiro'nun soyundan gelen Kichizaemon (Raku XV) kendi kuşağının önde gelen sanatçılarından biri olarak kabul edilmiştir. Ayrıca çay seremonisine ilişkin anlatımı ve anlayışı oldukça bilgili ve bilimseldir (Jones, 1999: 12).

Raku pişirim tekniğinin batıya olan serüveni ise İngiliz Seramik sanatçısı Bernard Howell Leach ile başlamıştır. Japonya'da uzun yıllar kaldıktan sonra 1920 yılında İngiltere'ye dönmüştür (Koçak, 2014: 5). Raku pişirim tekniğini batıya tanıtmıştır. "1940 yılında yayınlanan Bernard Leach A Potter's Book" kitabında raku tekniğinden bahsetmiştir (Koçak, 2014: 5, Jones, 1999: 10).

Bernard Leach deneyimini şu şekilde anlatmıştır;

"Uyuyan bir dürtü uyanmış olmalı, çünkü hemen bir öğretmen aramaya başladım ve kısa süre sonunda Ogata Kenzan'da bir öğretmen buldum" (Jones, 1999: 10).

Bernard Kenzan öğretmeni Kenzan VI'dan bir dizi sır tarifi aldıktan sonra Kenzan VII ünvanını devralmıştır (Jones, 1999: 10). Raku pişirim tekniğinin Amerika'ya getirenlerden birisi ise Warren Gilbertson olmuştur. Japonya'da aldığı raku üzerine olan eğitimiyle tekniği Amerika'da uygulayan ilk kişidir (Branfman,2001: 25-26). Hal Rieger genç yaşta Zen budizmine ilgi duymuştur. Ayrıca otuzlarının ortasına geldiğinde raku ve çömlekçilik ile ilgili birçok çalışma yapmıştır. 1940'ların sonuna doğru raku pişirim tekniği hakkında oldukça deneyim kazanmıştır (Branfman, 2001: 26). 1948 yılında Hal Riegger raku pişirim tekniği ile ilgili deneyler yapmış ve bu teknikle ilgili çalıştaylar düzenleyerek öğretmiştir. 1960 yılında raku kaplar üzerine denemeler yapmış çay seramiğinde kullanımın dışına çıkmayı başarmıştır (Branfman, 2001: 26). Hal Riegger deneysel çalışmalarından bahsettiği Raku Art and Technique, Elektrik Kiln Ceramics, Primitive Pottery kitapları ile literatüre katkı sağlamıştır (Branfman,2001: 26, Riegger, 2011: 3).

Hal Riegger ve Soldner birbirlerinden habersiz aynı zamanlarda Raku pişirim tekniklerini çalışmışlardır (Branfman,2001: 26). Asıl rakunun babası olarak sayılan isim ise Amerikalı sanatçı Paul Soldner'dir. Sadece çay seremonilerinde kullanılan tekniği farklı sanatsal çalışmalarında kullanmaya başlamıştır (Branfman,2001: 26). 1960 yıllarında Soldner stil, süreç ve sır formüllerini de araştırarak Raku tekniğini uyarlamaya çalışmıştır (Aris, 2015: 9, Jones, 1999: 21). Fırından aldığı çalışmayı kaldırımdaki biber yapraklarına sarması gibi tesadüfî teknikleri ile bir dizi planlı belirsizlik ile denemeye başlamıştır. Böylelikle bugünün Raku Pişirim Tekniğinin temelini oluşturmuştur (Jones, 1999: 21).

Rakunun yayılmasına yardımcı olan bir başka isim John Ramer Shrrill'dir. John tekniğin felsefesi ile birçok kaynağın olduğunu ancak pişirim tekniği ve fırınlarıyla ilgili bilgilerin kısıtlı olduğunu görmüştür (Genç, 2013: 186). Jean Griffith Washington Üniversitesi'nden mezun olduktan sonra birkaç kişiyle beraber Leach'in çalışmalarını temel alarak denemeler yapmıştır (Branfman,2001: 26).

Soldner, Riegger, Griffith ve diğer isimler çalışmalarıyla raku pişirim tekniğini başka bir seviyeye taşımışlardır. Raku pişirimi için genel olarak odun ve gazlı fırınlar tercih edilmektedir. Bu fırınların yapım ve yakıt kullanımına göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır (Tablo1). Odun fırınlarında yakıt olarak genelde ardıc ve çam ağacı kullanılmaktadır. Tuğladan yapıldıkları için fırında redüksiyon ortamı yaratmak kolaydır. Ayrıca işler alınırken fırın kapağı sıklıkla açıldığından fırın iç ısını korumasında odunlu fırın avantajlı olmaktadır. Odunlu fırınların dezavantajı ise sırn erime noktasına gelmesi için ki geçen sürenin uzun olmasıdır (Özcan, 1997: 42-43).

Gazlı Fırınlar ise doğal gaz, lpg ve likit gaz gibi yakıt türlerini kullanır. En çok tercih edilen raku fırın tipi gazlı fırınlardır. Fiber frax, refrakter tuğla gibi malzemelerden yapılmaktadır. Yakıt ucuz, kullanmanın kolay olmasının yanında zaman tasarrufu da sağlamaktadır. Fiber fraxın hafif bir malzeme olmasıyla ve ısı yalıtımını da iyi sağlaması da avantajları arasındadır. Ancak en tehlikeli fırınlar gazlı fırınlar olarak görüldüğünden dikkat edilmesi gereklidir. Elektrikli fırınlar ise Raku pişirimi için çok önerilmemektedir (Tablo1).

Tablo 1. Raku pişirimi tekniği ve fırınların avantajları ve dezavantajları

Raku Pişirim Tekniğinde Kullanılan Fırımlar				
Fırın Tipi	Yakıt tipi	Malzeme	Avantajları	Dezavantajları
Odun fırını	Odun yakıtlı (ardıç ve çam ağacı kullanılır)	Tuğla	- Hem fırın ısıtılır hem redüksiyon ortamı sağlanır - Tuğlalar fırın ısını koruduğunda her iş alındığında kapağın açılıp kapanması ısı kaybını önler	Tuğla fırınların ısınması zaman alır
Gazlı fırınlar	doğal gaz, LPG ve likit gaz	Fiber frax, refrakter tuğla	- Yakıt ucuz, kullanımı kolay, zaman tasarrufu sağlar - Fiber frax hafif olması ve mükemmel ısı yalıtımı ile kolaylık sağlar	En tehlikeli fırın gazlı fırınlardır
Elektrikli Fırımlar	Elektrik	Ateş tuğlası, refrakter tuğla	Herhangi bir yakıt türü kullanılmadığından pişirilen ürün en iyi şartta pişer	- Elektrikli fırınların kapağının sürekli açılıp kapanması fazla ısı kaybına neden olur - Yüksek ısılarda kapağın açılması fırının rezistansı tellerine zarar verir.

Mikrodalga Fırımlar

Mikrodalga enerjisi kullanarak seramiklerin kurutulması ve sinterleşmesi mümkün olmaktadır (Kuşkonmaz ve Kutbay, 2004: 52). Mikrodalga enerjisi yeni bir teknoloji değildir. Mikrodalga enerjisinin ilk uygulaması İkinci Dünya Savaşı sırasında radar için yapılmıştır. O zamandan bu yana çok sayıda farklı alanda kullanım alanı bulmuş ve bu da onu malzeme işleme için en çok yönlü enerji biçimi haline getirmiştir (Agrawal vd., 2008: 39). Mikrodalga enerjisi, gıda işleme, ahşap kütleme, tekstil, polimerler ve biyokimya gibi birçok düşük sıcaklık uygulamasında başarıyla uygulanmış ve uygulanmaktadır (Agrawal vd., 2008: 39). Mikrodalga enerjisinin uygulanması, çeşitli ürün ve malzemelerin daha hızlı, daha ucuz işleme maliyetiyle ve çoğu durumda daha iyi özelliklerle işlenmesi için yenilikçi bir teknoloji olarak ortaya çıkmaktadır (Agrawal vd., 2008: 39). Bu alanların genelinde mikrodalga teknolojisi başarılı bir şekilde ticarileştirilmiş ve dünya çapında düşük sıcaklık gerektiren işlerin pişirilmesinde endüstriyel mikrodalga fırınlar yaygınlaşmıştır. Son yıllarda dünya çapında mikrodalga araştırmaları sayesinde, seramik, kompozit ve metalleri içeren yüksek sıcaklık uygulamalarında da yeni teknolojiler ile birlikte ilerleme olmuştur (Agrawal vd., 2008: 39). Mikrodalga işlemleri, yoğunlaştırma verimliliğini artırabilir ve özellikle kalın seramik malzemelerin hızlı ve eşit şekilde ısıtılması için işlem döngü süresini önemli ölçüde azaltabilir, böylece önemli miktarda enerji ve maliyet tasarrufu sağlanabilir (Karayannis, 2016: 2).

Seramiklerin sinterlenmesinde mikrodalgaların kullanımında hâlihazırda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle gelişmiş seramiklerin geliştirilmesinde, tane büyümesini önlemek için çok hızlı sinterleme gerekmektedir. Mikrodalga tekniği seramiklerin pişirilmesini çok kısa sürede gerçekleştirmeye olanak sağlamaktadır (Agrawal vd., 1998: 486-487).

Günümüzde mikrodalga fırınlardaki bu gelişmeler seramiklerin evlerde kullandığımız mikrodalgalarda pişirilmesini de mümkün kılmıştır. Mikrodalga fırınlar için tasarlanan Füzyon Fırımlar (Fuseworks Microwave Kiln) düşük sıcaklıkta gelişen cam, seramik gibi malzemeleri kısa sürede pişirmesi ile dikkat çekmektedir (Resim1).



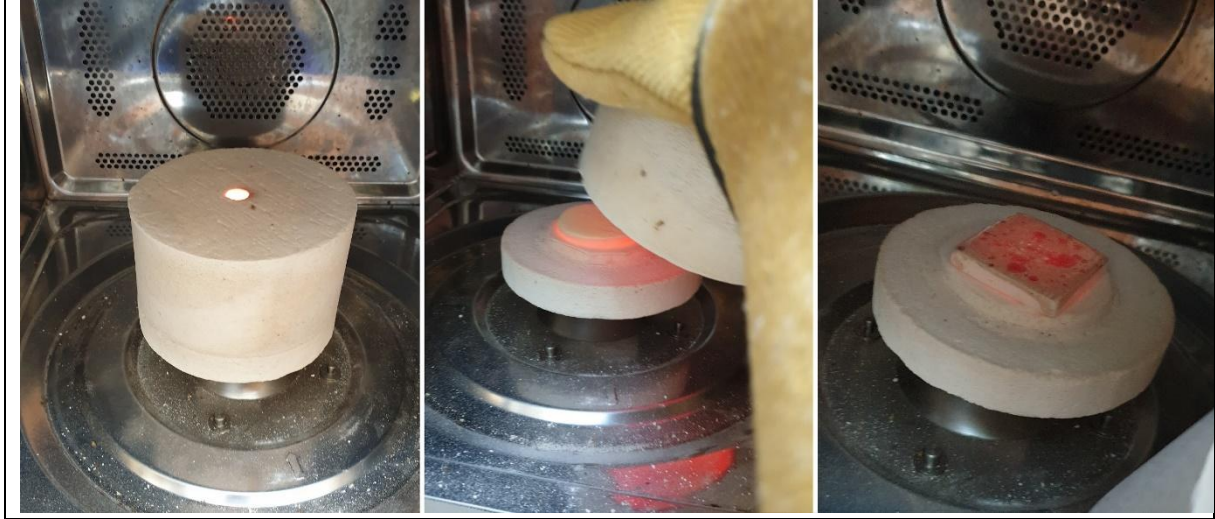
Resim 1. Mikroda Fırın içerisinde yerleştirilen Füzyon Fırınlar (Fuseworks Microwave Kiln) (Genç, 2023: 94).

Mikrodalga fırınlar için yapılan füzyon fırınlar küçük ölçekte olup, yalıtım lifi malzemesinden yapılmaktadır. Kapak ve gövdeden oluşan haznenin iç yüzeyi grafit denen bir bileşik ile kaplanmaktadır (Genç, 2023: 93). Yabancı kaynaklarda fırın iç yüzeyine sürülen birleşikten Grafit olarak bahsedilmektedir. Aslında silikon karbürdür. Kok kömürü ile SiO_2 'nin elektrikli fırında indirgenmesi ile oluşan bileşik Silisyum karbür olarak bilinmektedir.



Resim 2. Füzyon Fırınlar (Fuseworks Microwave Kiln) iç yüzeyi (Kişisel Arşiv).

Haznenin içerisindeki bileşik (silisyum karbür) fırının içerisine yerleştirildiğinde mikrodalga fırınların yaydığı yüksek frekanslı dalga ile reaksiyona girerek ısının yükselmesini sağlamaktadır (Knapp, 2010) (Resim 3).



Resim 3. Mikrodalga fırın ve pişirim süreci (Genç, 2023: 96).

Mikrodalga füzyon fırınları ile Raku Pişirim Tekniği Denemeleri

Bu çalışmada Raku pişirim teknikleri Mikrodalga Fırın içerisine konulan ‘Mikrodalga füzyon fırınları ile yapılmıştır. Literatürde mikrodalga fırında yapılan pişirimlerin yüksek sıcaklığa çıkamadığı tespit edilmiştir (Genç, 2023: 100-101). Bu yüzden düşük sıcaklık gerektiren pişirim teknikleri araştırılmıştır. Düşük sıcaklıkta pişirim tekniği olan Raku pişirim tekniği ile denemeler yapılmak istenmiştir.

Raku pişirim tekniğinin Zen Budizmi ve çay seremonilerin dışında teknik bir tanımı yaparsak düşük ısıda bisküvisi yapılan çömleğin genellikle kurşunlu bir sır ile sırlanmasıdır (Piepenburg, 1998: 15). Genellikle çömleklerin önceden ısıtılmış bir fırından maşa ile çömlek hala sıcakken fırından çıkarılmasını içerir.

Raku için hazırlanan denemeler için ön pişirim yani bisküvi pişirimi yapılır. Bu pişirimlerde denemelerin sinterleşmesini önlemek amacıyla düşük sıcaklıkta yapılması tercih edilir (Özcan, 1997: 37). Çalışmada beyaz, kırmızı ve şamotlu kil tercih edilmiştir (Tablo2). Bu bağlamda bu çalışmada yapılacak olan denemelerin bisküvi pişirimleri 900°C de elektrikli fırında yapılmıştır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan kil çeşitlerinin teknik bilgileri

Kil Bisküvi ve Sır Pişirim Deceleri			
Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirim derecesi	1040-1060°C	900 - 950°C	950-1050 °C
Sır pişirim derecesi	1040-1060°C	1040 - 1050°C	1040- 1050 °C

Günümüzde Raku tekniği birçok seramikçi tarafından kullanılan bir pişirim tekniğidir. Bu tekniğin özü daha kısa sürede pişirim yapılmasıdır. 850°C ile 1050°C derece arasında bir pişirim sıcaklığı uygulanır. Mikrodalga fırın içerisine konulan haznenin en yüksek sıcaklığı yapılan denemeler sonucunda 1050 derece olarak belirlenmiştir. Raku pişirim tekniğine uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 5 ile 15 dakika gibi kısa sürede sır ergime noktasına ulaşmaktadır. Düşük ergime noktası olan 7 farklı raku sırası bu çalışmada kullanılmıştır.

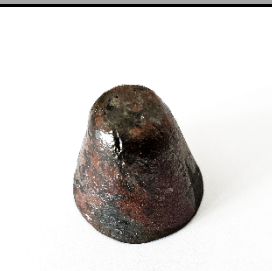
Pişirim tamamlandıktan sonra soğumadan fırından alınarak hızlı şekilde soğutulması sağlanır. Fırında ürünler pişirildikten sonra soğutulmadan maşa ile alındıktan sonra birkaç farklı işlem uygulanabilir (Özcan,

1997: 37). Fırından alınan ürün direk suya sokulabilir, redüksiyon işlemi yapılabilir ya da kendiliğinden soğuması beklenebilir. İndirgen ortam oluşturarak sıra renk veren oksitlerin farklı tepkiler vermesi istenir. Farklı teknikler ile indirgen bir ortam oluşturulabilmektedir. İlk olarak fırına pişirim tamamlandıktan sonra odun talaş gibi yanıcı maddeler atarak yapılmaktadır (Özcan, 1997: 39). Başka bir teknik fırının yanına bir bölme yapılarak fırın içerisine duman verilmesidir. Gazlı fırınlarda da bu işlem baca kapatılarak yapılabilir. Fırın dışında bir kap içerisinde indirgen bir ortam yaratmak genelde en kolay yöntemlerden birisidir. Karbondioksit gazı verecek en iyi maddeler talaş ve gazete kâğıdıdır. Saman, kuru yaprak, kuru çim, kurutulmuş çay telvesi, gübre gibi yanıcı maddeler de kullanılmaktadır (Özcan, 1997: 40). Pişirim tamamlandıktan sonra kızgın parça fırının dışarısına alınarak dumanlanması sağlanır. Tarihsel süreçte sanatçılar bu pişirim tekniği ile ilgili araştırmalar ve deneyler yaparak zenginleştirmişlerdir (Peterson ve Peterson, 2012: 169). Bu çalışmada çam talaşı ve kuru bambu yapraklarıyla çalışılmıştır. Fırının içine konulan hazne fazla büyük olmadığından küçük çelik bir tencere redüksiyon ortamı yaratmak için kullanılmıştır. İndirgen ortam fırın dışında başka bir haznede oluşturulmaktadır. Odun- talaş gibi yanıcı maddeler atılarak yine talaş ve benzeri şeylere kapatılarak indirgen bir ortam yaratılmaktadır. Bu çalışmada bambu yaprakları, çam talaşı, kurumuş çiçek yaprakları toplanmış ve kullanılmıştır.

Samsung marka mikrodalga fırın bu çalışmada kullanılmıştır. Fırının genel özellikleri 230 Volt, 50Hertz olup, watt ayarı en düşük 100 ile en yüksek 800watt olarak ayarlanabilmektedir. Deneylerde kullanılan fırın markası, fırın tipi ve teknik değerleri tablolarda belirtilmiştir. Deneylerin yapılandırılmasında bir önceki çalışma etkili olmuştur (Genç, 2023). Mikrodalga fırın içerisine konan bu fırın küçük bir hazneye sahip olduğundan yapılan çalışmalar küçük ebatlı olmak durumundadır. Bu yüzden deneme plakaları fırın ölçülerine göre belirlenmiştir. Deneylerde 5 cm çapında daire şeklindeki deneme plakaları şamotlu çamur olarak belirlenmiştir. Beyaz ve kırmızı kil için 5cmlik kare deneme plakaları tercih edilmiştir. Formlardaki etkisini de araştırmak amacıyla deneylerde ayrıca fırın içi yüksekliği 5 cm olduğundan 3 cm yüksekliğinde koni şeklinde deneme plakaları kullanılmıştır. Fırının en yüksek çıktığı sıcaklık derecesi kil seçimini etkilemiştir. Bisküvi ve sır pişirim derecesi 1050 C ve altı olan killer tercih edilmiştir. Raku tekniğindeki gibi indirgen bir ortam fırının dışarısında sağlanmıştır. Ürün yeterli sıcaklığa geldiğinde mikrodalga içerisindeki haznenin kapağı eldiven yardımıyla alınarak ürün maşa ile indirgen ortam yaratacak hazne içine atılmıştır. Raku fırınında sırn erime noktasına ulaşması gereken süre yaklaşık 4 ile 6 saat arasında olurken bu teknikte süre oldukça kısa sürmüştür.

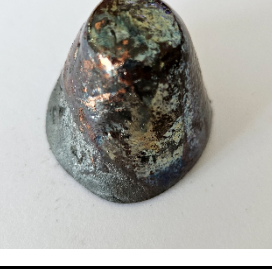
166 nolu raku Sırı ile yapılan denemelerde ilk olarak beyaz kil ile deneme yapılmıştır. 900 derecede bisküvisi yapılan deneme plakasına sır fırça ile 2 kat uygulanmıştır. Samsung marka mikrodalga fırın 800 watt ayarında 5 dakika olarak ayarlanmıştır. Süre yetersiz gelince bir sonraki deneme plakası 7 dakika yapılmıştır (Deneme A1 ve A2). Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişkenlik göstermiştir. Mikrodalga fırının kapağı açıldıktan sonra haznenin de kapağı bir eldiven yardımıyla alındıktan sonrasında maşa ile deneme talaş ve bambu yaprakları dolu olan hazneye atılmıştır. Redüksiyon ortamı sağlandıktan sonra birkaç dakika bekletilip hazneden alınıp, temizlenmiştir. Aynı sırn kırmızı kil ile yapılan denemeler de ise 800 watt fazla gelmiştir. Bu yüzden kırmızı kil ile olan denemeler 450 watt ayarında 5 dakikadan başlayan süreler ile devam etmiştir. Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişkenlik göstermiştir. İlk 4 derece olarak arttırılmış 9 dakika denenmiştir (Deneme A3 ve A5). Ancak sır yine oluşmadığından süre 14 dakikaya çıkarılmıştır. Şamotlu kil ile denemelerde 800 watt ayarında Beyaz kildeki gibi 5 dk yeterli olmuştur (Deneme A5 ve A6) (Tablo 3).

Tablo 3. 166 numaralı raku sıırı denemeleri

Sır: RAKU SIRI 166 Turmalin Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)			
Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C
Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı
	A1	A3	A5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 7dk	450 watt 14dk	800 watt 5dk
			
	A2	A4	A6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 7dk	450 watt 14 dk	800 watt 5dk
			

167 Kiebitz sıırı ile yapılan çalışmalarda yine bisküvi 900 derecede elektrikli fırında yapılmıştır. Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişkenlik göstermiştir. Beyaz kil ile iki kat sürülen sır mikrodalga fırında 800 Watt ayarında 5 dakikada oluşmuştur. Soğumadan redüksiyon ortamında talaş ve bambu yaprakları ile indirgenmesi sağlanmıştır (B1 ve B2). Kırmızı kili olan denemede direkt 12 dakika ile başlanmıştır. Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişkenlik göstermiştir. 12 dakika yetmediği görüldüğünden bir 3 dakika daha vermiştir ve toplamda 15 dakika sürede sır oluştuğu görülmüştür. Daha sonra yine talaş ve bambu yaprakları ile redüksiyon ortamı sağlanmıştır (Deneme B3 ve B4). Şamotlu kile uygulanan sır aynı şekilde 5 dakika da ergime noktasına ulaşmıştır (Deneme B5 ve B6) (Tablo 4).

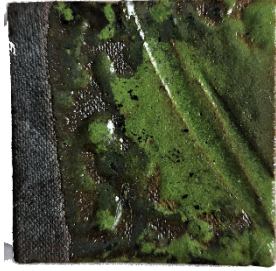
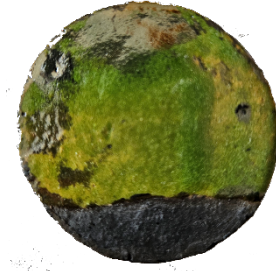
Tablo 4. 167 numaralı raku sırları denemeleri

Sır: RAKU SIRI 167 Kiebitz Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)			
Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C
Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı
	B1	B3	B5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 6dk	450 watt 15 dk	800 watt 5dk
			
	B2	B4	B6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 6dk	450 watt 15 dk	800 watt 5dk
			

170 nolu Sır ile yapılan denemelerde 5 dakika ile başlanmıştır. Ancak oluşmadığı görülmüş 1 dakika daha arttırarak 6 dakika tekrar denenmiştir. Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişkenlik göstermiştir. Deneme C2 C1 e göre daha iyi bir sonuç vermiştir (Deneme C1 ve C2). Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişkenlik göstermiştir. Kırmızı kil ile yapılan denemelerde 12 dakikada erime görülmüştür (Deneme C3 ve C4). Şamotlu çamura uygulanan sır 800 watt ve 5 dakikada oluşmuştur ve redüksiyon ortamda indirgenme yapılmıştır (Deneme C5 ve C6) (Tablo5).

Tablo 5. 170 numaralı raku sırları denemeleri

Sır: RAKU SIRI 170 Yeşil Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)	
--	--

Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C
Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı
	C1	C3	C5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 6dk	450 watt 12 dk	800 watt 5dk
			
	C2	C4	C6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 6dk	450 watt 12 dk	800 watt 5dk
			

163 nolu Sır ile yapılan denemelerde 5 dakika ile başlanmıştır. Ancak deneme D2'de oluşmadığı görülmüş 1 dakika daha arttırarak 6 dakika olarak tekrar denenmiştir. Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişkenlik göstermiştir. Kırmızı kil ile yapılan denemelerde 13 dakikada erime görülmüştür (Deneme D3 ve D4). Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişkenlik göstermiştir. Şamotlu çamura uygulanan sır 800 watt ve 5 dakikada oluşmuştur ve redüksiyon ortamda indirgenme yapılmıştır (Deneme D5 ve D6) (Tablo 6).

Tablo 6. 163 numaralı raku sırası denemeleri

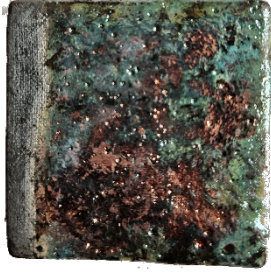
Sır: RAKU SIRI 163 Pers Mavisi Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)			
Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C

Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı
	D1	D3	D5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk
			
	D2	D4	D6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 6dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk
			

161 nolu Sır ile yapılan denemelerde beyaz kil ile olan denemelerde 800watt ile 5 dakika; Kırmızı kil ile yapılan denemelerde 450 watt ile 13 dakikada erime görülmüştür (Deneme F3 ve F4). Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişkenlik göstermiştir. Şamotlu çamura uygulanan sır 800 watt ve 5 dakikada oluşmuştur ve redüksiyon ortamda indirgenme yapılmıştır (Deneme F5 ve F6) (Tablo 7).

Tablo 7. 161 numaralı raku sırası denemeleri

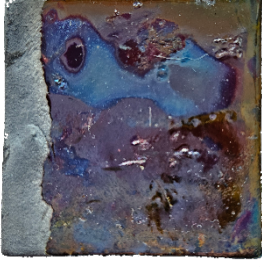
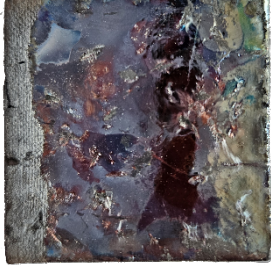
Sır: Rk 161 Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)			
Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C
Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı

	F1	F3	F5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk
			
	F2	F4	F6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk
			

100 nolu Sır ile yapılan denemelerde beyaz kil ve şamotlu kil ile olan denemelerde 800 watt ile 5 dakika yeterli olmuştur (Deneme E1, E2, E5, E6). Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişiklik göstermiştir. Kırmızı kil ile yapılan denemelerde 450 watt ile 13 dakikada erime görülmüştür (Deneme E3 ve E4) (Tablo8). Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişiklik göstermiştir.

Tablo 8. 100 numaralı raku sırası denemeleri

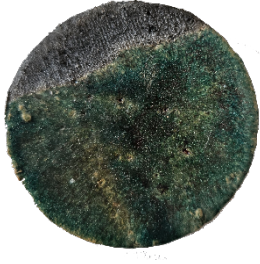
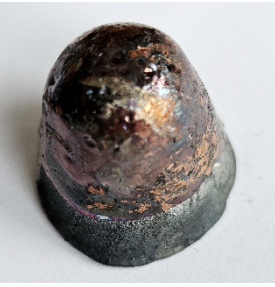
Sır: 100 Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)			
Kil çeşidi	Beyaz kil	Kırmızı kil	Şamotlu kil
Bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C
Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı	Kurutulmuş bambu yaprağı
	E1	E3	E5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk

			
	E2	E4	E6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk
			

162 nolu Sır ile yapılan denemelerde beyaz kil ve şamotlu kil ile olan denemelerde 800 watt ile 5 dakika yeterli olmuştur (Deneme G1, G2, G5, G6). Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişkenlik göstermiştir. Kırmızı kil ile yapılan denemelerde 450 watt ile 13 dakikada erime görülmüştür (Deneme G3 ve G4) (Tablo 9). Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişkenlik göstermiştir.

Tablo 9. 162 numaralı raku sırası denemeleri

Sır: 162 Mikrodalga Fırın Modeli: SAMSUNG (230V, 50HZ, 800WATT)			
kil çeşidi	Beyaz kil	kırmızı kil	şamotlu kil
bisküvi pişirimi derecesi	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C	Elektrikli Fırın 900 °C
Redüksiyon için kullanılan yanıcı maddeler	kurutulmuş bambu yaprağı	kurutulmuş bambu yaprağı	kurutulmuş bambu yaprağı
	G1	G3	G5
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk

			
	G2	G4	G6
Fırın güç ayarı Pişirim süresi	800 watt 5dk	450 watt 13 dk	800 watt 5dk
			

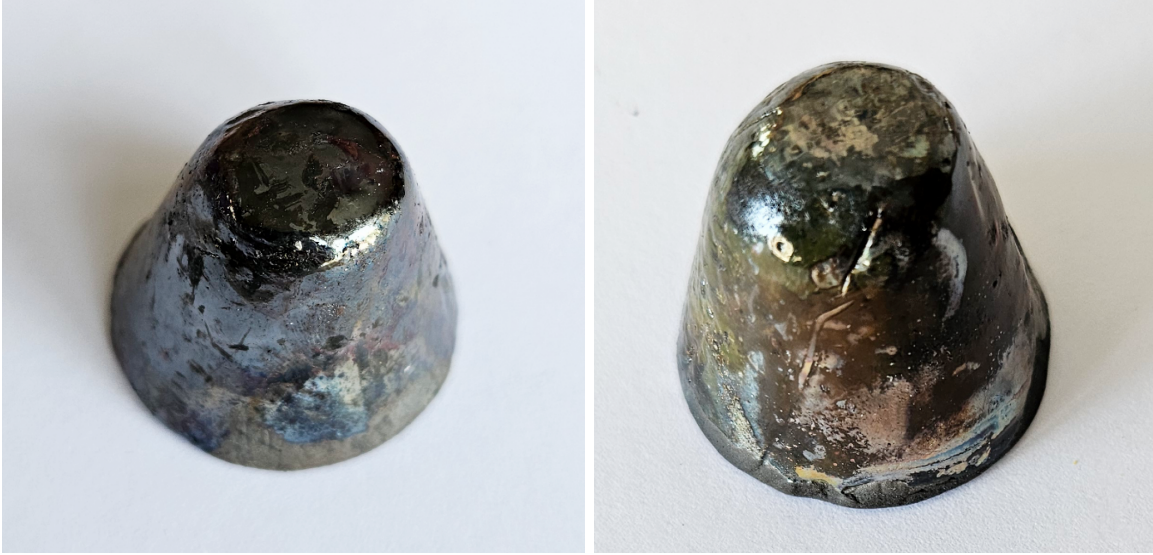
Bulgular

Mikrodalga fırın içerisine konulan füzyon fırınla yapılan raku denemelerinde uygun süreler ve güç ayarları bulunması sırasında birçok başarısız deneme gerçekleşmiştir. Bu başarısız denemeler yanlış uygulanan sırdan da kaynaklanmıştır. Bazı denemelerde verilen süreye göre kavlamalar ve köpürmeler gerçekleşmiştir (Resim 4).



Resim 4. Başarısız denemeler (Kişisel Arşiv)

Yapılan denemelerin sonunda beyaz ve şamotlu kil ile yapılan çalışmalar 800watt güç ayarında 5 ile 6 dakika süreler içerisinde değişiklik göstermiştir (Resim 5). Deneylerde beyaz ve şamotlu killerde watt ayarları sabit tutularak süreler değişiklik göstermiştir.



Resim 5. 100 numaralı sır çeşidinde Beyaz Kil (Deneme E2) ve Şamotlu (Deneme E6) örnekleri (Kişisel Arşiv).

Kırmızı kil ile yapılan denemelerde 800 watt gücün fazla geldiği görülmüştür. Bu yüzden kademeli olarak güç değeri 600 ve 450 olarak azaltılmıştır. 600 watt ile yapılan denemelerde güç yine fazla gelmiştir. Sonuç olarak kırmızı kil gibi düşük sıcaklık değerleri olan killerde en uygun güç 450 Watt güç olarak belirlenmiştir. Kırmızı kil ile yapılan deneylerde watt ayarı 450 watt olarak sabitlenmiş, süreler değişiklik göstermiştir. Ayrıca bu güç değerinde diğer killer daha kısa sürede ergime noktasına ulaşırken 12 ile 15 dakika arasında sır erime noktasına ulaşmıştır Böylelikle kırmızı kilin daha uzun sürede ve düşük güç ayarında istenilen sıcaklığa ulaştığı bilgisi edinilmiştir.



Resim 6. 800 ve 600 watt kırmızı kil denemeleri (Kişisel Arşiv).

Ev tipi mikrodalga fırınların içerisine yerleştirilerek mikrodalga enerjisini kullanan Mikrodalga Füzyon Fırınları ile Raku pişirim denemeleri olumlu sonuçlanmıştır. Bu tarz pişirim tekniğinde bu çalışmada kullanılan beyaz ve şamotlu killeri ile yapılan denemelerin ayarları yaklaşık kırmızı kil ile yapılan denemelerde güç ve sürelerde farklılıklar yaşanmıştır. Beyaz ve şamotlu gibi daha dayanıklı olan killeri kırmızı kile oranla yüksek güç değerinde ve kısa sürede Mikrodalga fırında sır oluşumuna ulaşabilmektedir. Kırmızı killeri ile fazla yüksek sıcaklığa çıkılamaması mikrodalga güç değerinin daha az verilmesini gerekli

kılmıştır. Ayrıca güç değeri düşük verildiğinden ergime noktasına erişim süresi de uzamıştır.

Raku pişirim tekniği ve fırınlarındaki Tablo 1'de bahsedilen dezavantajlar ve avantajlar düşünüldüğünde mikrodalga enerjisini kullanarak seramik parçaların pişirilmesi ve yüksek sıcaklıkta fırından alınabilmesine imkân vermiştir. Ayrıca kısa sürede pişirilmesi de avantaj sağlamaktadır. Dezavantajı ise sadece küçük ölçekte seramik parçalar için uygun olmasıdır (Tablo10).

Tablo 10. Raku Pişirim Tekniğinin Mikrodalga fırın denemesi sonucunda avantajları ve dezavantajları

Raku Pişirim Tekniğinde Kullanılan Fırınlar				
Fırın Tipi	Yakıt tipi	Malzeme	Avantajları	Dezavantajları
Mikrodalga Fırınlar	Mikrodalga enerjisi	Yalıtım lifi	• Ürünlerin kısa sürede pişirilmesini sağlar • Ürünler fırından kolaylıkla alınabilir	• Küçük ölçekte ürünler için uygun

Sonuç

Ev tipi mikrodalga fırınlar için yapılan ‘Mikrodalga füzyon fırınları’ olarak adlandırılan bu fırınlar ile seramik sır pişirim denemeleri ve farklı alternatif pişirim tekniklerinin yapılabildiği görülmüştür. Elektrikli ve gazlı fırınlar gibi büyük bir hazneye sahip olmamasıyla küçük ölçekteki iler için uygun olması dezavantajlı olsa da gelecekte mikrodalga enerjisi kullanan daha büyük fırınlar görmek mümkün olabilir. Alternatif pişirim teknikleri için uygun bir ortam sağlamasıyla, kısa sürede pişirilmesine imkân vermesiyle sanatçılara farklı deneyimler sunmaktadır. Ayrıca bu tarz farklı pişirim tekniği sunan fırınlar ile ilgili çalışmaların artmasına teşvik etmektedir.

Kaynaklar

- Agrawal, Dinesh, et al. Microwave energy applied to processing of high-temperature materials. American Ceramic Society Bulletin, 2008, 87. 3: 39
- Aris, Khairul Nizan Mohd. The Influence and Remaining Japanese Cultural Elements in Raku Artworks of Contemporary Non Japanese Artists/Potters. The University of New South Wales, Australia, 2013.
- Branfman, Steven. Raku: A Practical Approach. Amerika Birleşik Devletleri: Chilton Book Company, 1991.
- Çobanlı, Zehra. “Raku Anadolu’da Sanat”. Anadolu Üniversitesi Yayını, N.4, Eskişehir, 13-30.
- Genç, Melda. Mikrodalga Fırın ile Seramik Pişirim Uygulamaları. Sanat Yazıları, 2023, 48: 87-102.
- Jones, David. Raku: Investigations Into Fire. Wiltshire: Crowood Press, 1999.
- Karayannis, Vayos G. Microwave sintering of ceramic materials. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2016. p. 012068.
- Knapp, Jessica. Microwave Kilns. Ceramics Monthly, 2010, 5: 26.
- Koçak, Şirin. Sırsız Raku araştırma ve uygulamaları. Yayınlanmamış Sanatta Yeterlik Eseri Çalışması Raporu. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, 2014.
- Kuşkonmaz N. and Kutbay, I. Mikrodalga ısıtmanın seramik üretiminde kullanımı. Metalurji Dergisi, 2004, 137: 52-56.
- Özcan, Murşit Cemal. Geleneksel raku Tekniği ve Artistik Seramik Formlarda Uygulanması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Peterson, Susan; Peterson, Jan. Seramik Yapıyoruz (Çev. Sevim Çizer). İzmir: Karakalem Kitapevi Yayınları, 2009.
- Piepenburg, Robert. Raku Pottery. New York: Macmillan, 1998.
- Riegger, Hal. Raku Then and Now. Ceramics Monthly, 2000, 48. 7: 120.
- Uymaz, İlknur. Selüloz Katkılı Seramik Bünyelerle, Raku Tekniği Pişiriminin Artistik Yönden Araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, 2016

EXPERIMENTS WITH RAKU FIRING TECHNIQUE IN A MICROWAVE OWEN

Melda GENÇ

ABSTRACT

Artists nowadays interpret different alternative firing techniques in order to create a unique expression. Microwave ovens, which offer an alternative to traditional firing methods, provide artists with new possibilities. These small ovens, referred to as 'Microwave Fusion Ovens,' are placed inside our homes to quickly cook our food. Although initially designed for small-scale glass accessories, induction-based ovens, it is also observed that ceramic cooking can be done in them. They offer an alternative firing technique for baking small ceramics at low temperatures. Traditional baking methods for bisque and glaze firing are time-consuming and energy-intensive, hence the focus of this study is on which ceramic firings can be done with 'Microwave Fusion Ovens.' In this context, the Raku Firing Technique at low temperatures was selected. The process of the Raku firing technique, along with different glaze experiments on different clay bodies, was analyzed through applications. This study aims to offer artists an alternative firing technique with alternative firing techniques in microwave ovens and contribute to the literature.

Keywords: Microwave, Microwave firing, ceramic, raku firing