

KESTANE KABUĞU KÜLÜNÜN SIR BİLEŞENİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Investigation of The Usability of Chestnut Ash as a Glaze Component

Leyla KUBAT¹

ÖZET

Kül bırakan ağaç, bitki, sebze gibi maddelerin yanması ile elde edilen artığa yani bir maddedeki yanmaz hale gelen elementlere kül denir. Genellikle bitkisel kökenli maddelerin yakılması sonucu elde edilen madensel tuzlardır. Bu küller tek başına ya da başka maddelerle birlikte sır yapımında kullanılır (Genç,2013, s.126, Sarnıç, Kubat, 2007, s.1101). En eski seramik sırları olarak kabul edilen kül sırları, artistik sırlar içerisinde sanatsal seramiklerde doku ve renk elde etmek için kullanılan, tesadüfi elde edilen ve geliştirilen sırlardır. Artistik sır yapımında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Araştırmada kestane kabuğu küllerinin sır bileşeni ve renklendirici olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Sır reçetelerinde kestane kabuğu külü % 30-60 arasında değişen oranlarda ilave edilerek kullanılmıştır. Hammedde olarak kullanılmasının yanında renklendirici oksitlerle denemeler hazırlanmış, 1200o C pişirilmiştir. Farklı sır reçeteleri ve ergiticilerle kül belirli oranlarda ilave edilerek sır özellikleri incelenmiştir. Kül sırlarındaki renk paletinin gelişmesine etki edecek renklere ve dokulara sahip sır bünyeleri oluşturulmuştur. Sürprizli sonuçları nedeniyle artistik sır olarak kullanılabilceği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seramik, Seramik Teknolojisi, Seramik Sırları, Kül Sırları, Kestane Külü Sırı

ABSTRACT

The waste, which is obtained from burning of some materials leaving ashes, like tree, plants, vegetables and etc. is called an ash. In other words, the elements of the materials having become fireproof, is known as an ash. They are minerals, being obtained from burning of plant origin materials generally. These ashes are used alone or in combination with other materials (Genç, 2013, p. 126, Sarnıç, Kubat, 2007, p.1101). Ash glazes, which are considered to be the oldest ceramic glazes, are the secrets that are obtained and developed in order to obtain color and texture on artistic ceramics within artistic glazes. Ash glazes, which add artistic value to the ceramics it is used in, have been used extensively in the production of ceramic glaze. In the research, it has been investigated that chestnut shell ashes can be used as a glaze component and colorant. In glaze recipes, chestnut shell ash was used in a changing quantity ranging from 30% to 60%. Trials were prepared with coloring oxides and cooked at 1200o C as well as using it as raw material. With different glaze recipes and melters, ash was added in certain proportions and the glaze properties were examined. The glaze bodies have been created with colors and textures that will affect the development of the color palette in the users. It has been observed that it can be used as artistic secret because of its surprising results.

Keywords: Ceramic, Ceramic Technology, Ceramic Glazes, Ash Glazes, Chestnut Ash Glaze .

EXTENDED ABSTRACT

People have started to use the secrets of wood and plant ash as they have obtained many things from it in line with their investigative structures and needs. High levels of alkaline, iron, phosphorus and calcium oxide ash are obtained from the trunks of trees, bark, branches and fruit shells. Ash is the only substance containing many materials with different properties and therefore have a very unique place. Each ash used in ash glazes has different chemical properties. This difference always requires detailed experimentation. A simple recipe for ash glaze is 40% ash, 40% feldspar, 20% clay. Once the content of the ash is understood, further additional tests could be conducted with an experimental amount of Feldspar, Chinese clay, lighter stone, as mentioned above. The structural quality of the ash glaze is managed with grinding and elimination process. Thinner material means smoother real and visually structured glaze (Colbeck, 1974, p. 130).

Ash glazes usually contain high heat resistant SiO₂. They also contain raw materials such as aluminium, calcium, potassium, sodium, magnesium in order to ensure their fluency and brightness. A very small amount of iron and a small number of other mixtures are used.

Wood ashes contain significant amounts of alkalis such as potassium and sodium. Therefore, with heat, they turn into a fluid and glassy structure, forming a bright layer on the surface (Rhodes,1973, p. 83).

Plant material consists mainly of hydrogen and carbon compounds. However, when burned, it forms a small clump that is non-flammable and consists basically of six main ceramic oxides (alumina, silica, calcium, sodium, potassium and magnesium). When looking at chemical analyses of plant ashes, they generally contain 10-15% Al₂O₃, %30-70 SiO₂, up to 15% Na₂O and K₂O, up to 30% CaO and a small amount of Fe₂O₃ (Genç, 2013, p.129).

In order to obtain good quality ash, the amount and composition of ash are important. For this, the followings could be considered. More qualified ash could be obtained from branches rather than the hard trunk of the tree. The highest proportion of calcium oxide is obtained from the bark of the tree. The most alkaline and phosphorus-containing organic bodies were found to be fruit skin (Mete, Andiç,1994, p. 493).

In this study, which used chestnut shell ash, the effects of ashes burned in a fixed environment on the ceramic structure in the prepared trial prescriptions were observed. In the experiments in which between 60-50% and 30% chestnut shell ash was used as colorant by burning, cream-beige-yellow and brown shades were seen as colours with the effect of alkali and iron oxides in the chestnut ash and it was possible to obtain glazes in different surfaces

The ashes were added as glaze component and colourant to the trial glaze prescriptions at 1200° C. It was investigated that chestnut ash, whose chemical analysis was given in Table 1, could be used as a 1200° C glaze component and colourant in ceramic glaze prescriptions. As a result of the research, ceramic glazes that could be used in artistic ceramic works were obtained. Rough matt and sometimes round spots have been seen on the surface of the glazes. In some trials, frit was added to the recipe at a rate of 5,10,15% so that such images on the surfaces would be brighter, smoother and would not have any rough spots.

In the glaze trials conducted using 50% and 30% chestnut shell ash, positive results were obtained with 4-12% copper oxide and cobalt oxide addition under 1200 oC temperature from the coloured oxides, and they are given in Table 1. Apart from the addition of Feldspat, 5-20% frit was used as a melter in glaze prescriptions. Glazes in semi-matte and bright appearance were obtained in the recipes which used Frit.

As a result of the experiments, it is possible to improve the effects of chestnut shell ash on ceramic bodies in artistic ceramic glazes with different prescriptions and applications. With the increase in firing temperature with the developments in wood ceramic ovens, interest in the use of ash glazes has also increased. The surprising and effective results of glaze experiments with plant ashes have excited artists. Therefore, it is seen that ash glazes continue to be used by artists and it is anticipated that they will continue to develop. The fact that the ashes are natural and easily obtainable in order to obtain glaze raw material ensures that the ratio of their availability is high. Positive results were obtained as a result of the trials with this study.

GİRİŞ

İnsanlar araştırmacı yapıları ve ihtiyaçları doğrultusunda, birçok şeyi araştırdığı gibi odun ve bitkisel kül sırlarını da araştırıp, geliştirerek kullanmaya başlamışlardır. Küller, farklı özellikleri olan pek çok materyali içeren tek maddedir ve bu nedenle çok özel bir yeri vardır. Kül sırlarında kullanılan her kül farklı kimyasal analize sahiptir. Bu farklılık daima detaylı bir şekilde deney yapmayı gerektirir. Basit bir kül sırası reçetesi Kül %40, Feldspat % 40, Kil % 20 dir. Külün içeriği anlaşıldıktan sonra, ilave testler yukarıdaki gibi basit deneysel miktarda feldspat, çin kili, çakmak taşı ile gerçekleştirilebilir. Kül sırnın yapısal kalitesi öğütmenin ve elemenin miktarı ile yönetilmektedir. Daha ince malzeme demek daha pürüzsüz gerçek ve görsel yapılı sır demektir (Colbeck, 1974, s. 130). Kül sırları genellikle yüksek ısıya dayanıklı SiO₂ ihtiva ederler. Akıcılığını ve parlaklığını sağlamak için bünyesinde alüminyum, kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum gibi hammaddeleri bulundurmaktadırlar. Çok az miktarda demir ve az miktarda diğer başka karışımlar kullanılmaktadır.

Odun külleri önemli derecede potasyum ve sodyum gibi alkalileri içermektedir. Bundan dolayı ile akışkan ve camsı bir yapıya dönüşerek yüzeyde parlak bir tabaka oluştururlar (Rhodes, 1973, s. 83).

Bitkisel maddeler hidrojen ve karbon bileşiklerinden oluşur. Ancak yakıldığında yanıcı olmayan ve temelde altı ana seramik oksit (alümina, silis, kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum) olan küçük bir yığın halini alır. Bitki küllerinin kimyasal analizlerine bakıldığında, genel olarak %10-15 Al₂O₃, %30-70 SiO₂, %15'e kadar Na₂O ve K₂O, %30'a kadar CaO ve az miktarda da Fe₂O₃ içerdikleri görülür (Genç, 2013, s.129). İyi nitelikte kül elde edebilmek için külün miktarı ve bileşimleri önemlidir. Bunun için şunlar göz önünde tutulabilir. Ağacın sert gövdesinden ziyade, dallarından daha nitelikli kül elde edilebilmektedir. En yüksek oranda kalsiyum oksit, ağacın kabuklarından sağlanmaktadır. En fazla alkali ve fosfor içeren organik bünyelerin meyve kabukları olduğu saptanmıştır (Mete, Andiç, 1994, s. 493).

1. Yöntem

Bu araştırmada nicel ve deneysel yöntem kullanılmıştır. Kestene kabuğu külü yerel bir hammadedir. Yerel bir malzeme kullanılması nedeni ile konuyla ilgili literatür taraması yapılmış, elde edilen bilgiler ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Toplanan bilgiler ve deneysel yöntem aracılığıyla kestane kabuğu külü ve ergiticilerle uygun reçeteler oluşturularak, yeni sırlar geliştirilmiştir. Elektrikli fırında 1200° C'de elde edilen sonuçlar doku, yüzey ve renk özellikleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

1.1 Deneysel çalışmalar

Bu araştırmada kestane kabuğu külü kullanılmıştır. Kestane Kabuğu külünün 1200° C sırda kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada sıcaklık karşısındaki davranışı ve sırda kullanılacak olan hammaddeler belirlenmiştir. Seramik sırlarında hammadde ve renklendirici olarak kullanılabilirliği düşünülmüş ve araştırmalar bu yönde sürdürülmüştür.



Resim 1. Kestane ve kabuğu

Kül sırası yapımında kullanılacak olan bitkinin yetiştirme ortamı ve yetiştiği dönem farklı özellikler gösterebilmektedir. Bu sebeple araştırmada kullanılan bitki yeterli miktarda toplanmıştır. Kestane kabuğundan elde edilen külün aynı özellikleri sağlayabilmesi için yakın bölgelerden toplanması ve toplandıktan sonra muhafaza edilmesine dikkat edilmiştir. Kestane kabuğu yakılmadan önce kurutulmuş, kurutulduktan sonra yakılmış ve depolanmıştır. Yakılmış küllerin havadan nem almaması için depolamanın nemsiz ve kuru bir ortamda olmasına özen gösterilmiştir.



Resim 2. Kestane kabuğunun yakılması

Kestane kabuğundan elde edilen külün içindeki yanmamış kabukların ayrılması, harmanlanması ve karıştırılması için kuru olarak eleme işlemi yapılmıştır. Bünyeden alkali oksitler ve tuzların uzaklaşmaması için yıkama işlemi yapılmamıştır. Külleri elde ettikten sonra, kalsinasyon yapıldığında

küllerden kaybın çok fazla olmasından dolayı kalsinasyon yapılmamıştır. Küller bu işlemlerden geçirildikten sonra oluşturulmak istenen 1200° C deki deneme sır reçetelerine sır bileşeni ve renklendirici olarak ilave edilmiştir.

Çizelge 1’de kimyasal analizi verilmiş olan kestane kabuğu külünün seramik sır reçetelerinde 1200° C sır bileşeni ve renklendirici olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Tablo 1: Kestane Kabuğu Külünün Kimyasal Analizi

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	TiO ₂	CuO	ZnO	*A.K.
2,36	0,90	41,96	0,98	4,85	0,29	40,28	0,95	0,76	0,17	0,34	30,99

*A.K.: Ateşte kayıp (Losses on ignition).

Deneme reçeteler belirlenen oranlarda tartılmış, tartılan reçeteler bilyeli değirmenlerde sulu olarak öğütülmüştür. Öğütülen sırlar 100 meshlik eleklerden geçirilmiştir. Deneme plakaları için şamotlu çamur ve beyaz döküm çamuru kullanılmıştır. Hazırlanan kül sıırı, birinci pişirimi yapılmış olan deneme plakalarına akıtma yöntemiyle sırlanmıştır. Rutubetini atan sırlar 1200o C sıcaklıkta elektrikli fırında pişirilmiştir.

Sır reçetelerinde kestane kabuğu külü % 60 - % 50 ve % 30 oranında renk veren oksitler kullanılmadan renklendirici olarak kullanıldığı denemeler 1200o C sıcaklıktaki ergitici hammaddeler ile birlikte hazırlanmıştır. Araştırmaların sonunda artistik seramik eserlerde kullanılabilir seramik sırlar elde edildiği düşünülmektedir. Bakır oksit ve kobalt oksit ilavesi ile renklendirme yapılmış sonuçları değerlendirilmiştir.

Yüzey özellikleri farklı olan birçok kül sıırı oluşmuştur. Küllerin cam oluşturucu, renklendirici etkileri ve oksit ilavesi ile renklendirici etkileri, doku oluşumları gözlemlenmiştir.

Hazırlanan sırların renkleri krem-bej-sarı, sarının tonları ve kahverenginin tonları arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Olumlu sonuçlar alınan kestane kabuğu kül ilaveli sır reçeteleri Resim 3’de verilmiştir.

1 ve 2 numaralı şamotlu ve beyaz döküm çamuru üzerindeki sır reçete örneklerinde % 50 oranında kestane kabuğu külü kullanılmıştır. % 50 kül oranı kül ilaveli sır reçeteleri için yüksek bir oran olması nedeni ile ergiticinin az olduğu 1 numaralı denemelerde matlık ve tam olgunlaşmamış sonuçlar görülmüştür. 2 numaralı denemelerde ergitici oranı artırıldığında sorunlar giderilmiştir. 3-4-5-6 numaralı deneme plakalarında, % 50 - % 60 kül ilavesi yapılan sır denemelerinde ergitici oranı artığında veya ergitici değiştiğinde parlak, opak, benekli ve dokulu olgunlaşmış sırlar elde edilmiştir. Sır reçetelerinde ergitici olarak feldispat ilavesinin haricinde % 5 - % 20 frit kullanılmıştır.

% 30 ve üzeri yapılan kestane kabuğu kül ilavesi sonrasında sıırın ergitici olmadan olgunlaşmadığı görülmektedir. Bunun için % 30 - % 50 - % 60 kestane kabuğu kül ilavesinden sonra ergitici olarak % 20 - % 60 oranında sodyum feldispat ilavesi yapılmıştır.

Sodyum feldispat ilavesinin azaltıldığı reçetelerde % 15 frit ilave edilmiştir. 7-16 numaralı sır denemelerinde renk veren oksitlerden bakır oksit kullanılmıştır. % 4 - % 12 oranında bakır oksit ilavesi ile 1200o C sıcaklıkta elde edilen denemeler arasında olumlu sonuçlarda kahverengi ve tonları, siyah-metalik siyah ve yeşilin tonları elde edilmiştir. (Resim 4-Resim 5)

1 Şamotlu Çamur 1200 °C	1 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	2 Şamotlu Çamur 1200 °C	2 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
			
%50 KESTANE KÜLÜ, %30 KAOLEN, %20 NAFELDİSPAT		%50 KESTANE.KÜLÜ, %20 KAOLEN, %30 NAFELDİSPAT	
3 Şamotlu Çamur 1200 °C	3 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	4 Şamotlu Çamur 1200 °C	4 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
			
%50 KESTANE KULU, %20 KAOLEN, %20 NAFELDİSPAT, %10FRİT		%60 KESTANE KULU, %15 KAOLEN, %15 NAFELDİSPAT, %10 FRİT	
5 Şamotlu Çamur 1200 °C	5 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	6 Şamotlu Çamur 1200 °C	6 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
			
%50 KESTANE KULU, %15 KAOLEN, %15 NAFELDİSPAT, %20 FRİT		%50 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %10 NAFELDİSPAT, %20 FRİT, %10 KUVARS	

Resim 3. Kestane Kabuğu Küllü Karışımli Sırlar-1200° C

Örnek Görsel:

7 Şamotlu Çamur 1200 °C	7 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	8 Şamotlu Çamur 1200 °C	8 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
			
%50 KESTANE KULU, %20 KAOLEN, %30 NAFELDISPAT, %8 BAKIR OKSİT		%50 KESTANE KULU, %20 KAOLEN, %20 NAFELDISPAT, %12 BAKIR OKSİT	
9 Şamotlu Çamur 1200 °C	9 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	10 Şamotlu Çamur 1200 °C	10 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
			
%60 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %30 NAFELDISPAT, %16 BAKIR OKSİT		%50 KESTANE KULU, %15 KAOLEN, %20 FELDISPAT, %15 FRİT, %6 BAKIR OKSİT	
11 Şamotlu Çamur 1200 °C	11 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	12 Şamotlu Çamur 1200 °C	12 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
			
%50 KESTANE KULU, %15 KAOLEN, %15 NAFELDISPAT, %20 FRİT		%50 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %10 NAFELDISPAT, %20 FRİT, %10 KUVARS	

Resim 4. Kestane Kabuğu Külü ve Bakır Oksit İvelerli Sırlar-1200° C

13 Şamotlu Çamur 1200 °C	13 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	14 Şamotlu Çamur 1200 °C	14 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
%30 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %50 NAFELDISPAT, %4 BAKIR OKSİT		%30 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %60 NAFELDISPAT, %4 BAKIR OKSİT	
15 Şamotlu Çamur 1200 °C	15 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	16 Şamotlu Çamur 1200 °C	16 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
%30 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %50 NAFELDISPAT, %10 FRİT, %16 BAKIR OKSİT		%30 KESTANE KULU, %10 KAOLEN, %50 FELDISPAT, %10 BAKIR OKSİT	
17 Şamotlu Çamur 1200 °C	17 Beyaz Döküm Çamuru1200°C	18 Şamotlu Çamur 1200 °C	12 Beyaz Döküm Çamuru1200°C
%50 KESTANE KULU, %15 KAOLEN, %20 NAFELDISPAT, %15 FRİT, %4 KOBALT OKSİT.		%50 KESTANE KULU, %15 KAOLEN, %20 NAFELDISPAT, %15 FRİT, %8 KOBALT OKSİT	

Resim 5. Kestane Kabuğu Külü ve Bakır Oksit-Kobalt Oksit İleveli Sırlar -1200° C

SONUÇ

Kestane kabuğu külü kullanılan bu araştırmada sabit bir ortamda yakılmış olan küllerin, hazırlanan deneme reçetelerdeki seramik bünye üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Yakılarak kullanılan kestane kabuğu külünün % 30-50 ve 60 oranında renklendirici hammadde olarak kullanıldığı denemeler arasında kestane külünün bünyesinde alkali ve demir oksitlerin etkisi ile renk olarak krem-bej-sarı ve kahverenginin tonları elde edilmiştir.

Küllerin camlaştırıcı, renk veren etkileri sebebiyle yüzey özellikleri ve dokuları farklı olan birçok kül sırası oluşmuştur. Kestane kabuğu kül miktarı aralığı % 30 civarında etkili sonuçlar elde edilmesinin yanında, kül miktarının % 30 ve üzeri arttığında sıranın ergitici olmadan erimeyeceği, sırların yüzeyinde mat, pütürlü, pürüzlü ve ara ara toplanmalı olgunlaşmamış yüzeyler olduğu görülmek-

tedir.

% 50 - % 60 kül ilavesi yapılan sır denemelerinde ergitici oranı arttığında veya ergitici değiştiğinde parlak, opak ve benekli gelişmiş sırlar elde edildiği görülmüştür. Sır reçetelerinde ergitici olarak sodyum feldispat ilavesinin haricinde % 5 - 20 oranında frit kullanılmıştır. Frit ilaveli sır denemelerinde yüzeyler daha parlak, pürüzsüz ve dokuludur.

Kestane kabuğu külü % 30 ve % 50 oranında renk veren oksitlerden bakır oksit ve kobalt oksit ilavesi kullanılarak 1200o C sıcaklıkta elde edilen denemeler arasında yeşil, mavi ve grinin tonları elde edilmiştir. Yüzey dokuları farklı, mat, yarı parlak, parlak sırlar görülmüştür. Kestane kabuğu külü ile elde edilen deneme sırlarda genellikle olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Özellikle artistik sır olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda % 50 kül ilaveli sır reçeteri için kül miktarının yüksek bir oran olduğu ve atık küllerin alternatif hammadde olarak değerlendirilebileceği görülmüştür.

Yapılan denemeler sonucunda kestane kabuğu külünün seramik bünyelerdeki etkilerini farklı reçete ve uygulamalarla artistik seramik sırlarında etkilerini geliştirmek mümkündür. Seramik pişirme yönteminde kullanılan odunlu seramik fırınlarındaki gelişmeler ile pişirim sıcaklığındaki artışla, kül sırlarının kullanılmasına olan ilgi artmıştır. Bitki külleri ile yapılan sır denemelerinin sürprizli, etkili ve efektli sonuçları sanatçıları heyecanlandırmaktadır. Bu nedenle kül sırlarının sanatçılar tarafından kullanılmaya devam etmekte olduğu görülmekte ve gelişerek devam edeceği ön görülmektedir.

Sır hammaddesi elde etmek için küllerin doğal olması ve kolay elde edilebilir olması kullanılabilir oranının yüksek şekilde olmasını sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Arcasoy, A. (1983). Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları, No:1, İstanbul.
- Colbeck, J. (1983). The Technigue of Pottery, Bastford Limited London and Sydney,1974, Ceramics Monthly, Woad Ash İn Glaes: Ekonomical And Ecological Barbara Tipton.
- Genç, S. (2013). Artistik Seramik Sırları, Boyut Yayınları, İstanbul.
- Mete, Z., Andiç, L. (1994). Bitki Küllerinin Artistik Sırlarda Değerlendirilmesi, II. Uluslararası Seramik Tezi). Kongresi Bildiril er Kitabı Cilt I.
- Rhodes, D. (1973). Cly And Glazes For The Pottery, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania.
- Sarıç, K. Ö., Kubat, L. (2007). Eskişehir Bölgesi Şeker Pancarı Küspesi Küllerinin Sır Bileşeni ve Renklendirici Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Seres 2007, IV Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye Sır ve Boya Semineri

GÖRSEL KAYNAKLAR

Tablo 1. Kestane Kabuğu Külünün Kimyasal Analizi

Resim 1. Kestane ve Kabuğu

Resim 2. Kestane kabuğunun yakılması

Resim 3. Kestane Kabuğu Külü Karışım Sırlar

Resim 4. Kestane Kabuğu Külü ve Bakır Oksit İlaveli Sırlar

Resim 5. Kestane Kabuğu Külü ve Bakır Oksit İlaveli Sırlar