

Seramik Sanatı ve Teknoloji ile İlişkisi

Ceramic Art and Its Relationship With Technology

ÖZET

Seramik sanatı, tarih boyunca estetik ve işlevselliğin birleştiği önemli bir sanat disiplini olarak varlığını sürdürmüştür. Teknolojik yenilikler, bu alana yeni bir bakış açısı kazandırarak, geleneksel yöntemlerle modern teknolojilerin entegrasyonunu mümkün kılmıştır. Bu araştırma, seramik sanatında kullanılan son teknolojik gelişmeleri ve bu gelişmelerin alan üzerindeki etkilerini incelemektedir. Özellikle 3D baskı teknolojisi, Dijital yazılımlar, Otomasyon sistemleri, Sırlama teknolojileri ve Nano teknoloji gibi yenilikler, seramik üretim süreçlerinde devrim niteliğinde değişiklikler yaratmıştır. Bu teknolojiler, sanatçılara daha önce mümkün olmayan karmaşık, özgün ve kişiye özel tasarımlar oluşturma imkanı sunarken, üretim hızını artırmakta ve ürün kalitesini iyileştirmektedir.

Sanatçılar, geleneksel teknikleri korurken modern teknolojilerden yararlanarak eserlerine yenilikçi bir boyut katmaktadır. Bu teknolojik gelişmeler, hem işlevsel hem de estetik açıdan daha özgür ve yaratıcı bir yaratım alanı sunmakta, aynı zamanda yeni malzeme ve tekniklerin keşfedilmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışma, seramik sanatında teknolojik yeniliklerin etkilerini analiz ederek, bu gelişmelerin daha verimli ve yaratıcı bir şekilde nasıl kullanılabileceğine dair bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır. Nitel araştırma yöntemleriyle hazırlanan bu çalışma, seramik sanatının geleceğine ışık tutmayı ve teknolojik entegrasyonun potansiyelini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Seramik Sanatı, Teknolojik Yenilikler, Modern Teknolojiler, 3D Baskı, Dijital Tasarım.

ABSTRACT

Ceramic art has continued to exist throughout history as an important art discipline in which aesthetics and functionality are combined. Modern technological innovations have made it possible to integrate modern technology with traditional methods, giving a new perspective to the field. This research examines the latest technological developments used in ceramic art and the effects of these developments on the field. In particular, innovation such as 3D printing technology, Digital software, Automation systems, Glazing technology and Nanotechnology have created revolutionary changes in ceramic production processes. These technologies offer artists the opportunity to create complex, original and personalized designs that were not possible before, while increasing production speed and improving product quality. While preserving traditional techniques, artists add an innovative dimension to their works by using modern technologies. These technological developments offer a freer and more creative creation space both functionally and aesthetically, while at the same time allowing the discovery of new materials and techniques. This study aims to analyze the effects of technological innovations in ceramic art and provide a perspective on how these developments can be used more efficiently and creatively. This study, prepared with qualitative research methods, aims to shed light on the future of ceramic art and reveal the potential of technological integration.

Keywords: Ceramic Art, Technological Innovations, Modern Technologies, 3D Printing, Digital Design.

GİRİŞ

Seramik sanatı, tarih boyunca birçok kültürün önemli bir parçası olmuş, insanlık tarihinin evriminde derin izler bırakmış bir disiplindir. M.Ö. 29.000 yıllarına kadar uzanan kökenleri ile bu sanat dalı, sadece estetik bir ifade biçimi değil, aynı zamanda günlük yaşamda kullanılan işlevsel nesnelerin estetik açıdan yorumlanmasında da önemli bir rol oynamıştır (Erman, 2019:143). Ancak günümüz dünyasında seramik sanatı, teknolojik yeniliklerin ve dijital devrimin etkisiyle yeni bir döneme girmiştir. Bu dönüşüm, sanatçılara yeni olanaklar sunarak yaratıcılıklarını artırmakta ve izleyicilere benzersiz deneyimler sağlamaktadır. Dijital teknolojilerin seramik sanatındaki etkisi, özellikle bilgisayarlı tasarım (CAD) yazılımları ile görünür hale gelmektedir. Bu yazılımlar, sanatçılara karmaşık formlar ve detaylı desenler oluşturma imkanı tanırken, eserlerinin üretim sürecini de hızlandırmaktadır. Sanatçılar, dijital ortamda gerçekleştirdikleri tasarımları, 3D yazıcılar aracılığıyla fiziksel form haline getirebilmektedir. 3D Yazıcılar, seramik malzeme ile çalışarak istenilen şekilleri hassas bir şekilde üretme imkanı sunarken, geleneksel yöntemlerin sağladığı esneklik ve yaratıcılığı da korumaktadır. Bu yeni üretim teknikleri, sanatçının yaratıcılığını sınırlayan pek çok geleneksel engeli ortadan kaldırıp, hayal gücünün sınırlarını zorlayarak, temelindeki akıcılığı, özgünlüğü ve esnekliği sağlayıp (Parsıl, 2012: 1) aynı zamanda, modern fırın teknolojileri de seramik sanatının evriminde önemli bir rol oynamaktadır. Odunla çalışan fırınlar yerini daha kontrollü sıcaklık ve atmosfer koşulları sunan elektrikli fırınlara bırakmış, böylece ürünlerin kalitesini ve dayanıklılığını artırmıştır. Ayrıca, bu fırınlar, sanatçılara farklı sıcaklıklarda ve atmosferlerde pişirme yapabilme imkanı tanıyarak, seramiklerin renk ve doku özelliklerini çeşitlendirmektedir. Bunların yanı sıra, seramik sanatında sürdürülebilirlik ve çevre bilinci de gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yeni malzeme araştırmaları ve üretim süreçlerinde yapılan iyileştirmeler, atıkların ve

Burhan Yalçın ¹ 

How to Cite This Article

Yalçın, B. (2025). "Seramik Sanatı ve Teknoloji ile İlişkisi", International Academic Social Resources Journal, (e-ISSN: 2636-7637), Vol:10, Issue:2; pp:93-107. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15277430>

Arrival: 06 February 2025
Published: 28 April 2025

Academic Social Resources Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

¹ Sanatta Yeterlik Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı, İzmir, Türkiye

zararlı emisyonların azaltılmasına odaklanmaktadır. Doğal ve geri dönüştürülebilir materyallerin kullanımı, sanatçıların sadece estetik değil, aynı zamanda etik bir bilinçle eser üretmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, seramik sanatı, teknolojinin ve bilimin sunduğu yenilikler ile birlikte hem geleneksel köklerine bağlı kalmaya devam etmekte hem de yeni ifade biçimlerine kapı aralamaktadır. Bu durum, sanatçılar için yeni keşif alanları açarken, izleyiciler için de farklı deneyimler ve duygusal etkileşimler sunmaktadır. Seramik sanatının teknolojik yenilikleri, onu geleceğin sanatı olarak konumlandırmakta ve bu bağlamda hem sanatı hem de sanatçıyı yeniden tanımlamaktadır.

Yöntem

Bu araştırma, seramik sanatındaki teknolojik yeniliklerin incelenmesi amacıyla yurt içi ve yurt dışındaki akademik kaynakların literatür taraması yöntemiyle analiz edilmesine dayanmaktadır. Araştırma kapsamında, tezler, makaleler, bildiriler, kitaplar ve sanat tarihi kaynakları gibi birincil ve ikincil kaynaklar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu kaynaklar, dijital ortamda erişilebilir veri tabanları, kütüphane arşivleri ve online akademik platformlar üzerinden taranmıştır.

Çalışmada, seramik sanatındaki son teknolojik yenilikler ve bu yeniliklerin sanatsal ifadelere olan etkileri ele alınmıştır. Özellikle geleneksel ve modern fırın teknolojileri, dijital sanat uygulamaları, 3D baskı teknolojisi, sırlama teknikleri ve nano teknoloji gibi alanlardaki gelişmeler incelenmiştir. Bu teknolojik yeniliklerin seramik sanatına nasıl entegre edildiği, sanatçıların yaratıcı süreçlerini nasıl dönüştürdüğü ve gelecekteki potansiyel gelişmelerin neler olabileceği analiz edilmiştir.

Literatür taraması sürecinde, elde edilen veriler sistematik bir şekilde sınıflandırılmış ve teknolojik yeniliklerin seramik sanatı üzerindeki etkileri tematik olarak değerlendirilmiştir. Bu yöntem, seramik sanatındaki teknolojik dönüşümün kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamak ve alandaki gelecek araştırmalara yönelik bir temel oluşturmaktadır. Araştırma, nitel veri analizi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, bulgular teknolojik yeniliklerin sanatsal ifade ve üretim süreçlerine olan katkıları bağlamında yorumlanmıştır.

Seramik Fırınları ve Pişirme Teknolojilerinin Tarihçesi

Seramik üretiminde şekillendirme, üretimin ilk aşamasıdır. Bu aşamanın ardından, ham seramik bünyelerin suya, kimyasal maddelere ve darbelere karşı dayanıklı, sağlam bir yapı kazanması için seramik fırınlarına ihtiyaç duyulur. Başlangıçta, seramik ürünlerin pişirimi alttan yanmalı, topraktan yapılmış ve düşük sıcaklıkta pişirim yapan fırınlar kullanılmıştır. Ancak zamanla bu fırınların önemini kavrayan seramikçiler, ideal fırınları oluşturmak amacıyla çeşitli denemeler ve araştırmalar yaparak günümüzdeki gelişmiş tekniklere erişmiştir (Sevim, 1991:10). Bu bağlamda, modern seramik fırınları ve pişirme teknolojileri, seramik sanatı önemli bir parçası olmuştur. Bu fırınlar ve pişirme yöntemleri, tarih boyunca farklı kültürlerin ihtiyaçlarına ve teknik gelişmelere bağlı olarak şekillenmiş ve tasarım, fonksiyonlarına büyük katkılar sağlamıştır. Pişmiş toprak kaplarının kökenleri, form oluşturma ve üretim olmak üzere iki bağlantılı sürecin etkileşimini ortaya koymaktadır. Kil kullanılarak üretilen nesnelerin sağlamlığını artırmak amacıyla uygulanan pişirme işlemi, bu sürecin en kritik aşamalarından biridir. Pişirme sırasında kilin mineral bileşenleri fırınlandıktan sonra yeni fiziksel özellikler kazanır; bu süreç, camsı forma dönüşüm, kristal yapıların amorf (camsı) yapıya geçişiyle gerçekleşir. Seramiklerin ilk kez yapılmaya başlandığı dönemlerde, henüz özel fırın yapıları oluşturulmadan önce, pişirme işlemi doğal ortamlarda ve açık havada gerçekleştirilmiştir. Bu ilkel teknikler, atalarının estetik ve pratik ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ilk adımları temsil etmekle kalmaz, aynı zamanda seramik sanatının evrimine de zemin hazırlamıştır (Başkıran, 2010:15-19). Seramik fırınlarının tarihi, seramiğin kendisi kadar eskiye dayanır. İlk seramik nesneler, M.Ö. 29.000-25.000 yılları arasında, bilinen ilk pişmiş toprak ana tanrıça heykelciği Çek Cumhuriyeti'nde bulunmuş, Dolni Vestonice Venüsüdür (Er, 2011:14). Antik uygarlıklar, seramik kurutma ve pişirme süreçleri için basit yapılar olan açık ateş veya yer altı fırınları kullanılmıştır. Gelişen fırın teknolojileri, M.Ö. 2000 civarında, Mezopotamya ve Mısır gibi bölgelerde daha gelişmiş fırınlar kullanmışlardır. Bu fırınlar, seramiklerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesini sağlayarak malzemelerin dayanıklılığını artırdı.



Görsel 1: Şaraga Höyük'ten bir seramik fırını, Orta Bronz Çağı II

Kaynak 1: Ezer 2013, Fig. 1.

Antik Yunan uygarlıklarında ise, özellikle atölyelerde kullanılan, kapalı ve daha kontrollü pişirme ortamlarına sahip fırınlar olduğu gözlenmektedir. Bu fırınlar, ateşin yoğunluğunu ve yönünü düzenleme özellikleri ile dikkat çekiyordu. Orta Çağ'da Avrupa ve Asya'nın birçok bölgesinde, seramik fırınları daha da gelişti. Çin'deki yüksek sıcaklıktaki pişirme yöntemleri, özellikle Stoneware ve porselenin ortaya çıkmasını sağladı. İslam Dünyası ve Avrupa'ya yayılarak, farklı stillerde seramiğin gelişimini tetikledi. 18. Yüzyılın sonlarına doğru, sanayi devrimi ile birlikte seramik fırın teknolojilerinde önemli yenilikler gerçekleşti. Elektrikli fırınların öncüsü olan gazlı ve kömürlü fırın modeli, seramik sanatında devrim yarattı. Bu dönemde, fırınların otomasyonunu artırarak, daha düzenli sıcaklık kontrolü ile güvenilir pişirme süreçlerinin sağlanması mümkün hale geldi (Birben, 2011:43-57).

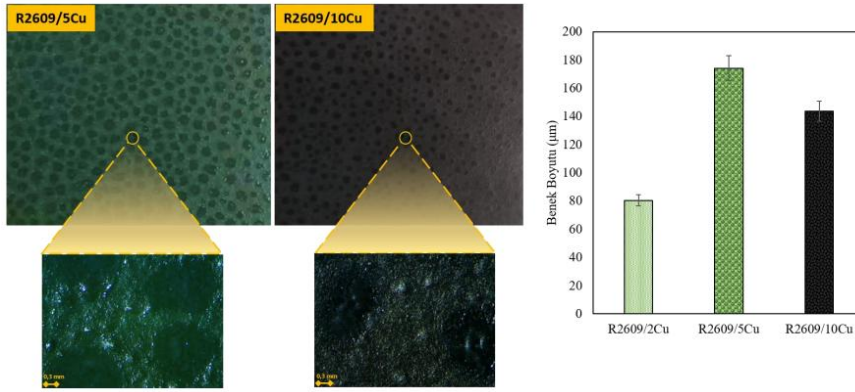
Modern Seramik Fırınlar

Teknolojik gelişmeler ışığında, seramik fırınlarını gazlı ve elektrikli olmak üzere iki gruba ayırabiliriz. Özellikle sanatçı atölyelerinde kullanım kolaylığı sebebi ile elektrikli fırınlar tercih edilirken, seramik fabrikaları doğal gazla çalışan büyük kapasiteli fırınlar tercih etmektedirler. Araştırmanın bu bölümünde gazlı ve elektrikli fırınların tarihsel gelişimine ve ulaştıkları teknolojilere yer verilmiştir.

Gazlı Seramik Fırınlar

Gazlı seramik fırınları, seramik üretiminde önemli bir rol oynamış ve çeşitli dönemlerde değişim geçirmiştir. İlk seramik fırınları, Antik dönemlerde, ateş ve kilin birleşimiyle basit yapılar olarak ortaya çıkmıştır ve genellikle odun ateşi ile pişirim sağlanmıştır. Orta Çağ'da ise seramik fırınları daha karmaşık hale gelerek, çeşitli ısıtma yöntemleri ve daha iyi yalıtım özellikleri ile verimlilik artırılmıştır (Çetintaş, 2018:1748-1763). 19. Yüzyılda doğal gazın yaygınlaşmasıyla birlikte gazlı fırınlar kullanılmaya başlanmış ve kontrol edilebilir sıcaklıklar ile daha az zararlı emisyonlar sunarak dikkat çekmiştir. 20. yüzyılın ortalarından itibaren gazlı fırın teknolojisi gelişmiş, otomatik kontrol sistemleri ile entegre edilerek seramik üretim sürecinde tutarlılık ve verimlilik sağlanmıştır. Günümüzde ise çevresel etkileri azaltmaya yönelik çeşitli çabalar gösterilmekte, alternatif gazlar ve yenilikçi tasarımlar kullanılmaktadır. Bugün gazlı seramik fırınları, hem endüstriyel seramik üretiminde hem de sanatçı çalışmalarında yaygın olarak kullanılmakta, geleneksel tekniklerle modern teknoloji arasında bir köprü kurarak zengin bir üretim yelpazesi sunmaktadır. Bu bağlamda, gazlı seramik fırınlarının tarihi gelişimi, hem teknolojik ilerlemeleri hem de çevresel sürdürülebilirlik arayışlarını yansıtan zengin bir geçmişe sahiptir (Özcan, 1997:43-46).

Seramik sanatçılarına, geleneksel pişirme tekniklerini modernize etme ve bulundukları ortamda daha verimli bir üretim süreci sağlama konusunda alternatif bir seçenek sunar. Doğal gaz kullanarak ısınan bu fırınlar, pişirme sürecine hızlı bir şekilde girerek, yüksek sıcaklıklara ulaşma kabiliyeti ile öne çıkarlar. Bu özellik, seramiklerde istenilen fiziksel ve estetik özelliklerin elde edilmesine büyük katkı sağlar. Özellikle, seramiklerin sertliğini ve dayanıklılığını artırmak, renklerin daha canlı ve derin olmasını sağlamak için gereken sıcaklıkları hızla elde etmek, gazlı fırınların önemli avantajlarından biridir. Gazlı fırınların sunduğu bir başka önemli avantaj ise, pişirme sürecinde daha fazla esneklik ve kontrol imkanı sağlamasıdır. Fırın içindeki sıcaklık dağılımı ve hava akışı, sanatsal yaratıcılığa olanak tanırken, renk ve dokuların oluşturulmasında önemli bir rol oynar. Örneğin, farklı oksit karışımları kullanılarak elde edilen sır reçeteler, seramiklerin renk tonlarını çeşitlendirebilir; bu sayede sanatçılar, her bir parçanın benzersiz özellikler kazanmasına imkan tanır. Ayrıca, pişirme atmosfere müdahale edebilme yeteneği, sanatçıların deneysel süreçlerine katkıda bulunur (Akdoğan ve Ubay, 2022:733).



Görsel 2: Bakır Oksit İlavesi ile Isı Dağılımının Benek Boyutuna Etkisi.

Kaynak 2: Akdoğan ve Ubay, 2022:733)

Gazlı fırınlar, enerji verimliliği açısından birçok avantaja sahiptir. Geleneksel katı yakıtlı fırınlarla kıyaslandığında, gazlı fırınlar daha hızlı ve verimli bir ısınma sağlar, bu da enerji tüketimini azaltır.



Görsel 3: Gazlı Seramik Fırın.

Kaynak 3: <https://www.mars.com.tr/tr/urunler/seramik-studio-firinlari/raku-firinlar-%7C-gazli-89.html>

Gazlı fırınlar, aynı zamanda daha az zararlı emisyon üretirler. Bu yüzden, çevre dostu yaklaşımlar benimseyen sanatçılar ve atölyeler için de oldukça cazip bir seçenek haline gelir. Gazlı fırınlar, enerji ihtiyacını karşılamak için genellikle tüplerle temin edilen gaz kullanır. Lpg ve doğalgaz ise, kullanıldığı yere borular aracılığıyla iletilen gaz türleridir. Sanatsal amaçlı uygulamalarda, daha çok tüplere doldurulmuş gazlar tercih edilmektedir. Bu sistemlerin güvenliği için, hem gaz tüpünde hem de doğalgaz tesisatında gaz basıncını kontrol eden bir vana ve basınç göstergesi bulundurulması zorunludur. Basınç ölçümünün doğru yapılabilmesi için ise, iki adet basınç göstergesi gerekir; biri tüp basıncını, diğeri ise fırına giden borudaki gaz basıncını ölçmelidir. Ayrıca, tüple fırın arasındaki gaz borusunun uzunluğu 1.5 metreyi aşıyorsa, bu borunun mutlaka metalden yapılması gerekmektedir. Gazlı fırınlarda, gazın yakılıp ısı enerjisine dönüştüğü bölüme brülör denir. Brülörler, yanıcı gaz ile yanma için gerekli oksijenin belirli oranlarda karışımını sağlayarak, bu karışımın ateşlenip yanmasını mümkün kılan mekanizmalardır. Farklı yakıt türleri ve yanma şiddetlerine bağlı olarak brülörlerin çeşitli tasarımları bulunmaktadır (Özcan, 1997: 43).

Bu bağlamda değerlendirildiğinde gazlı fırınlar, hem geleneksel teknikleri koruma hem de modern üretim süreçlerine entegre etme amacı güden seramik sanatçıları için etkili bir çözümdür. Yüksek sıcaklıklara ulaştırma gücü, renk ve dokularda sağladığı çeşitlilik ve enerji verimliliği ile gazlı fırınlar, seramik yapımında yaratıcılığı teşvik ederken, kaliteli ve özgün eserler ortaya çıkarmalarına olanak tanır. Sanatçıların yaratıcı potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için ideal bir araç olarak, gazlı fırınlar, seramik sanatının geleceğinde önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca gazlı fırınlar, Raku yapımında pratik olarak kullanılabilir en uygun fırınlardır. Yakıt olarak doğal gaz, Lpg (sıvılaştırılmış petrol gazı) kullanılabilir. Bu fırın türü, yakıtın ucuzluğu, kullanım kolaylığı ve zaman tasarrufu açısından günümüz raku sanatçılarının hemen hemen hepsinin tercihidir. Bisküvi pişiriminin de güvenli şekilde yapılabilirdiği gazlı fırınlar, çok çeşitli planlarda inşa edilebilmektedirler. Fırın duvarları refrakter tuğla ya da fiber frax (cam elyafı olarak bilinen ısı yalıtım malzemesinin yüksek sıcaklıklara dayanıklı olarak fırınlar için üretim şekli) kullanarak inşa edilir. Fiber frax malzemesinin hafif olması ve mükemmel ısı yalıtımı fırın yapımında kolaylık sağlamaktadır (görsel 4).



Görsel 4: Gazlı Raku Fırını ve Fabrika Tipi Gazlı Fırın.

Kaynak 4: <https://tr.pinterest.com/pin/119204721381858049/>

Elektrikli Fırınlr

Elektrikli seramik fırınlar, seramiklerin pişirilmesi ve işlenmesi için kullanılan önemli araçlar arasında yer almaktadır. Seramik fırınlarının tarihsel gelişimi, geleneksel fırınlar dönemine ve elektrikli fırınların ortaya çıkışına dayanır. Seramik yapımı, insanlık tarihi kadar eski bir sanat dalı olup, ilk seramik fırınları M.Ö.25.000'e kadar uzanmaktadır. Bu fırınlar, doğal kaynaklardan (ahşap, kömür) sağlanan ateşle çalışarak, genellikle briket veya taş kullanılarak inşa edilmiştir. 18. yüzyılın sonlarından itibaren Endüstriyel Devrim, pişirme süreçlerinde daha verimli ve kontrollü yöntemlerin geliştirilmesini sağladı. Bu dönemde gazlı fırınların ardından elektrikli fırınların kullanımı da yaygınlaşmış, 1900'lerin başında elektrikli fırınların ilk örnekleri, laboratuvar ortamlarında kullanılmaya başlanmıştır. Dönem itibarıyla elektrikli ısıtma elemanları geliştikçe, bu fırınlar daha geniş uygulama alanı bulmuştur. 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, elektrikli seramik fırınlar özellikle sanayi ve sanat alanında yaygınlık kazandı. Bu fırınlar, seramik üretiminde hassas sıcaklık kontrolü sağlarken, işletme maliyetlerini de düşürmüştür. Elektrikli seramik fırınlar, ilk olarak etkin seramik üretimi için deneysel veya sanayi ortamlarında kullanılmaya başlamış ve sanatçılar ile sanat okulları bu modern fırınları kullanarak daha sofistike seramik eserler üretmiştir. Elektrikli fırınların en büyük avantajı, sıcaklık kontrolünün hassas olması ve fırınlamanın daha homojen bir şekilde gerçekleşmesidir. Günümüzde, elektrikli seramik fırınlar hem endüstride hem de hobi olarak seramik yapan kişilerin atölyelerinde yaygınlıkla kullanılmakta; modern elektrikli fırınlar, kullanıcı dostu tasarımlar ve enerji verimliliği sunan çeşitli teknolojilerle donatılmaktadır. Ayrıca, dijital kontrol sistemleri sayesinde sıcaklık ve zaman ayarları daha öngörülebilir ve hassas bir şekilde yapılabilmektedir.

Kullanım kolaylığı ve hatasız pişirme özelliği nedeniyle tercih edilen bu fırınlarda; elektrik akımının geçtiği özel rezistans telleri ile sıcaklık oluşur. Elektrik fırında, temiz bir yanma ortamı olduğundan herhangi bir duman oluşumu söz konusu değildir; bu nedenle baca yerine yalnızca havalandırma delikleri bulunmaktadır. Pişirilecek ürünler, elektrikli kamara fırının içine direkt olarak yerleştirilebildiği gibi, dışarıda yüklenmiş fırın arabalarıyla da fırının içine ilerleterek yerleştirilebilir. Fırın duvarları, ateş tuğlası ve ısıya dayanıklı fiberle kaplanarak etkili bir yalıtım sağlanır (Arcasoy, t.y: 94). Bu fırınlar, iç sıcaklık ve nem seviyelerini hassas bir şekilde ayarlamaya olanak tanıyan gelişmiş sıcaklık kontrol sistemleri ile donatılmıştır. Genellikle dijital ekranlarla kurulu olan fırınlar, kullanıcıların sıcaklık ayarlarını kolayca değiştirmesine ve izlemesine imkan tanır. Elektrikli fırınların en büyük avantajlarından biri, pişirme sürecini eşit sıcaklık altında gerçekleştirerek, seramik ürünlerin pişirme şartlarını kullanıcının ihtiyaçlarına göre tam olarak belirlemesine olanak sağlamasıdır. Böylece, farklı malzemelerin ya da renklerin tutarlılığı sağlanarak ürünlerin kalitesinde standartlık elde edilir. Ayrıca, çoğu elektrikli fırın nem kontrol sistemleri ile entegre edilmiştir; bu sayede pişirme sürecinde nem seviyesinin ayarlanması ve belirli atmosfer koşullarının oluşturulması mümkün hale gelir. Örneğin, bazı seramik teknikleri redüksiyon atmosferlerin de pişirme gerektiği için belirli bir gaz karışımı oluşturulabilir.



Görsel 5: Elektrikli Kamara Fırın

Kaynak 5: <https://www.mars.com.tr/tr/urunler/seramik-studio-firinlari/tabani-arabali-elektrikli-firinlar-85.html>

Elektrikli fırınlar, özellikle küçük ve orta ölçekli seramik atölyelerinde ve eğitim kurumlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Kullanıcı dostu olmaları, güvenli bir çalışma ortamı sunmaları ve pişirme işlemini daha az karmaşık hale getirmeleri nedeniyle hobi amaçlı seramik yapımında da yaygın olarak kullanılır. Enerji verimliliği açısından oldukça avantajlı olan elektrikli fırınlar daha düşük enerji tüketimine sahiptir ve çevre dostu bir seçenek sunarak zehirli gaz ve emisyonları minimize eder. Bu bağlamda, elektrikli fırınlar seramik pişirme sürecinde hassasiyet ve kontrol imkanı sunan önemli cihazlardır. Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre ayarlanabilen sıcaklık ve nem seviyeleri, son ürünlerin kalitesini artırarak tutarlılığını sağlar. Küçük atölyelerden geniş üretim alanlarına kadar çeşitli ortamlarda tercih edilen bu fırınlar, seramik sanatçıların yaratıcı potansiyelini güçlendirerek etkili olanaklar sunmaktadır.

Günümüz Seramik Sektöründe Sırlama ve Pişirim Teknikleri

Seramik, tarih boyunca hem estetik hem de işlevsel olarak önemli bir sanat dalı olmuştur ve bu alandaki en temel bileşenlerden biri, seramik yüzeylerini kaplayan sır (veya glazür) teknolojisidir. Sır, seramik çamurunu ince bir tabaka ile kaplayarak üzerinde eriyen cam veya camı bir yapı oluşmasını sağlayan bir malzemedir. Kimyasal açıdan bakıldığında, alkali bileşenlerinin uygun sıcaklıklarda eritilmesi ve ardından soğutulması ile elde edilen silikat karışımlardan oluşur. Bu işlem, hem estetik bir görünüm kazandırmakta hem de seramiğin su geçirmezlik ve dayanıklılık gibi özelliklerini artırmaktadır. Sır, sağladığı pürüzsüz yüzey ve parlaklık sayesinde, seramiklerin hem dekoratif hem de işlevsel açıdan daha etkileyici olmasına katkıda bulunur (Emir, 1991:3). Seramik sırlarının gelişimi, seramik sanatının ve üretiminin gelişiminde kritik bir rol oynamış; bu teknolojinin ilerlemesi, seramiklerin kalitesini, dayanıklılığını ve estetik görünümünü artırmıştır. Sırlama teknolojileri, seramik üretiminde önemli bir yer tutarak, hem estetik hem de fonksiyonel yönleriyle seramiklerin kalitesini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel sır tekniklerinin yanı sıra, günümüzde çeşitli modern sırlama yöntemleri geliştirilmiş olup, bu yöntemler seramiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini daha ileri bir seviyeye taşımaktadır. Sırın ana bileşenlerini oluşturan ham maddelerin büyük bir kısmı doğal ortamda organik olarak bulunur. Ancak günümüzde artan üretim ve tüketim alışkanlıkları, doğal kaynakların dikkatsizce harcanmasına yol açmakta ve bu durum ham maddelerin tükenmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle, geri dönüşüm uygulamalarının önemi giderek artmaktadır. Geleneksel sırlama yöntemleri, genellikle doğal bileşenler ve basit tekniklere yönelmiştir (Kum ve Poyraz: 2022).

Sırın bulunduğu tarih kesin olarak bilinmese de seramik sırlarının bir önceki aşaması sayılan “Mısır Çamuru (Egyptian Paste)” adı verilen seramik-cam arası bünyenin M.Ö 3200 yıllarında ilk kez Mısır’da ortaya çıktığı düşünülmektedir (Arcasoy ve Başkıran, 2020:259). İlk sır örnekleri, Antik Mezopotamya ve Mısır gibi erken medeniyetlerde kullanılmıştır. Bu dönemlerde, sırlar genellikle kil ve su karışımının fırınlanan seramikler üzerine uygulanarak su geçirmez özellik kazandırmak amacıyla geliştirilmiştir. Erken dönem sırları, ağırlıklı olarak doğal maddelerden elde edilmiş ve pişirme sıcaklıkları düşük tutulmuş, renk açısından ise kahverengi veya siyah tonlarına sahip basit sırlamalarla sınırlı kalmıştır. Antik Yunan ve Roma dönemlerinde önemli bir gelişim gösteren sır, Yunanlılar tarafından kırmızı ve siyah sır tekniklerini kullanarak zengin kalitede eserler üretmiş; özellikle siyah figürlü çömlekler (görsel 6), yüksek kontrastlı görünümleri sayesinde dikkat çekmiştir. Roma dönemine gelindiğinde ise sırlar, mavi, yeşil ve beyaz tonları ile daha çeşitli hale gelmiştir.



Görsel 6: M.Ö.7. y.y.- M.Ö 6. Y.y Antik Yunan çömlek ve vazolarında kullanılan Sırlama tekniği, figürler turuncu veya açık kırmızı zemin üzerine siyah renkli fimsi boyayla silüet halinde sırlanmıştır.

Kaynak6: Tekçam,Tamay. "Arkeoloji Sözlüğü" Alfa Yayınları. s. 331

Orta Çağ’da, özellikle İslam Dünyasında, seramik sır teknolojisinde önemli bir değişim yaşanmış ve sırlar geometrik desenler, bitkisel motifler ve kaligrafik unsurlar ile zenginleştirilmiştir. İslam seramiklerinde kullanılan mavi, beyaz ve sarı tonlardaki sırlar, estetik amaçların yanı sıra işlevsellik açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu dönemde üretilen seramikler, ince sırlama ve karmaşık desenler süslenerek, sanatın en güzel örneklerini arasına girmiştir. Rönesans döneminde ise Avrupa’da seramik sanatında sır teknolojisi daha da sofistike bir seviyeye ulaşmıştır. İtalya’da üretilen Majolica seramikleri, yüksek kalitedeki sırlama ve boyama teknikleri ile öne çıkarken, diğer Avrupa ülkelerinde de benzer yöntemlerle zarif desenler ve renkler oluşturulmuştur. Bu dönemde pişirme tekniklerinde sağlanan ilerlemeler sayesinde seramikler daha yüksek sıcaklıklarda fırınlanarak daha dayanıklı ve pürüzsüz hale gelmiştir (Ersoy ve Şölenay, 2022:17-19).

20. yüzyılın sonlarına doğru sanayi devriminin etkisi ile modern seramik sanatında sır, hem bir ticari ürün olarak piyasada yer almakta hem de sanatçılar özel atölyelerinde kendilerini geliştirerek seramik teknolojisinde yenilikler aramaya başlamıştır. Teknolojik gelişmeler ve çevreci yaklaşımlar sıranın dekoratif ve renklendirme özelliklerine ek yeni işlevler kazandırılmasında temel oluşturmuştur. Son yıllarda seramik ürün yüzeyini kaplayan sıranın özelliklerini optimize etmek için bir çok çalışma yürütülmektedir. Bu kapsamda antimikrobiyal, antifungal özelliklerin yanı sıra, kendi kendini temizleyen ve kaymazlık gibi yüzey özellikleri sıranın işlevsel özelliklerine dahil edilmiştir (Karasu vd. 2020:116).

Günümüzde kullanılan seramik sırlama yöntemleri, sanatsal ve endüstriyel üretimde büyük yenilikler göstermekte; yüksek sıcaklık fırınları, elektronik pişirme sistemleri ve otomatik sırlama makinaları sayesinde üretim daha verimli hala gelmektedir. Ayrıca modern seramik sanatı, çevre dostu malzemeler ve sürdürülebilirlik üretim tekniklerini de bünyesinde barındırarak, çevresel ve fonksiyonel amaçları da gözetmektedir.

Seramik sır üretim ve uygulamasında, fabrikalar ve gelişmiş teknoloji kullanan atölyeler, modern üretim sürecini optimize etmek ve kaliteyi artırmak amacıyla bir dizi ileri teknolojiden yararlanmaktadır. Bu teknolojiler, üretimin her aşamasında verimliliği artırırken, aynı zamanda insan kaynaklı hataları azaltmakta ve ürün kalitesini yükseltmektedir. Bu süreçte kullanılan bazı önemli teknoloji ve yöntemleri şu şekilde sıralanabilir.

Otomatize Üretim Sistemleri

Gelişmiş seramik sır fabrikalarında otomatik üretim hatları önemli bir yer tutmaktadır. Bu sistemler, malzeme taşınmasından karıştırma ve dolum işlemlerine kadar birçok aşamada insan müdahalesini azaltarak hata payını ciddi oranda düşürmektedir. Ayrıca, otomatik sistemler sürekli bir üretim akışı sağlar, bu da yüksek verimliliğe olanak tanır.



Görsel 7: Otomatik Üretim Bandı.

Kaynak 7: <https://tr.made-in-china.com/>

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Yazılımları, seramik sırların tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Bu yazılımlar, renk, doku ve desenlerin özel olarak tasarlanmasını sağlar. Tasarımcılar, sunumlarını daha gerçekçi hale getirmek için 3D modelleme ve simülasyonlar yaparak, tasarımın doğruluğunu artırır ve üretim aşamasındaki hata riskini minimize ederler.

Sayısal Kontrol (CNC) Teknolojisi, Sayısal Kontrol (CNC) Teknolojisi, seramik yüzeylere desen işlemek veya sırlama sürecinde üstün hassasiyet ve tutarlılık sağlamak için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. CNC makineleri, bilgisayar destekli tasarım (CAD) programları aracılığıyla oluşturulan dijital modelleri, yüksek doğrulukla fiziksel ürünlere dönüştürme yeteneğine sahiptir. Bu teknoloji, seramik üretiminde geleneksel yöntemlerle elde edilmesi zor olan karmaşık desenler, ince detaylar ve tekrarlanabilir yüksek kaliteyi mümkün kılar. CNC makineleri, seramik yüzeyler üzerinde kesme, oyma, delme ve frezeleme gibi işlemleri otomatik olarak gerçekleştirir. Bu sayede, sanatçılar ve tasarımcılar, seramik yüzeylere estetik açıdan etkileyici ve kişiselleştirilmiş desenler uygulayabilir. Aynı zamanda, seramik sırlama sürecinde CNC teknolojisi, sıranın eşit ve kontrollü bir şekilde uygulanmasını sağlayarak ürün kalitesini artırır. Bu, özellikle seri üretimde tutarlılık ve verimlilik açısından büyük bir avantaj sunar.

CNC teknolojisinin bir diğer önemli avantajı, insan hatasını en aza indirerek üretim sürecini optimize etmesidir. Geleneksel yöntemlerde el işçiliği gerektiren detaylar, CNC makineleri sayesinde hatasız ve hızlı bir şekilde tamamlanabilir. Ayrıca, bu teknoloji sayesinde seramik ürünler üzerinde deneysel tasarımlar ve yenilikçi teknikler kolayca uygulanabilir, bu da sanatsal ve endüstriyel seramik üretiminde yeni ufuklar açar.

Sonuç olarak, CNC teknolojisi, seramik sanatı ve endüstrisi için bir devrim niteliğindedir. Hem estetik hem de fonksiyonel açıdan üstün sonuçlar sunarken, üretim süreçlerini hızlandırır ve maliyetleri düşürür. Bu nedenle, günümüzde seramik üretiminde CNC makineleri vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir.

Spray Kurutma Teknolojisi, sıvı seramik sırların toz formuna dönüştürülmesinde zaman ve enerji tasarrufu sağlar. Multi-stage kurutma teknikleri ile parçaların homojen bir şekilde kuruması sağlanarak kalite kaybı önlenir.

Nanoteknoloji Uygulamaları, seramik sırların dayanıklılığını ve performansını artırmak için nanopartiküller kullanır; bu sayede, daha dayanıklı, estetik ve fonksiyonel kaplamalar elde edilir.

Termal Analiz Cihazları, sırların fırınlama sıcaklıklarını optimize ederek iç gerilmelerin ve çatlamların önlenmesine yardımcı olur ve enerji verimliliğini artırarak maliyetleri düşürür. Yüksek hassasiyetli karıştırıcılar, seramik sırlarda homojen bir karışım oluşturarak ürün kalitesini ve tutarlılığını artırır. Gelişmiş fabrikalarda kalite kontrol süreçleri otomatik hale getirilmiştir; görsel tanıma sistemleri ve sensörler, üretim sürecinin her aşamasında hataları tespit ederek anlık müdahale imkanı sunar.

Nesnelerin İnterneti (IoT) Teknolojisi, üretim sürecine entegre edilerek verimliliği artıran bilgi toplama ve analiz yetenekleri sunar. Bu sistemler, gerçek zamanlı veri toplayarak, üretim süreçlerini analiz eder ve optimize eder, böylece sürekli verimlilik analizi ile aksaklıkların anında tespit edilip düzeltilmesine olanak tanır.

Seramik sır teknolojisi tarih boyunca sürekli gelişim göstermiş, her dönemde estetik, fonksiyonel ve teknik açıdan önemli gelişmeler kaydetmiştir. Basit işlevsellik için kullanılan ilk sırlar, zamanla sanatçılara yaratıcılıklarını ifade imkanı veren karmaşık ve sofistike tekniklere dönüşmüştür. Modern dünyada, seramik sırları hem sanatsal hem de endüstriyel alanda önemli bir yer tutmakta; çevre dostu materyallerle birleşerek yeni ve yenilikçi yaklaşımlara imkan tanımaktadır. Gelecekte seramik sır teknolojisinin daha da gelişmesi ve sanat, endüstri ve bilim arasındaki buluşma noktalarında yeni olanakların keşfedilmesi öngörülmektedir.

Nanoteknoloji ve Seramik

Nanoteknoloji'nin tarihi, Nobel Ödüllü fizikçi Richard Feynman'ın 29 Aralık 1959'da Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde (Caltech) Amerikan Fizik Derneği'ne verdiği seminerle başlar (Bozkırlioğlu, 2011:22). Bilim adamları ve mühendisler, büyük ölçekli muadillerine kıyasla daha yüksek mukavemet, daha hafif ağırlık, artan elektrik iletkenliği ve kimyasal reaktivite gibi gelişmiş özelliklerden yararlanmak için nano ölçekli malzemeler üretmede büyük başarı elde ettiler. Yeni fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler kazandırmayı hedefleyen, yeni ve hızla gelişen bir bilim ve teknoloji alanıdır (Tüylek, 2021:71) Ancak seramikte kullanımı 9. ve 17. yüzyıllar arasında İslam dünyasında ve sonrasında Avrupa'da kullanılan canlı, ısıtılı ve parlak seramik sırlar, gümüş veya bakır veya diğer metalik nanoparçacıkları içerdiği belirlenmiştir (Ersöz, Işıtan ve Balaban, 2018:20).

Seramik sanatında nanoteknolojinin bir örneği olarak kabul edilen lüster tekniği; kökeni 9. y.y'a, Abbasiler Dönemi'ne kadar uzanmaktadır, ilk olarak Irak'ta uygulanmış ve seramik yüzeylerine metalik bir ısıltı kazandıran dekoratif bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Lüster, nanoteknolojik prensiplere dayanarak, nanoboyutlu bakır ve gümüş taneciklerinin silisyum temelli bir camsı zemin içine gömülmesiyle oluşan bir nanokompozit yapıdır. Bu yapı, metalik ve camsı özelliklerin birleşimiyle ortaya çıkar ve altın benzeri bir görünüm sağlayarak ışığı metalik bir yüzey gibi yansıtır. Lüster tekniği, yaklaşık 500-600 °C gibi düşük sıcaklıklarda, lüster boyasının cam yüzeyle reaksiyona girmesiyle oluşur. Bu süreç, bakır ve gümüş iyonlarının sırdaki alkali iyonlarla yer değiştirmesi, ardından difüzyon ve kristalizasyon süreçleriyle nano taneler halinde kristalleşmesini içerir. Bu karmaşık yapı, modern nanoteknolojinin temel prensiplerini yansıtır. Son yıllarda yapılan malzeme araştırmaları, lüsterin silika esaslı bir camsı matriks içinde bakır veya gümüş nanotanelerinin dağılmasıyla oluşan metal-cam nanokompozit bir ince film tabakası olduğunu doğrulamaktadır. Bu bulgular, lüster tekniğinin nanoteknoloji'nin seramik sanatındaki uygulamalarından biri olduğunu göstermektedir. Lüster, hem estetik hem de teknolojik açıdan seramik sanatında önemli bir yer tutar ve tarihsel süreçte Akdeniz coğrafyasına yayılarak gelişimini sürdürmüştür. Bu teknik, nanoteknolojinin sanat ve malzeme bilimiyle nasıl iç içe geçebileceğine dair önemli bir örnek teşkil etmektedir (Sarigüzel, 2015:19).

Nanoteknolojik uygulamalar, 1980'lerde bilimsel bir disiplin haline gelmiş ve 1981 yılında IBM tarafından geliştirilen atom düzeyinde etkileşim yapabilen cihaz, bu alanın gelişiminde önemli bir dönüm noktası olmuştur.

Seramiklerle nanoteknolojinin entegrasyonu ise özellikle 1990'ların sonlarından itibaren hız kazanmıştır. Nanoteknoloji, seramiklerin moleküler yapısını değiştirerek dayanıklılık, ısı iletkenlik, korozyon direnci, elektriksel iletkenlik ve mekanik dayanım gibi özelliklerde önemli iyileştirmeler sağlamaktadır. Bu gelişmeler, seramiklerin endüstriyel ve sanatsal kullanım alanlarını genişleterek daha güçlü, hafif ve uzun ömürlü malzemelerin üretimine olanak tanımaktadır. Günümüzde sanayi endüstrisinin önemli bir parçası olan seramikler, Nano teknoloji seramikleri, ileri teknoloji seramikleri ve genel seramikler olarak üç ana grupta incelenmektedir. Nano seramikler, 0.1 mikron'dan daha küçük tane boyutlarına sahip olup, elastiklik modülü 10-20 Gpa aralığındadır. Bu seramikler, yüksek kırılma direnci (204 MPa) ile özelliklerini geliştirirken, feldspatik, lösit ve kompozit içerikler ile

güçlendirilmiş kaplamalar, mikro deliciler ve diş protezleri gibi birçok alanda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Nano seramiklerin yüksek ergime sıcaklığı ve mukavemet özellikleri, elektrik ve ısıyı iletmesini sağlarken, kimyasal olarak dayanıklı olmaları da ağır ortamlarda kullanılmalarını mümkün kılmaktadır. Bu özellikleri sayesinde Otomotiv, Uçay, Enerji ve Sağlık sektörlerinde önemli uygulama alanlarına sahiptir. Ayrıca, yapay kemik veya protez gibi insan vücudu implantları olarak da kullanılmaktadır. Ancak, seramiklerin gevrek yapısı nedeniyle düşük çatlak direnci, bazı uygulama alanlarında sorunlar yaratabilir. Tarih boyunca yapılan deneyler, seramiklerin dayanıklılığı ve kırılma tokluğunu ölçmek için farklı metotlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Nano teknolojisinin sunduğu avantajlar ile seramiklerin kullanım alanları her geçen gün genişlemekte ve gelişmektedir (Yalçın ve Parsıl, 2024:546-547).



Görsel 8: Nano Seramik, Yapay Diş, Seramik Protezler, Kalça Protezi, Diz İmplantı

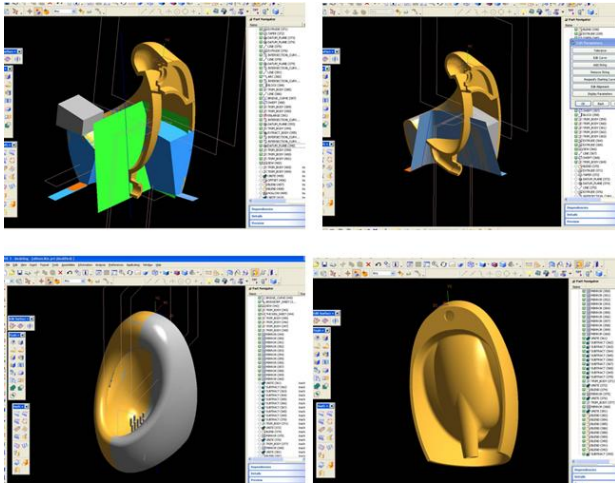
Kaynak 8: <https://asrjournal.org/files/asrjournal/07d75492-3a54-48ef-9ea3-925ac176e1e1.pdf>

Nanoteknoloji, seramik sanatında ve endüstriyel uygulamalarda önemli değişiklikler ortaya koyma potansiyeline sahiptir. Nanometrik materyallerin kullanımı, seramiklerin fiziksel, kimyasal ve estetik özelliklerini geliştirirken, özellikle sır uygulamalarında ve yüzey kaplamalarında performansı ve estetik değeri artırmaktadır. Nanomalzemelerin entegrasyonu, seramik yüzeylerin direncini artırmakta ve su ile yağ geçirmezliğini sağlamaktadır. Ayrıca, Nanopartiküller seramik sırlara eklendiğinde daha canlı renkler elde edilmesini mümkün kılmakta, bu da dekoratif çekiciliği artırmaktadır. Nanoteknolojik kaplamalar, zararlı maddelerin birikimini engelleyerek sağlık ve hijyen açısından koruma sağlarken, çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir. Sonuç olarak, nanoteknolojinin seramik sanatı üzerindeki etkileri, estetik, işlevsellik ve dayanıklılık alanlarında önemli iyileşmeler sunmakta ve yeni tasarım yaklaşımlarının gelişimini teşvik etmektedir. Bu alandaki akademik çalışmalar, seramik biliminin ilerlemesine ve sürdürülebilir malzeme tasarımına yeni yönelimler kazandıracaktır.

Bilgisayar Destekli Tasarım Tarihsel Gelişimi ve 3D Baskı Sistemleri

Bilgisayar destekli tasarım, ingilizcede "ComputerAided Design" olarak adlandırılır ve bu ifadenin baş harflerinden oluşan CAD kısaltması, bu alanda yaygın olarak kullanılır. CAD, üretimi planlanan parçaların veya ürünlerin bilgisayar ortamında modellenmesi, analiz edilmesi ve optimize edilmesi sürecini kapsayan bir teknolojidir. Groover ve Zimmer'e göre, CAD, bir tasarımın en etkili şekilde geliştirilmesine, analiz edilmesine, üzerinde değişiklik yapılmasına ve nihai tasarımın oluşturulmasına olanak tanıyan bilgisayar tabanlı sistemlerin kullanımını ifade eder. Bu sistemler, mühendislerin ve tasarımcıların karmaşık projeleri daha hızlı, daha doğru ve daha verimli bir şekilde tamamlamalarına yardımcı olur. CAD teknolojisi, modern üretim ve tasarım süreçlerinin vazgeçilmez bir parçası haline gelerek, endüstriyel inovasyonun temel taşlarından biri olmuştur (Groover ve Zimmers, 1983:12). Dijital bilgi çağının ilk grafik sistemleri, 1950'lerin ortalarında ABD'nin hava savunma ihtiyaçları için MIT'nin Lincoln Laboratuvarı'nda geliştirildi. Bu sistem, bilgisayar tarafından işlenen radar verilerini Katod Işın Tüpü (CRT) ekranlarıyla görselleştirerek dijital grafiklerin askeri ve endüstriyel kullanımının öncüsü oldu. 1957'de Dr. Patrick J. Hanratty, ilk ticari numerik kontrol (NC) sistemi Pronto'yu geliştirerek CADD/CAM teknolojisinin temellerini attı. 1960'ta IvanSutherland, TX-2 bilgisayarıyla Sketchpad projesini hayata geçirdi. Sketchpad, kullanıcıların bilgisayar ekranında grafik çizip manipüle edebildiği ilk interaktif sistemdi ve CAD endüstrisi, bilgisayar grafikleri ve kullanıcı arayüzlerinin gelişiminde çığır açtı. Bu erken dönem çalışmalar, modern mühendislik, tasarım ve üretim süreçlerinin temelini oluşturarak dijital teknolojinin sınırlarını genişletti (Can, 2019:4). 1980'lerden itibaren bilgisayara uyumlu üretim (CIM) ile başlayan süreç; parçaların üretimi için yeterli kodları içeren, üst düzey üretim teknikleri ve cihazlarıyla uyumlu, böylece firmalar için vazgeçilmez hale gelen CAD (computeraideddesign) teknolojisi ve ardından gelen bilgisayar destekli üretim (CAM:computeraidedmanufacturing) konsepti ile şekillenmişti. 1980'lerden itibaren bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımlarının yaygınlaşması, seramik sanatında kayda değer bir dönüşüm sürecini tetikleyerek sanatçıların yaratıcı pratiklerinde önemli bir dönem başlatmıştır (Mühür, 2016:88). Bu teknolojik yenilikler, sanatçılara seramik formlarını dijital ortamda tasarlama imkanı sunarak, geleneksel yöntemlerle ulaşılması güç olan detaylı ve karmaşık tasarımlar üretmelerine olanak tanımıştır. CAD yazılımlarının sağladığı avantajlar, sanatçıların yalnızca formları değil, aynı zamanda doku ve desenleri de daha yüksek bir hassasiyetle planlamalarını mümkün kılmaktadır. Geleneksel çizim ve modelleme tekniklerine ek olarak dijital

araçların entegrasyonu, seramik sanatinde yaratıcı ifade sınırlarını genişletmiştir. Sanatçılar, CAD teknolojileri sayesinde tasarımlarını üç boyutlu olarak görselleştirebilmekte, hızlı bir şekilde değişiklik yapabilmekte ve sanal ortamda prototipler oluşturabilmektedir. Bu süreç, seramik sanatının hem teknik hem de estetik açıdan daha özgür ve yenilikçi bir alana evrilmesine önemli katkılar sağlamıştır. CAD teknolojisinin seramik sanatçılarına sunduğu esneklik, sadece tasarım aşamasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda üretim sürecinde de önemli bir kontrol imkanı tanımaktadır.



Görsel 9: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Modelleme Pisuar Tasarımı (Efe TÜRKEL)

Kaynak 9: Türkkel, E. 2008). Bilgisayar destekli tasarım programlarıyla seramik ürünlerin modellenmesi ve bir pisuar uygulaması (Yüksek lisans tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı.

Dijital ortamda yapılan tasarımlar, geleneksel el işçiliği ile bir araya geldiğinde, seramik sanatinde özgün ve çağdaş yaklaşımların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu uyumlu birleşim, sanatçıların yaratım süreçlerini dönüştürerek, seramik sanatını hem geleneksel bilgi birikimi hem de modern teknolojik gelişmelerle harmanlayan bir alan haline getirmiştir. Bu bağlamda, CAD yazılımlarının seramik sanatındaki entegrasyonu, sanatsal üretkenliği artırmakta ve sanatçılara yenilikçi, özgün ve sofistike tasarımlar yaratma imkanları sunmaktadır. Bu durum, seramik sanatının çağdaş bağlamdaki konumunu güçlendirirken, sanatçılar için de yeni ifade biçimlerinin ve estetik anlayışlarının keşfedilmesine olanak sağlamaktadır.

Dijital Dekorlama ve Renklendirme: Günümüzde bilişim ve yazılım teknolojilerindeki ilerlemeler, akıllı sistemlerin gelişimini destekleyerek Endüstri 4.0'ı ortaya çıkarmıştır. Bu gelişim, insansız üretim süreçlerini mümkün kılan dijital sistemler ve ileri imalat teknolojilerine dayanarak endüstriyel üretimi yeniden şekillendirmektedir. Endüstriyel seramik malzemeler de bu yeniliklerden faydalanmakta; dijital tasarım ve üretim teknolojileri ile yüksek dayanımlı, çeşitli ebatlarda ve çok fonksiyonlu seramiklerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Dijital baskı teknolojisi, seramik yüzeyler üzerinde farklı boyutlarda ve türlerde üretim imkanı sunarak üretimsel çeşitlilik sağlamaktadır. Bu yöntem, sıcaklıkla doğrudan uygulama yapabilen veya baskı sonrası fırınlama gerektiren cihazlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Üretim süreci, eserin niteliği, adedi, boyutları ve maliyeti gibi parametrelere göre şekillenmekte ve uygun cihaz seçimi bu kriterlere bağlı olarak belirlenmektedir. Son yıllarda, tüketicilerin özgün ve estetik tasarımlara olan ilgisinin artması, dijital baskı teknolojisinin seramik sektöründe yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu durum, seramik ürünlerin kişiselleştirilmesine ve sanatsal değer taşıyan tasarımların üretimine olanak tanıyarak, sektörde yenilikçi bir yaklaşımın benimsenmesine katkıda bulunmuştur. Dijital baskı, hem endüstriyel hem de sanatsal üretim süreçlerinde vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir (Mesta, 2021:19).

Özellikle inkjet, lazer ve eklemeli imalat yöntemleri, yüzey tasarımda yeni estetik yaklaşımlar sunmakta ve seramik sanatinde yenilikleri teşvik etmektedir. Ayrıca, üç boyutlu ve dört boyutlu baskı, robotik sistemlerle birlikte modern teknolojinin simgeleri olarak dikkat çekmektedir. Bu gelişmeler, seramik tasarımı ve üretiminde yenilikçiliği artırmakta ve geniş bir uygulama yelpazesi sunmaktadır (Canduran, 2021:41).

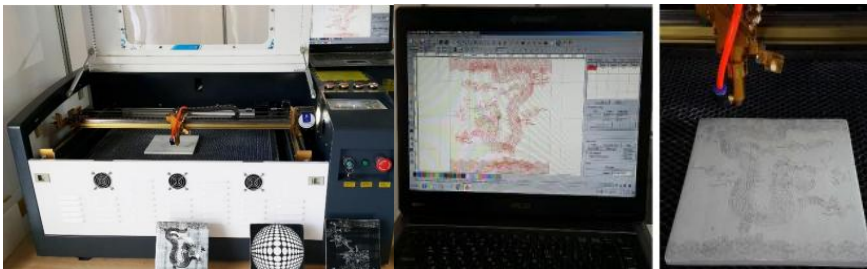


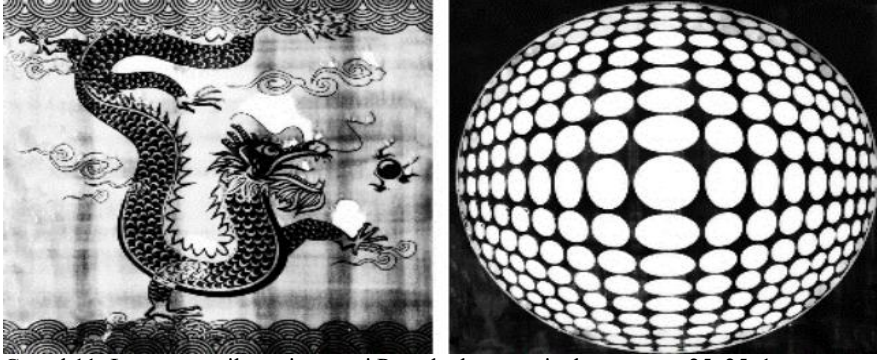
Görsel 10: Dijital Seramik UV Baskı Teknolojisi. Dijital UV Baskı Teknolojisi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bedesten Öğretim üyeleri yemekhane girişi (BAP) Projesi. 240x480.

Kaynak Fotoğraf 10: Burhan Yalçın kişisel Arşiv. (2018)

Dijital teknolojilerin sanata entegrasyonu, modern sanat disiplinlerinin gelişimine büyük katkılarda bulunmuş ve çağdaş sanat ile zanaat ilişkisini yeniden şekillendirmiştir. Seramik sanatı da bu dönüşümden faydalanarak, geleneksel el işçiliği ile dijital araçları birleştiren yeni bir diyalog geliştirmiştir. Dijital tasarım yazılımları ve 3D baskı, sanatçılara karmaşık formlar oluşturma ve tasarımlarını özelleştirme imkanı tanımakta; böylece daha yenilikçi ve sürdürülebilir seramik üretim yöntemlerinin ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Bu teknolojiler, enerji tüketimini, malzeme israfını ve uzun üretim sürelerini azaltarak, çevre dostu üretim süreçleri yaratmaktadır. Ayrıca, sanatçılar için deneysel yaklaşımlar geliştirme fırsatları sunarak sanat eserlerinin izleyicilerle olan bağına derinleştirmektedir. Dijital sanat ve 3D baskı, seramik tasarımında estetik ve işlevsellikte yenilikler getirerek, seramik sanatını geleceğe taşıyan önemli bir faktör haline gelmiştir.

Seramik endüstri alanında dijital dekorasyon teknolojileri olarak İnkjet baskı sistemleri ile lazer ile dekorlama yaygın olarak kullanılmaktadır. İnkjet teknolojisinde, baskı kafalarının belli bir yüksekliğe kadar çıkabilmesi nedeniyle; 2 boyutlu ve rölyefli yüzeylerde kullanılabilmesi mümkün kılınmaktadır (Sıkı ve Canduran, 2021:410). Ayrıca lazer aşındırma yöntemi ile seramik yüzeylerinin şekillendirilip dekorlanmasında kullanılan bu yöntem de bisküvi pişirilmiş seramik yüzeyler üzerine sır, pigmentler, oksitler ve angoplar uygulanarak hazırlanan dijital desenlerin aşındırılması ve ardından sırlı pişirim süreci gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, lazer ışınına maruz kalan yüzeylerde sinterleşme (kaynaşma) meydana geldiği ve desenlerin genellikle başarılı bir şekilde yüzeye aktarıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma, bilgisayar ortamında tasarlanan bir desenin, lazer teknolojisi kullanılarak seramiklerin sırlı veya sırsız yüzeyleri üzerine uygulanmasını içeren deneysel bir süreç sunmaktadır. Seramik endüstrisindeki yerini alan bu teknoloji, porselen gibi dekoratif tekniklerde etkili bir şekilde kullanılabilir. Yurtdışında da tercih edilen bu teknoloji, üretim sürecini hızlandırmakta ve işçiliği daha kolay hale getirmektedir. Lazer, gravür, son derece hassas bir işlem olması nedeniyle ayrıntılı tasarımlar oluşturmayı kolaylaştırmaktadır. Görsel 11 de görüldüğü gibi, lazer gravür uygulama süreci çeşitli ürünler üzerinde Güney Kore'deki bir şirketin üretim tesisinde gözlemlenmiştir. Bu süreçte üretim aşaması örnek görseller' de (görsel 11) gösterilmektedir. İlk adımda, tasarım dijital olarak oluşturulur ve lazer oyma makinesine gönderilir. Tasarım, dosya olarak dxf uzantısı ile kaydedildikten sonra işleme alınır (Aytepe Serinsu, 2018:200-2001).





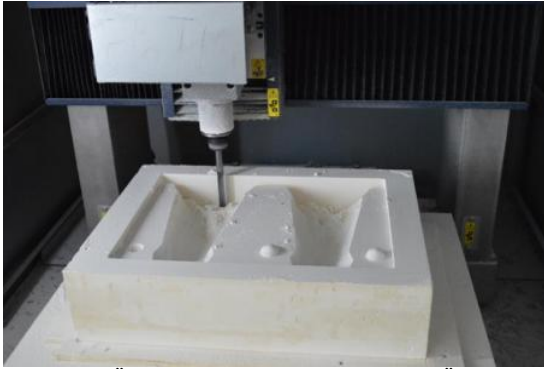
Görsel 11: Lazergravürlü üretim süreci, Porselen karoların üzerindeki lazer gravür, 25x25x1 cm.

Kaynak 11: Aytepe Serinsu, 2018:200-200.

Lazer aşındırma ve gravür tekniği, seramik sektöründeki geleneksel yöntemlerle yenilikçi bir alternatif sunarak, hem üretim verimliliğini artırmakta hem de estetik açıdan zenginleştirilmiş ürünlerin elde edilmesini sağlamaktadır. Bu yöntemlerin entegrasyonu, seramik sanatında ve endüstriyel uygulamalarda yeni yaratıcı potansiyellerin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır.

3D Yazıcılar ile Seramik Modelleme

2000'li yılların başından itibaren seramik sektöründe yaygınlaşan CNC teknolojisi, özellikle vitrifiye alanında üretim hızını artırarak ürün çeşitliliğini genişletti. Üç boyutlu çizim programlarıyla tasarlanan modeller, bilgisayar ortamında kalıplara dönüştürülerek CNC (görsel 12) makineleriyle şekillendiriliyor.



Görsel 12: Üç eksenli CNC Router, Anadolu Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Bölümü.

Kaynak 12: Can, E. 2019: 50

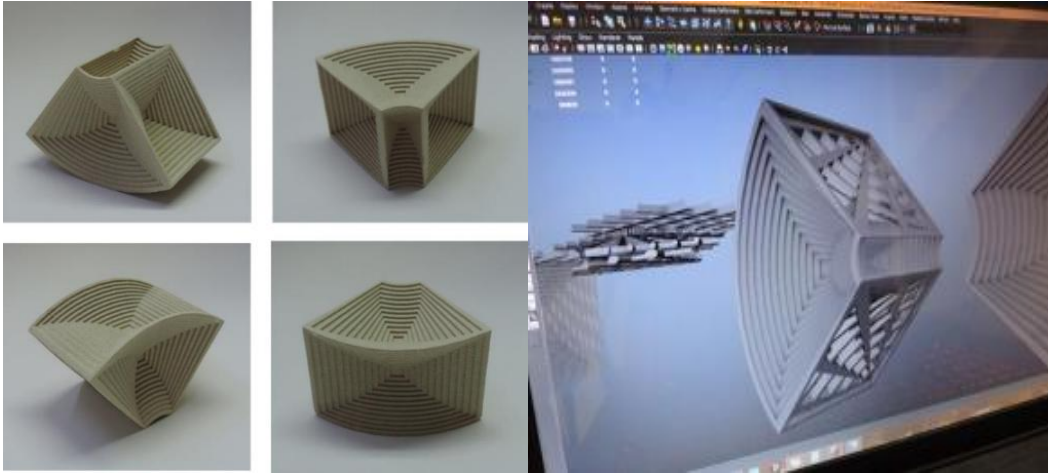
Bu süreçte, kütle halindeki alçı bloklar, dijital tasarımda belirlenen kodlara ve ölçülere göre eksiltme yöntemiyle işleniyor. Bu yöntem, doğrudan kalıp üretimi sağlayarak model ihtiyacını ortadan kaldırıyor ve üretim sürecinde önemli zaman tasarrufu sağlıyor (Can, 2019:50). Bunun yanı sıra, gelişen üç boyutlu yazıcı teknolojisi de seramik endüstrisinde prototip üretimi için kullanılıyor. Özellikle sofa ürünleri sektöründe tercih edilen bu teknoloji, tasarımların üretim öncesinde gerçek boyutlarda prototip olarak üretilmesine ve olası hataların önceden tespit edilmesine olanak tanıyor. Bu sayede, hem tasarım süreçleri optimize ediliyor hem de üretim verimliliği artırılıyor. CNC ve 3D yazıcı teknolojileri, seramik endüstrisinde yenilikçi üretim yöntemlerinin öncüsü olarak öne çıkıyor.



Görsel 13: FDM yöntemiyle üretilmiş ilk seramik form, 8x7x7 cm, 2009.

Kaynak 13: Can, E. 2019:50

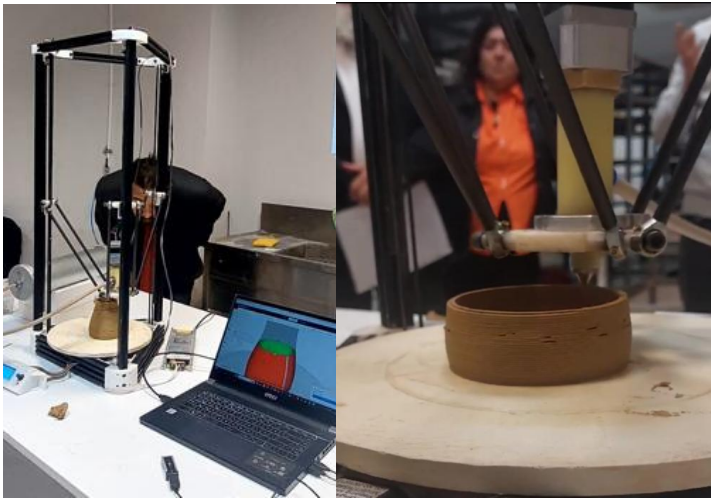
Seramikle uyumlu 3D yazıcılar, sanatçıların dijital tasarımlarını doğrudan fiziksel nesnelere dönüştürmesine olanak tanıyarak, seramik sanatını köklü bir şekilde geliştirmektedir. Üç boyutlu yazıcılar, seramik üretiminde yenilikçi bir yaklaşım sunarak sanatçılar ve tasarımcılar için yeni olanaklar sağlamaktadır. 3D yazıcılar, karmaşık geometrik formlar ve özgün tasarımlar yaratma imkanı tanır. Bu teknoloji, mimari elemanlardan işlevsel nesnelere kadar geniş bir uygulama yelpazesi sunar.



Görsel 14: Tasarımın çizilmesi ve üç boyutlu yazıcıyla biçimlendirme için uygun hale getirilmesi, ve 1200°C pişirimi yapılmış formun farklı açılardan görünümü, Tethon 3D firması.

Kaynak 14: Can, E. 2019: 65-68.

Bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları aracılığıyla tasarımlar dijital ortamda oluşturulmakta ve hızlı bir şekilde fiziksel hale dönüştürülebilmektedir. 3D yazıcıların sunduğu tasarım özgürlüğü, sanatçıların bireysel ifadelerini zenginleştirirken, geleneksel seramik tekniklerinin sınırlarını aşmalarına olanak tanımaktadır. Bunun yanında, hem görsellik hem de işlevsellik açısından yenilikçi çözümler üreterek, çevre dostu uygulamalara yönelme fırsatını da sunmaktadır. Son yıllarda, üç boyutlu yazıcı teknolojisinin gelişimi, plastik, metal ve seramik gibi farklı malzemelerin bu teknoloji ile kullanılmasını mümkün kılmıştır. Hızlı prototipleme süreci, bilgisayar ortamında tasarlanan üç boyutlu parçaların yazıcılarla üretilmesi prensibi üzerine kuruludur. Böylece, ürünler prototip aşamasına ihtiyaç duyulmadan kendi malzemeleriyle üretilebilir hale gelmiştir. Üç boyutlu baskı, geleneksel üretim yöntemlerinden farklı olarak "eklemeli üretim" (additive manufacturing) olarak bilinen bir grup teknoloji için kullanılan bir terimdir. Bu süreç hızlı prototipleme, hızlı üretim veya katmanlı üretim olarak da adlandırılmaktadır. Teknolojinin gelişimi, özellikle iki boyutlu baskı sistemlerindeki ilerlemeler sayesinde ivme kazanmış; bu sayede 3D yazıcılar daha iri taneli ve çeşitli malzemeleri işleyebilir hale gelmiştir (Özkan, 2019:128).



Görsel 15: 3D Yazıcı Seramik Baskı İşlemi Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sanat Çalıştay Etkinlikleri sunum gösterisi.

Kaynak Fotoğraf 15: Burhan Yalçın, Kişisel Fotoğraf Arşivi.

SONUÇ

Seramik sanatı, köklü bir geleneği temsil etmesine rağmen, teknolojik yeniliklerin etkisiyle günümüzde yepyeni bir boyut kazanmıştır. Bu araştırmada ele alınan dijital dekorlama ve renklendirme, 3D yazıcılar ile seramik üretimi, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve modelleme, dijital sanatın seramik tasarımına etkileri, Nanoteknoloji ve modern sırlama teknolojileri, seramik sanatının evriminde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, sanatçıların yaratıcılıklarını sınır tanımadan ifade etmelerine olanak sağlarken, seramik sanatını daha erişilebilir, çeşitli ve yenilikçi bir platforma dönüştürmüştür.

Dijital dekorlama ve renklendirme, geleneksel yöntemlere kıyasla sanatçılara daha hızlı, tutarlı ve detaylı çalışma imkanı sunmuştur. Yüksek çözünürlüklü desenler, grafikler ve resimler, seramik yüzeylerini zenginleştirerek sanatın sınırlarını genişletmiştir. 3D yazıcılar ve CAD yazılımları ise, karmaşık formların ve ince detayların üretimini mümkün kılarak, sanatçıların hayal güçlerini somut eserlere dönüştürmelerine yardımcı olmuştur. Bu teknolojiler, seramik sanatında daha önce ulaşılamayan tekniklerin keşfedilmesine ve yeni malzemelerin kullanılmasına olanak tanımıştır.

Nanoteknoloji ve modern sırlama teknikleri, seramik malzemelerin performansını ve dayanıklılığını artırarak, sanatçıların daha cesur renk paletleri ve efektler denemelerine imkan vermiştir. Bu gelişmeler, seramik eserlerin hem estetik hem de fonksiyonel açıdan zenginleşmesini sağlamıştır.

Sonuç olarak, teknolojik yenilikler, seramik sanatını geleneksel ile modernin buluştuğu dinamik bir alana taşımıştır. Bu süreç, sanatçıların, üreticilerin ve araştırmacıların iş birliğiyle daha da ileriye taşınabilir. Seramik sanatı, bir ifade biçimi ve disiplinlerarası etkileşim alanı olarak sürekli bir evrim ve keşif sürecinde olmaya devam edecektir. Günümüz, seramik sanatı için heyecan verici bir dönemdir ve gelecekte bu alanda daha pek çok yenilik ve keşif bizi beklemektedir. Bu değişim ve dönüşüm, seramik sanatının hem geçmişini koruyarak hem de geleceğe yön vererek, sanat dünyasında önemli bir yer edinmesini sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akdoğan, N. E., ve Ubay, E. (2022). Metalik-Benek Dokulu Sanatsal Seramik Sırların Geliştirilmesi: Yüzey Aşınma Özelliklerinin İncelenmesi. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(4), 722-735.

Arcasoy Ateş, (t.y) Seramik Teknolojisi, M.Ü.G.S.F. Yayın No.2, İstanbul.

Aytepe Serinsu, B. (2018). The Effects Of Laser Engraving Methods On Ceramic Surfaces, *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, Doinumber: <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS7550>, Number: 66 Spring II 2018, p. 197-210.

Başkırkan, H. (2010). *Dumanlı Pişirim Teknikleri* (Yayımlanmamış sanatta yeterlilik tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bozkırlıoğlu, B. B. (2011). Who interacts with whom? Individual and organization aspects of university-industry relations in nanotechnology: The Turkish case (Doctoral dissertation, Middle East Technical University). Retrieved from [URL]

Birben, A. (2011). *Çin Porselen Sanatı: Toprağın Ateşle Dansı* (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi).

Can, E., (2019). *Seramik Üretim Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı Ve Sanatsal Öneriler* (Sanatta Yeterlik Tezi). Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı, Eskişehir.

Canduran, C. S. K. Dijital Teknolojilerin Endüstri 4.0 ile Seramik Tasarımına ve Sanatına Entegrasyonu. In 8. *Uluslararası Sanat Sempozyumu Tam Metin ve Özet Bildiriler Kitabı*.

Cineviz, M. (2024). *Seramik Üretim Süreçlerinin Sürdürülebilirlik Kapsamında İncelenmesi Ve Dönüşümünün İmkânları* (Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi).

Çetintaş, E. (2018). Roma Dönemi Seramik Fırın Yapısının Yeniden Hayata Geçirilmesi Üzerine Somut Bir Yaklaşım. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(31), 1748-1763.

Erman, D. O. (2019). Antik Çağdan Günümüze Seramik Kültürü ve Sanatında Doğurganlık Kavramı. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, (24), 143-169.

Ersöz, M., Işıtan, A. ve Balaban, M. (2018). Nanoteknoloji 1. *Bilal Ofest Basım-Yayın & Matbaacılık*.

Er, A.C. (2011). Seramikte İşlevsel Simge Biçimlerin Araştırılması ve Plastik Biçim Olarak Çömlekçi Çarkında Üretilmesi, *Sanatta Yeterlik Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir*

Emir, M. (1991). Frit Üretim Teknolojisi ve Fritli Sır Uygulamaları. *Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Bitirme Tezi*, Eskişehir.

Ersoy, A., ve Şölenay, E. (2022). Pop Sanat İmgelerinin Mayolika Seramik Yüzeylerde Uygulaması: Seramik Sanatı. *International Journal Of Art, Fashion, Music And Design*, 1 (2). <https://doi.org/10.5281/Zenodo.7863803> (25.03.2025).

Groover, M. And Zimmers, E. (1983). CAD/CAM: computeraided design and manufacturing. New Jersey, Pearson Education Company.

Kum, B. N., ve Poyraz, M. (2022). Atık Yumurta Kabuklarının 1150 °C'de Seramik Sır Bünyelerinde Kullanımı. *Uluslararası Disiplinlerarası ve Kültürlerarası Sanat*, 7(15), 39-51.

Karasu B. vd. (2020). "The Recent Developments in Ceramic Glazes", Seramik Türkiye.

Mesta, E. (2021). *Grafik Tasarımda Kültürel Esinlenme Ve Seramik Baskı Yöntemi: Adana Bölgesi Heybe Motifleri Uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Grafik Anasanat Dalı, Ordu.

Mühür, M. (2016). 3D Yazıcı İle Basılan Seramik Ürünler Üzerine Bir Değerlendirme. *Seramik Türkiye*, 49, 88-97.

- Özcan, M.C, (1997). Geleneksel Raku Teknigi ve Artistik Seramik Formlarda Uygulanması, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir.*
- Parsıl, Ü. (2012). Sanatta Yaratıcılık, *İstanbul, An Yayınları.*
- Sarıgüzel, M. (2015). *Yüksek Kuvvars Esaslı Çl ni ve Seramik Yüzeylerde NanoyapılıInce Film Tabakasının Oluşturulması ve Karakterizasyonu* (Doctoraldissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey).
- Sevim, C. (1991). *İlkel fırınlar*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sıkı, C., ve Canduran, K. (2021). Dijital Dekorasyon Teknolojileri Ile Giyilebilir Sanatta Seramik Uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, 27(47), 410-423. <https://doi.org/10.35247/ataunigsed.962825> (26.03.2025).
- Sönmez, Ö. S., Mirdalı, N. K., ve Halefoglu, Y. Z. (2021). Kağıt Katkılı Farklı Seramik Bünyeler Üzerinde Raku Uygulamaları. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 820-828.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2007). *MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) Seramik ve Cam Teknolojisi Sır Hazırlama*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Tekkök, B. (2019). Raku Geleneği ve Çağdaş Uygulamaları. *Ankara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi*, 1 (2), 174-203.
- Tüylek, Z. (2021). Nanoteknoloji Uygulamalarında Yaşamımıza Yansımalar. *Avrasya Biyolojik Ve Kimyasal Bilimler Dergisi*, 4(2), 69-79.
- Yalçın, B. ve Parsıl, Ü. (2024). Seramik Teknolojisinin Malzeme Olarak Kullanımındaki Dayanıklılık, Sürdürülebilirlik Ve Estetik Hali. *Academic Social Resources Journal*.
- Görsel Kaynakça**
- Kaynak1:** Ezer 2013, Fig. 1.
- Kaynak 2:** <https://www.mars.com.tr/tr/urunler/seramik-studio-firinlari/tabani-arabali-elektrikli-firinlar-85.html>
- Kaynak 3:** Akdoğan, &Ubay, 2022:733)
- Kaynak 4:** <https://www.mars.com.tr/tr/urunler/seramik-studio-firinlari/raku-firinlar-%7C-gazli-89.html>
- Kaynak 5:** <https://tr.pinterest.com/pin/119204721381858049/>
- Kaynak6 :** Tekçam,Tamay. "Arkeoloji Sözlüğü" Alfa Yayınları. s. 331
- Kaynak7:** <https://tr.made-in-china.com/> (26.01.2025)
- Kaynak 8:** <https://asrjournal.org/files/asrjournal/07d75492-3a54-48ef-9ea3-925ac176e1e1.pdf>
- Kaynak9:** Türkel, E. 2008). Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarıyla Seramik Ürünlerin Modellenmesi Ve Bir Pisuar Uygulaması (Yüksek Lisans Tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı.
- Kaynak 10:** Burhan Yalçın Kişisel Arşiv.(2018)
- Kaynak 11:** Aytepe Serinsu, B. (2018). TheEffects Of Laser Engraving Methods On CeramicSurfaces, JassStudies-TheJournal of Academic Social Science Studies, Doinumber: <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS7550>, Number: 66 Spring II 2018, p. 197-210.
- Kaynak 12:** Can, E. (2019). Seramik Üretim Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı Ve Sanatsal Öneriler (Sanatta Yeterlilik Tezi).
- Kaynak 13:** Can, E. (2019). Seramik Üretim Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı Ve Sanatsal Öneriler (Sanatta Yeterlilik Tezi).
- Kaynak 14:** Can, E. (2019). Seramik Üretim Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcıların Kullanımı Ve Sanatsal Öneriler (Sanatta Yeterlilik Tezi).
- Kaynak 15:** Burhan Yalçın Kişisel Fotoğraf Arşivi.