HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Seramik Anasanat Dalı

DENEYSEL GELİŞTİRİLEN DESEN TASARIMLARININ İLERİ TEKNOLOJİK SİSTEMLER İLE SERAMİK YÜZEYLERE UYGULANMASI: BİR KOLEKSİYON

CEYDA SIKI

Sanatta Yeterlik Sanat Çalışması Raporu

Ankara, 2024

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Seramik Anasanat Dalı

DENEYSEL GELİŞTİRİLEN DESEN TASARIMLARININ İLERİ TEKNOLOJİK SİSTEMLER İLE SERAMİK YÜZEYLERE UYGULANMASI: BİR KOLEKSİYON

CEYDA SIKI

Sanatta Yeterlik Sanat Çalışması Raporu

Ankara, 2024

DENEYSEL GELİŞTİRİLEN DESEN TASARIMLARININ İLERİ TEKNOLOJİK SİSTEMLER İLE SERAMİK YÜZEYLERE UYGULANMASI: BİR KOLEKSİYON

Danışman: Prof. Kaan CANDURAN

Yazar: Ceyda SIKI

ÖZ

Bu çalışmanın odak noktası, endüstriyel seramik karo yüzeyine deneysel olarak geliştirilen desenler doğrultusunda çalışmalar yapılması temelinde sanatın deneyselleştirilmesidir. Deneysellik, uygulayıcısının farklı malzemeler, formlar, süreçler ve teknolojiler ile araştırma ve keşifler yapması anlamına gelmekte olup daha yaratıcı, yenilikçi ve özgün çözümler sunarak sıra dışı fikirlerin keşfedilmesini mümkün kılmaktadır. Araştırma kapsamında seramik malzeme yüzeylerine yönelik deneysel tasarım geliştirme, teknolojik gelişmeler perspektifinde tasarım çalışmalarının geliştirilmesi ve uygulanması temelinde gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda *"Deneysel Geliştirilen Desen Tasarımlarının İleri Teknolojik Sistemler ile Seramik Yüzeylere Uygulanması: Bir Koleksiyon"* adlı çalışma, deneysellik kavramının yaratıcı ve özgün üretimleri ortaya çıkarabilme becerisini geliştirmesini vurgulamak amacıyla yapılmıştır. Bu sürecin ele alınması; seramik sektöründe kullanılan ileri teknolojik sistemlerden olan temassız baskı olarak dijital dekorasyon teknolojileriyle (inkjet baskı teknolojisi ve lazer teknolojisi), seramik yüzeylerde çeşitlilik ve özgünlük sağlamak amacıyla deneysel bir yaklaşım sunması açısından önemlidir. Bu çalışma, deneysel tasarım araştırma ve uygulama süreçleri ile seramik malzemelerdeki yüzey deseni odaklı çeşitli parametreleri ele almakta ve bir arşiv oluşturmayı hedeflemektedir. Sonuç olarak, bu çalışma deneysellik ve dijital dekorasyon teknolojileri arasındaki ilişkiyi hem kavramsal hem de teknik olarak ele alarak, güncel bir kaynak sunmayı ve görsel bir arşiv oluşturarak alana katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Araştırmalar doğrultusunda deneysellik kavaramı temelinde seramik uygulamalar yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Deney, Deneysellik, Sanat, Tasarım, Seramik, Desen, Kuantum, İleri Teknolojik Sistemler, İnkjet, Lazer.

APPLICATION OF EXPERIMENTALLY DEVELOPED PATTERN DESIGNS ON CERAMIC SURFACES WITH ADVANCED TECHNOLOGICAL SYSTEMS: A COLLECTION

Supervisor: Prof. Kaan CANDURAN

Author: Ceyda SIKI

ABSTRACT

The focus of this study is the experimentalization of art on the basis of experimentally developed patterns on the surface of industrial ceramic tiles. Experimentation means that the practitioner conducts research and discoveries with different materials, forms, processes and technologies and makes it possible to discover extraordinary ideas by offering more creative, innovative and original solutions. Within the scope of the research, experimental design development for ceramic material surfaces was carried out on the basis of the development and implementation of design studies in the perspective of technological developments. In this context, the study titled *"Application of Experimentally Developed Pattern Designs on Ceramic Surfaces with Advanced Technological Systems: A Collection"* was conducted in order to emphasize the concept of experimentation to develop the ability to reveal creative and original productions. Addressing this process is important in terms of presenting an experimental approach to provide diversity and originality on ceramic surfaces with digital decoration technologies (inkjet printing technology and laser technology) as non-contact printing, which are among the advanced technological systems used in the ceramic industry. This study aims to create an archive of experimental design research and application processes and various parameters focused on surface patterning in ceramic materials. As a result, this study aims to contribute to the field by addressing the relationship between experimentation and digital decoration technologies both conceptually and technically, providing an up-to-date resource and creating a visual archive. In line with the research, ceramic applications were made on the basis of the concept of experimentation.

Keywords: Experiment, Experimentalism, Art, Design, Ceramics, Pattern, Quantum, Advanced Technological Systems, Inkjet, Laser.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanmasından sonuçlanmasına kadar her aşamada bana yol gösteren değerli yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Kaan Canduran'a sabrı, katkısı ve desteklerinden ötürü teşekkür ederim. Ayrıca tüm Anasanat dalı hocalarıma ilgi ve destekleri için teşekkür ederim.

Zamanlarını ve uzmanlıklarını ayıran tüm arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma teşekkür ederim. Her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

CEYDA SIKI

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

TEŞEKKÜR ..... **iii**

İÇİNDEKİLER DİZİNİ ..... **iv**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **vi**

GÖRSEL DİZİNİ ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xiii**

GİRİŞ **1**

1. BÖLÜM: DENEYSELLİK ALANI **4**

2. BÖLÜM: DESEN TASARIM UYGULAMASINDA İLERİ TEKNOLOJİK SİSTEMLER **18**

2.1. Dijital Üretim 20

2.2. Dijital Baskı Teknolojileri: 23

2.2.1. İnkjet Baskı Teknolojisi 25

2.2.1.1. Baskı Kafası, Mürekkep ve Efektler 31

2.2.1.2. İnkjet Baskı Sistemine Yönelik Dijital Görüntü Tasarımı ve Görüntünün Renk Yönetimi 40

2.2.1.3. İnkjet Baskının Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Tasarım Örnekleri: 46

2.2.1.4. İnkjet Baskının Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Sanat Örnekleri: 50

2.2.2. Lazer Teknolojileri: 53

2.2.2.1. Nd:YAG Lazerler: 58

2.2.2.2. Karbondioksit (CO_2) Gaz Lazerler: 60

2.2.2.3. Lazer Yüzey İşleme Teknolojisinin Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Tasarım Örnekleri: 66

2.2.2.4. Lazer Yüzey İşleme Teknolojisinin Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Sanat Örnekleri: 68

3. BÖLÜM: KOLEKSİYON VE UYGULAMALAR **73**

3.1. Koleksiyon 1: “ŞİMDİ NEREYE?”..... 74
3.2. Koleksiyon 2: “ZAMANIN DIŞINDA”..... 79
3.3. Koleksiyon 3: “MESAFELERİN ÖTESİ”..... 86
3.4. Koleksiyon 4: “BURASI”..... 89
SONUÇ 92
KAYNAKLAR 94
EKLER 106
EK-1: Makale..... 106
ETİK BEYANI..... 120
Sanatta Yeterlik Sanat Çalışması Raporu Orijinallik Raporu..... 121
Proficiency in Art Art Work Report Originality Report 122
YAYIMLAMA VE FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI 123

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Dijital Baskı Teknolojisi Sınıflandırması 24
Tablo 2. Mürekkep Püskürtme Teknolojilerinin Ana Sınıfları 26
Tablo 3. Lazer Malzeme İşlemenin Sınıflandırılması 57

GÖRSEL DİZİNİ

Görsel 1. Ceyda Sıkı, Deneysellik Kavramı Anahtar Kelimelere Dayalı Etiket Bulutu, 2024. 5
Görsel 2. Marcel Duchamp, 3 Standart Duruş, 1913-1914. Her Biri Bir Cam Panel (125,4 x 18,4 cm) Üzerine Monte Edilmiş Üç Boyalı Tuval Şeridine (120 x 13,3 cm) Yapıştırılmış Üç Beyaz İplik. 10
Görsel 3. Marcel Duchamp, 3 Standart Duruş, 1913-1914 (Moma: The Museum of Modern Art, 2023)..... 10
Görsel 4. Oliver Van Herpt. Dunes, 2020-2023. Yükseklikleri 120 cm ile 110 cm Arasında Değişen 26 Porselen Objenin Deneysel İş Geliştirme Süreci..... 13
Görsel 5. Studio RAP, Seramik Ev Çalışmaları. Amsterdam, 2023. 3 Boyutlu Yazıcı ile Üretilen Seramik ve Tuğla ile Cephe Kaplama. 15
Görsel 6. Ceyda Sıkı, İleri Teknoloji Kavramı Anahtar Kelimelere Dayalı Etiket Bulutu, 2024. 19
Görsel 7. Dijital Üretim İş Akışı (Ford, 2016, s. 2). 21
Görsel 8. CIJ Sürekli Mürekkep Püskürtmeli Yazıcının Şematik Diyagramı (Martin vd., 2008, s. 3). 27
Görsel 9. DOD Talep Üzerine Damla Püskürtmeli Yazıcı Kafasının Şematik Diyagramı (Martin vd., 2008, s. 4). 27
Görsel 10. Soldan Sağa Doğru Hareket Eden Sıvı Jetlerinin Görüntüleri 28
Görsel 11. Tek Geçişli ve Dört Renkli Mürekkep Püskürtmeli Karo Yazıcının Şematik Diyagramı 28
Görsel 12. Tecnoferrari Dijital Baskı Makinası..... 29
Görsel 13. Durst-Group Seramik İnkjet Baskı Makinası. 29
Görsel 14. Kingtau D1170-10 Seramik İnkjet Baskı Makinası. 29
Görsel 15. Efi Cretaprint M4 Dijital Baskı Makinası 29
Görsel 16. Sacmi DHD Dijital Baskı Makinası. 30
Görsel 17. Kerajet Dijital Baskı Makinası. 30
Görsel 18. Kerajet Seramik Karo Yüzeyine Dijital Baskı Uygulama Aşaması (Kişisel Arşiv). 30
Görsel 19. Durst Gamma DG Tek Geçişli Dijital Baskı Uygulama Aşaması. 30
Görsel 20. Kerajet Dijital Baskı Makinası ile Sofra Takımı Baskı Uygulama Aşaması. ... 31
Görsel 21. Xaar 1003 32

Görsel 22. StarFire SG1024 1C Seramik Baskı Kafası 32
Görsel 23. Seiko Devridaim Baskı Kafası RC1536. 32
Görsel 24. Kyocera Kj4a Inkjet Baskı Kafası. 32
Görsel 25. Akcoat İnkjet Mürekkep Örneği. 33
Görsel 26. Torrecid Chromacid Mürekkepler. 35
Görsel 27. Torrecid Keramcid Dijital Mürekkepler. 35
Görsel 28. Colorobbia C-inks ETR Serisi. 36
Görsel 29. Colorobbia C-inks SPS Serisi. 36
Görsel 30. Colorobbia C-inks AIR Serisi. 36
Görsel 31. Sicer SPA 1000-1050 °C Dijital Dekorasyon İçin Mürekkepler ile Uygulama Örneği 37
Görsel 32. Sicer Deko Inks 750-850 °C Pişirime Uygun Pigmentli Mürekkep Serisi 37
Görsel 33. Sicer SPA Sofra Eşyası Dijital Baskı Uygulama Örneği. 37
Görsel 34. Vetriceramici FEELink Seramik Karo Uygulamaları. 38
Görsel 35. Limeks Teknoloji, WideTEK 36ART-600 Tarayıcı 41
Görsel 36. Cruse Portal Tarayıcı 41
Görsel 37. Capture One Pro 9 Phase One XF Kamera Sistemi ve İş Akışı İncelenmesi. 41
Görsel 38. Elektromanyetik Spektrumun İnsan Gözü Tarafından Görülebilen Kısmı (Schewe, 2014, s. 11). 42
Görsel 39. Görülebilir Spektrumda Ton, Doygunluk ve Parlaklık Boyutları (Sezgin, 2010, s. 35). 43
Görsel 40. I1 Basic Pro 2 Renk Yönetim- Profil Oluşturmaya Yönelik Otomatik ve Manuel Renk Okuyucu. 44
Görsel 41. Renk Yönetiminin Temel İlkeleri (Schewe, 2014, s. 25). 44
Görsel 42. CMYK Baskı İçin ECI 2002 CMYK Renk Evreni Ölçüm Skalası (Sesli 2014, s. 63). 45
Görsel 43. Baskı Tram Ton Değerleri ile Nokta Kazancı Ölçüm Skalası (Sesli 2014, s. 64). 45
Görsel 44. Adobe Phtoshop Programında Eğriler ve Ton Doygunluğu Ayarlama Katmanları ile Profil Atama ile Görüntü Önizleme (Kişisel Arşiv). 46
Görsel 45. Xaar İnkjet Baskılı Seramik Karo Örnekleri. 47
Görsel 46. Atlas Concorde ve Zaha Hadid Mimarlık ortaklığı ile 2023 Cersaie Fuarı Canlı Mekân, 2023 48
Görsel 47. Cotto d'Este' Wonderwall Serisi, Paul Keskeys 48

Görsel 48. Wonderwall – Ballet..... 48
Görsel 49. ArchiExpo Kalebodur Kalesinterflex Katalog 49
Görsel 50. Seranit Aquanit Porselen Duş Karosu. Erişim: 3.11.2023, ... 50
Görsel 51. Ahmet Osman Peker, Hayat Çizgisi, 32 cm Porselen Tabak Üzerine Uygulama 1 (Peker, 2020, s. 85). 50
Görsel 52. Ahmet Osman Peker, Hayat Çizgisi, 32 cm Porselen Tabak Üzerine Uygulama 4 (Peker, 2020, s. 88). 50
Görsel 53. Ahmet Osman Peker, Hayat Çizgisi, 32 cm Porselen Tabak Üzerine Uygulama 7 (Peker, 2020, s. 91). 50
Görsel 54. Bekir Gökalp Bingül, İnkjet Baskı Tekniği, 2018 Unicera Uluslararası Seramik Banyo Mutfak Fuarı Yurtbay Seramik Standı (Bekir Gökalp Bingül, 2023)..... 51
Görsel 55. Gülçin Çavdar, Porselen Karo, İnkjet Baskı Tekniği 20x20 cm, 2020. (Kişisel Arşiv). 51
Görsel 56. Gülçin Çavdar, Porselen Karo, İnkjet Baskı Tekniği 20x20 cm, 2020. (Kişisel Arşiv). 51
Görsel 57. Gülçin Çavdar, Porselen Karo, İnkjet Baskı Tekniği 20x20 cm, 2020. (Kişisel Arşiv). 51
Görsel 58. Şirin Koçak, "Yığın Serisi II", Stoneware, El ile Şekillendirme, ... 52
Görsel 59. Melike Nükte, Karo Tasarımlarının İnkjet Baskı Teknolojisi Kullanılarak Gerçekleştirilen Örnekleri (Özeskici vd., 2019, s. 77-78). 52
Görsel 60. Tuba Korkmaz, Birinci Ay, Porselen Karo, Altın Varaklı Pişirim, 20x20 cm (Korkmaz, 2016, s. 81). 53
Görsel 61. Tuba Korkmaz, Altıncı Ay, Porselen Karo, Altın Varaklı Pişirim, 20x20 cm (Korkmaz, 2016, s. 86). 53
Görsel 62. Tuba Korkmaz, Yedinci Ay, Porselen Karo, Altın Varaklı Pişirim, 20x20 cm (Korkmaz, 2016, s. 87). 53
Görsel 63. Uyarım (Chryssolouris, 1991, s. 19). 54
Görsel 64. (a). Bir Fotonun Bir Atom Tarafından Emilmesi Tasviri..... 54
Görsel 65. Lazerin Ana Kısmı (HECHT, Jeff.'den Akt. Zakova, 2012, s. 7)..... 55
Görsel 66. Tek Renklilik (Chryssolouris, 1991, s. 25). 56
Görsel 67. Tutarlılık (Schawlow'dan Akt. Chryssolouris, 1991, s. 25)..... 56
Görsel 68. Parlaklık (Ready'den Akt. Chryssolouris, 1991, s. 26)..... 56
Görsel 69. Lazer Tipleri ve Ürettikleri Işınların Dalga Boyları (Tarakçıoğlu ve Özcan, 2004, s. 29). 57

Görsel 70. Dalga Boyu ve Ortalama Güç ile Karakterize Edilen Ticari Lazerlerden Bir Seçki (Ion, 2005, s. 72)..... 58
Görsel 71. Nd:YAG Lazer Şeması (Chryssolouris, 1991, s. 38). 59
Görsel 72. Sırlı Yüzey Lazer Uygulama Örneği (Noguera-Orti vd. 2004, s. 184). 60
Görsel 73. Engob Yüzey Üzerine Lazer Uygulama Örneği (Noguera-Orti vd. 2004, s. 184). 60
Görsel 74. Sürekli Dalga CO2 Gaz Lazerinin Şematik Kurulumu. (a) Makinenin Ana Bileşenleri. (b) Enerji Pompalamanın Başlangıç Aşaması. (c) Ortamdaki Atomların Lazer Emisyonuna Yol Açan Uyarılması ve Uyarılmasının Ortadan Kaldırılması. (d) Uyarılmış Emisyon ve Lazer Işınının Oluşumu (Majumdar ve Manna, 2003, s. 499). 61
Görsel 75. (a). OT-LAS BX Seramiklerin Lazerle İşaretlenmesi ve Kazınması İçin Makine. 61
Görsel 76. Ceyda Sıkı, Seramik Alanında Kullanılan Bilgisayar Destekli Programlar, 2024. 62
Görsel 77. WeldMARK 2.0 Tüm Düzenleme İşlemleri Ara Yüz Görseli (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 11). 63
Görsel 78. Lazer ile Isıl İşlem için Şablon Grafikler (Kişisel Arşiv). 64
Görsel 79. Uygulama Çalışmalarında Kullanılan CO2 Gaz Lazer Makinası (Kişisel Arşiv). 64
Görsel 80. Alitim Laser, Lazer ile Seramik Yüzey Markalama ve Kazıma Örnekleri. 66
Görsel 81. OT-LAS Firması Seramik Yüzeye Lazer Isıl İşlem Uygulama Örnekleri. 67
Görsel 82. Ricami, Lazer ile Yüzey Dekorlama Seramik Karo Örnekleri. Erişim: 2.01.2024, https://sartoceramica.it/?tag=formigine 68
Görsel 83. Ricami, Lazer ile Yüzey Dekorlama Seramik Karo Örnekleri. Erişim: 2.01.2024, https://sartoceramica.it/?page_id=40 68
Görsel 84. Betül Aytepe, Kadının Halleri, Seramik Elle Şekillendirme, 1050 oC, Füzyon Cam, 970 oC, Lazer Uygulama: Bisküvisi Yapılmış Bünye Üzerine Lazer Aşındırma (Aytepe, 2013, s. 172). 69
Görsel 85. Seramik Öğrenci Uygulaması II. Kobalt ve Opak Sırlı Seramik Yüzey Üzerine Lazer Aşındırma. Modüler Duvar Panosu, Döküm. I. Pişirim 980 oC., II.ve III. Pişirim 1030 oC (Aytepe, 2013, s. 168). 69
Görsel 86. Efe Türker, İz, 40 x 40 cm Seramik Karo Yüzeyine Lazer ile Dekor Tekniği, 2022 (Kişisel Arşiv)..... 70

Görsel 87. Efe Türker, Gölge, 30x30 cm Seramik Karo Yüzeyine Lazer ile Dekor Tekniği, 2022 (Kişisel Arşiv)..... 70
Görsel 88. Selami Torun, 30 Ø Seramik Yüzeyine Lazer ile Dekor Uygulamaları, 2014 (Kişisel Arşiv)..... 70
Görsel 89. Selami Torun, Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, Lazer ile Seramik Yüzey Dekor Çalışması, 2016. Erişim: 10.08.2023, http://pismistoprak.tepebasi.bel.tr/sanatcilardetay.asp?id1=10..... 71
Görsel 90. Ceyda Sıkı, Farklı Gramajlara Sahip İpler ile Farklı Kâğıt Yüzeylerine İplik Baskı Uygulama Süreci, 2021. 76
Görsel 91. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Guaj Boya ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021. 76
Görsel 92. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Guaj Boya ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021. 77
Görsel 93. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Guaj Boya ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021. 77
Görsel 94. Ceyda Sıkı, Suluboya, Guaj Boya ve Mürekkep ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021. 78
Görsel 95. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Mürekkep ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021. 78
Görsel 96. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022. 80
Görsel 97. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022. 80
Görsel 98. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022. 81
Görsel 99. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022. 81
Görsel 100. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022. 82
Görsel 101. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - I, 60x120x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 83
Görsel 102. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında -II, 60x120x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 83

Görsel 103. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - III, 40x40x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 84
Görsel 104. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - IV, 40x75x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 84
Görsel 105. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - V, 25x85x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 84
Görsel 106. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - VI, 30x55x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 85
Görsel 107. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - VII, 40x40x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 85
Görsel 108. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - VIII, 30x55x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023. 85
Görsel 109. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - I, 25x42x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024. 87
Görsel 110. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - II, 35x55x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024. 87
Görsel 111. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - III, 9x32x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024. 87
Görsel 112. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - IV, 23x45x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024. 88
Görsel 113. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - V, 24x50x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024. 88
Görsel 114. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - VI, 42x42x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024. 89
Görsel 115. Ceyda Sıkı, Burası - I, 67x74x3 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2024. 90
Görsel 116. Ceyda Sıkı, Burası - II, 82x64x3 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2024. 91

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

2B	:	İki Boyutlu (Two Dimensional)
3B	:	Üç Boyutlu (Three Dimensional)
3BP	:	Üç Boyutlu Baskı (Three Dimensional Printing)
4BP	:	Dört Boyutlu Baskı (Four Dimensional Printing)
5BP	:	Beş Boyutlu Baskı (Five Dimensional Printing)
6BP	:	Altı Boyutlu Baskı (Six Dimensional Printing)
ASTM	:	Amerikan Test ve Materyaller Birliği (American Society for Testing and Materials)
AR-GE	:	Araştırma Geliştirme (Research and Development)
CAD	:	Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design)
CAM	:	Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Aided Manufacturing)
CIE	:	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de |'Eclairage)
CIJ	:	Sürekli Mürekkep Püskürtme (Continuous Inkjet)
CMYK	:	Cam göbeği, Macenta, Sarı, Anahtar Renk (Cyan, Magenta, Yellow, Key)
CNC	:	Bilgisayarlı Sayısal Kontrol (Computer Numerical Control)
DOD	:	Koşullu Damlacık Oluşumu (Drop on Demand)
DPi	:	Inch Başına Düşen Nokta Sayısı (Dot Per Inch)
ICC	:	Uluslararası Renk Konsorsiyonu (International Color Consortium)
ICE	:	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commission)
Nd: YAG	:	Neodimim Katkılı İtriyum, Alüminyum, Granat
RIP	:	Raster Görüntü İşlemcisi (Raster Image Processor)
RGB	:	Kırmızı, Yeşil, Mavi (Red, Green, Blue)
TIJ	:	Termal Mürekkep Püskürtme (Thermal Inkjet)
UV	:	Ultraviolet Işık (Ultraviyole Light, Mor Ötesi)
Nm	:	Nanometre Sembolü (Nanometer)

GİRİŞ

Toprak, ateş ve suyun birleşmesi ile kökeni Neolitik çağlara dayanan seramik[1]; pişirme, koruma, dekorasyon, kaplama gibi birçok ihtiyacı karşılamaya yönelik üretilerek bilim, teknik ve teknolojide görülen ilerlemelerle birlikte sürekli yenilenmeye ve geliştirilmeye uygun olarak gelişmeler kaydetmiştir.

Seramik, malzeme pratiği, yaratım sistemi, zamansal ve deneyimsel odaklı süreçlerle birleşerek zengin bir bilgi birikimi ve derin deneyim sunmaktadır. Bu özellikleri sayesinde, seramik temelde deneyselliği içerir ve araştırma yeteneklerini geliştirir. Seramik, mevcut unsurları yaratıcı bir şekilde yeniden tasarlama yeteneğiyle dikkat çeker, bu da sanat, tasarım ve mimari alanlarında çok çeşitli yelpaze sunmakta olup deneysellikte büyük bir serbestlik sağlamaktadır. Bu bağlamda, seramik, deneyselliğin sunduğu büyük özgürlükle, farklı çağrışımları ve kullanımları ile ön plana çıkmaktadır.

Ekolojik bir malzeme olarak seramik, uygulamada deneysel yaklaşımlara sınırsızlık sağlamada önemli rol oynamaktadır. Teknolojinin de katkısı ile özgün form ve desen çeşitliliğinin yanı sıra yüzey çeşitliliği avantajı ile deneysellik alanını desteklemektedir. Malzeme olanakları, teknik alanlar ve teknolojideki gelişmeler ile yaratıcılığın üst noktalarda olduğu deneysel yöntemlerin olanakları doğrultusunda seramik alanında form ve yüzey deseni/süslemesi[2] dinamik bir platformda kendini üst noktaya taşımaktadır.

Sanat, tasarım ve mimari alanları için en temel anahtar kelimelerden biri *"deney"* olarak nitelendirilmekte ve bir yaratıcılık alanı perspektifinden deneysellik ve onun ile ilgili teoriler hala gelişme aşamasında olup tartışılmakta olduğu görülmektedir. Günümüzde bilim ve teknolojideki yenilikler ve gelişmeler araştırma ve deney geliştirme için katalizör olarak yeni fırsatları da beraberinde getirmekte olup sanatçıların, tasarımcıların ve mimarların araştırmacı olarak çalışmasına olanaklar sunmaktadır. Seramik malzemeler sanat, tasarım ve mimaride estetik, dayanıklılık, sürdürülebilirlik, işlevsellik ve tasarım esnekliği gibi önemli avantajlar sunarak deneysellik ile teknik ve biçim denemelerinde işbirlikçi özelliği ile yakından ilgilidir. Her sanatçı ve tasarımcı malzemenin olanakları ile başarı garantisi olmayan deneyler yapar. Ve bu deneyler diğer sanatçı ve tasarımcılar tarafından ele alınıp geliştirilebilmektedir.

---

[1]Seramik, hammaddesi kil olup biçimlendirilmiş ve fırınlanmış olarak porselenden pişmiş toprak malzemeye dek her tür eşyanın genel adı olarak tanımlanmaktadır (Sözen ve Tanyeli, 2011, s. 273).

[2]*Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi'*nde (1997), süsleme kavramı bir biçimin yüzeyinde birtakım ögelerle oluşturulan düzenleme yani süsleri yerleştirme biçimi olarak tanımlanmaktadır (s. 236).

Seramik, süreç içerisinde mevcut biçimlerin yenilenmesi, yeni biçimlerin yaratılması sadece biçimlerin değil içeriklerinin de ortaya çıkmasını sağlayan yapıcı ve yaratıcı bir araştırma pratiği deneyimini geliştirir ve derinleştirir aktif olarak besler yani sınırlarını yeniden tanımlayarak alternatif yaratıcı fırsatlar sunar. Üretim yöntemlerindeki çeşitlilik ile araştırma ve geliştirme odaklı süreçte sanat, tasarım ve mimari alanlarda malzeme olarak seramik; doğası gereği çok çeşitli anlatım olanakları sunmaktadır. Seramik malzemesine, tarihsel süreç olarak bakıldığında seramik ve dekor birbiriyle derinden bağlantılı olduğu ve her dönemin kültürel ve teknik gelişmeleri başta olmak üzere değişkenlerin ya da gelişmelerin sürece etkin olduğu görülmektedir.

Yaşam standartlarını daha iyi yapmak için dönemin ihtiyaçlarına bağlı olarak tekniklerin iyileştirilmesi ile teknoloji gelişmekte ve son yıllarda seramik malzeme de dijital teknolojiler kullanılabilir hale geldiği görülmektedir. Günümüzde de dijital tasarım geliştirme, uygulama ve üretim teknolojileriyle yeni ve farklı ifadelere olanak sağlanmakta, desen ve yüzey efektleri odaklı özgün tasarımların hayata geçirilmesine olanak tanınmaktadır.

Dijital[3]; tasarım, analiz ve üretim teknolojiler alanlarında meydana gelen değişimler ve gelişimler birçok alanda etkisini göstermekte olup başta bilgisayar olmak üzere yeni teknik ve teknolojilerin sürece adapte olmasına olanak sağlamaktadır. Bilgisayar, yalnızca yaratıcı fikirlerin temsilini sağlamakla kalmayan, aynı zamanda onları üretebilen aktif ve dinamik bir aracı olarak tasarım oluşturma, geliştirme ve üretim arasında daha kümülatif, aşamalı bir süreç barındırmakta olup doğrudan tasarım bilgisinden bir şeyler yapma potansiyeli sağlamaktadır.

Bilgi ve bilimin temel aldığı çağımızın merkezinde yer alan bilgisayar, tasarım ve üretim aşamalarının süreçlerine sadece kolaylık değil başkalaşım ile araştırma ve geliştirme nosyonunu üstlenmiş temelini oluşturduğu ileri teknolojik sistemler ile seramik malzemesinde ister yüzeysel çalışmalar isterse form çalışmaları olsun, geliştirilen bilgisayar yazılım ve donanımları ile oluşturulan yüksek çözünürlükte grafik işleme imkânı sağlamaktadır. Dijital baskı teknolojileri olarak mürekkep püskürtmeli baskı (inkjet olarakta adlandırılır) ile lazer ile ısıl işlem, endüstriyel seramik cephe kaplamaları ile sofra eşyalarında yüzey desenlemeye yönelik kullanılan en güncel teknolojilerdir. Bu teknolojiler, akıllı malzemelerinde geliştirilmesi ile sadece renk değil aynı zamanda efekt uygulamasına da olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler, sanat, tasarım ve mimari ile seramik malzemeleri kesiştirir. Ve bu kesişim daha yaratıcı ve çevre dostu odaklı tasarımların ortaya çıkmasına olanak tanımakta olup gelecekte sanat, tasarım ve mimari alanlarında seramik malzemenin daha çok tercih edilebileceği beklenmektedir.

[3]Dijital: “Sayısal” olarak da ifade edilebilir.

Bilişim çağı olarak adlandırılan içinde bulunduğumuz zaman diliminde, bilim ve teknolojideki gelişmeler sayısız olanakları da beraberinde getirmiş olup yeni ve yaratıcı fikirler ile tasarım, üretim ve sergileme normlarında değişiklik meydana getirmiş olduğu görülmektedir. Bilgi işlemede ve ileri teknolojik sistemlerde başta bilgisayarlar olmak üzere kuantum fiziği, devrim niteliğinde bir etkiye sahip olmuştur. Kuantum fiziği, klasik fiziğin alışılmış kavramlarını bazı temel düzeylerde sarsan ve değiştiren bir dizi deneyimle ilgilidir ve temel özelliklerinden bazıları, deneylerle doğrulanmış ve anlaşılmıştır ve bu deneyler, kuantum fiziğinin doğası hakkında bilgi sağlar ve bu alandaki teorik gelişmeleri şekillendirmektedir.

Bilim ve sanat arasındaki bu benzersiz birleşim noktasında, kuantum fiziğinin deneyselliğinden ilham alınarak ve sanatsal deneylerle keşfetmeye yönelik sanatın deneyselleştirilmesini içermektedir. Bilgi birikimi ile teknoloji arasında dinamik yapı, yenilik sürecinde belirleyici bir unsur olarak seramik malzemenin sanat, tasarım ve mimari alanlarda kullanımına yönelik geleneksel yöntemlere kıyasla birtakım kısıtlamaları kaldırdığı için deneysel çalışmalara daha fazla özgürlük sağlamaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünü oluşturan kısımda, deneysellik kavramı farklı bakış açılarından değerlendirilmiştir. İkinci bölüm; seramik malzemeye yönelik temassız olarak kullanılmakta olan dijital baskı teknolojileri olan inkjet ve lazer teknolojileri ele alınmış olup bu süreçler iş akış detayı ile açıklanmıştır. sıvıların ve akışkanların akışkan mekaniği ve püskürtme tekniklerine dayanan inkjet baskı teknolojisi ile kuantum fiziği prensiplerinin önemli bir rol oynadığı lazer ile ısıl işlem teknolojilerinin kullanımı doğrultusunda örnekler literatür destekli detaylandırılmıştır. Üçüncü bölümde; kuantum fiziğinden ilham alınarak deneysel olarak seramik yüzeylerinde teknoloji olanakları ile uygulama çalışmaları yapılmış ve tüm süreç metodolojik olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada sanatın deneyselleştirilerek tasarım uygulamalarına dahil edilip dijital dekorasyon teknolojilerinden faydalanarak kişisel uygulamalar ile deneysellik konusuna farklı bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır.

1. BÖLÜM: DENEYSELLİK ALANI

Deney kavramının kelime anlamına bakıldığında ilk olarak, (i) Bilimsel bir gerçeği göstermek, bir yasayı doğrulamak, bir varsayımı kanıtlamak amacıyla yapılan işlem, tecrübe. (ii) Deneyim, tecrübe olarak tanımlandığı görülmektedir (TDK, 2023). Deneyim kavramı ise İngilizce'de *experiment* olarak bir şeye pratik aşinalık olarak tanımlanmakta olup *experimental* "deneysel" kavramının temelini oluşturmaktadır (Etymologeek, 2022). Deneysel kavramı "Deneye başvurularak yapılan, deneyle olan, deneyle ilgili, tecrübi, ampirik" olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2023). *Longman Çağdaş İngilizce Sözlüğü'*nde deneysel kavramı (i) Deneyler için kullanılan, deneyler ile ilgili veya deneylerden kaynaklanan (ii) Yeni fikirler veya yöntemler kullanılması olarak tanımlanmaktadır (ldoceonline, 2023).

Glaveanu'ya göre (2021), deney veya deneme yanılma, yaratıcılığın somut eylemler aracılığı ile deneyimlerin içinde ilerlediği temel bir süreçtir (s. 90). Deneyselin en eski örnekleri deneyime sahip olmak, deneyime dayalı anlamına gelir ve deney kavramının Fransızca eşdeğerinin deneyim olduğu görülmektedir (Attridge, 2018, s. 1-2). Deneyim, bireyin fikir alanının bilgi içeriğidir ve deneyimin değeri doğrudan bireyin derlediği bilgi deposundan gelir (Goorha ve Potts, 2019, s. 34). Deneyimlere dayalı olarak yeniye yönelme yaratıcılık kavramının temelinde vardır. Deneysellik ve yaratıcılık görünüşte farklı olan fakat derinden işbirlikli birbiri ile ilişkili olan kavramlardır. Bu sebepten deney ve deneysellik üretilmesi ve geliştirilmesinde gelişimi dinamik bir süreç olarak farklı düşünme veya fikir yürütmeyle ilgili olarak yaratıcılık, sınırları aşan bütünleşik olarak anlaşılması gereken kavramlardır.

Landau, yaratıcılığı, "daha önce kurulmamış ilişkiler arasındaki ilişkileri kurabilme, böylece yeni bir düşünce şeması içinde yeni yaşantılar, yeni deneyimler, yeni fikirler ve yeni ürünler ortaya çıkarabilme yetisi" şeklinde tanımlamaktadır. Yaratıcılık sürecinde önceden kazanılmış bilgiler kullanılsa da, mevcut bilgilerin ötesine geçerek yeni deneyimlerle birleşen bir dönüşüm gerçekleşir. Yaratıcılık süreci bir yapma ve oluş sürecidir, oluş ise bir değişmedir; daha önce var olmayan bir şeyin doğuşunu ifade eder (San, 2008, s. 14-15). Deneysellik, varlığı ilk keşfedildiği günden bu yana, bilinçli veya bilinçsiz olarak kullanılan bir yaratma faaliyeti olarak işlev görmektedir (Keskin, 2012, s. 76). Deneyselliğin doğasını yaratıcı bakış açısından incelendiğinde deneyime dayalı olarak mevcut unsurları yeniden oluşturma, tasarlama süreci olduğu görülmektedir. Deneysellik kavramı; yaratıcılık, yetenek, deney, tasarım, deneyim, kapsam, davranış, düşünme, süreç kavramları başta olmak üzere birçok kavram ile yakın ilişki içerisindedir ve kavramın etiket bulutu (Görsel 1)'de verilmiştir.

Görsel 1. Ceyda Sıkı, Deneysellik Kavramı Anahtar Kelimelere Dayalı Etiket Bulutu, 2024.

Araştırmacılara göre yaratıcılık ile uğraşmak bir insan hayatındaki en yüksek deneyimlerden biri olarak tanımlanmaktadır (Sawyer, 2006, s. 21-47). Ayrıca insan deneyiminin ayrılmaz bir parçası olan sanat ve sanatçılar yaratıcılık ile eş anlamlı olarak tanımlanmaktadır (Runco ve Pritzker, 2011, s. 58). Sanat kavramı etimolojik olarak "birleştirmek, döndürmek, tamamlamak" anlamına gelmekte olup sanatçı da uzayda, zamanda, maddede veya olaylarda tatmin edici bir bağlantı kurarak bir dönüşe neden olur. Araştıran sanatçı üretken ve amaçlı bir deney yaptığında bilgideki değişim tetiklenmektedir yani deneyci, bilinçli ve sorgulayıcı bir şekilde bir deneyime girmektedir. Ve bir deneyim en iyi deneysel olarak, deneme yanılma yolu ile yapılan eylemler ve tepkiler hakkında gelişen bir farkındalık yoluyla anlaşılır (Gibson, 2010, s. 4-5).

Bennett'e göre (2012); sanat, disiplinlerötesi deneyin merkezinde yer almaktadır (s. 4). Sanatçılar, deneyler ile maddeye ve anlara değişiklik getirmekte olup değişkenliği hızlandırmaktadır. Araştıran sanatçı üretken ve amaçlı bir deney yaptığında bilgideki değişim tetiklenmektedir yani deneyci, bilinçli ve sorgulayıcı bir şekilde bir deneyime girmektedir. Ve bir deneyim en iyi deneysel olarak, deneme yanılma yolu ile yapılan eylemler ve tepkiler hakkında gelişen bir farkındalık yoluyla anlaşılır (Gibson, 2010, s. 5-7).

Deney; bilim, estetik ve sanat tarihi üzerine yapılan incelemelerde aracı bir referans noktası olarak önemli bir rol oynamaktadır (Stallschus, 2013, s. 16). Deney, gözlemci tarafından kasıtlı olarak düzenlenen koşullar altında kasıtlı gözlem yapılmasını içeren bir süreçtir (Stebbing'den aktaran

Hinkelmann ve Kempthorne, 2007, s. 21). Bir hipotezi test etme duygusu, deneme-yanılma olan deney; bilimsel pratikte kontrol edilebilir olmalıdır şeklinde tanımlanmakta iken sanat dünyasında ise bir deney başkaları tarafından tekrarlanabilir olması ya da kontrol edilebilirlik gerekliliği bulunmamaktadır (Attridge, 2018, s. 1-2). Bilimlerde, deneylerin belirli kurallara uyması şarttır ve doğru sonuçlara ulaşabilmesi için kesinlikle gereklidir (Steffen, 2014, s. 1.13). Bilimdeki deneyler; düzenli, doğrusal bir formatta, ekipmana, hipotez veya teoriden deney tasarımına, verilere, analize ve sonuca kadar bir dizi süreçlerden oluşmaktadır. Bilim insanları, deneyler ile ilerlemeden önce gerekli bir eylem olarak hem nereye gittiklerini hem de ne aradıklarını bilirler (Hall, 2011, s. 19-20). Bilimsel bir deneyin sonuçları tahminlere uyuyorsa ve beklenen şekillerde ölçülebiliyorsa işe yaradığı söylenir; bu durumda göstermesi gerekeni göstermiştir ve gösteri amacı dışında üzerinden geçmenin bir anlamı yoktur. Ancak işe yarayan bir sanat deneyi, sırf sonuçları öngörülemez olduğu için bile yeniden incelenmeye değerdir (Chanan, 1972, s. 137-138). Sanatta deney terim, net bir tanıma sahip olmayan bir kavramdır (Gabriel, 2007, s. 12). Sanatçılar deneyleri yenilik[4] arayışıyla gerçekleştirmektedirler ve bu da sanatta deneysellik kavramını gündeme getirmektedir (Baratalı, 2012, s. 2).

Sanatın, deneysel kalitesinin bir yenilik meselesi olarak anlaşılması daha olasıdır (Attridge, 2018, s. 2). Sanatta, tasarımda dahil olmak üzere, deneyciler kendi kurallarını oluşturma özgürlüğüne sahiptirler. Bu özgürlük, yenilikçi eserler, yeni süreçler ve yöntemler yaratma, izleyiciye beklenmedik bir şekilde hitap etme ve kanonu genişletme fırsatı sunar. Böylece, bir tasarımcı stüdyoda deney yaptığını iddia ediyorsa, belirli açılardan gerçekten yeni eserler ortaya koymalıdır; ancak, özlü bir hipotez veya teori sunmak zorunluluğu yoktur. Bu, daha sonra tasarım teorisyenleri veya tarihçilerinin yorumlayıcı çalışması olacaktır. Bu durumda, tasarım teorisyenleri veya tarihçileri, deneylerin yorumlanması ve anlaşılması için çalışma yürütmek durumunda kalacaklardır (Steffen, 2014, s. 1.13).

Sanatçıların sanatsal faaliyetleri ve araştırmaları, farklı disiplinlerden beslenen, çeşitli bilgi kümelerini kapsayan ve farklı araştırma metodolojileriyle girift bir şekilde iç içe geçmiş bir alandır (Schwab, 2013, s. 11). Baratalı'ya göre (2012); deneysellik fikri, yeniliklerin ve yorumların bir araya geldiği zengin bir oluşuma dönüşmektedir. Sanatçı, laboratuvar ortamında gerçekleştirdiği denemelerle çeşitliliği vurgulamaktadır ve bu da sanat eserini diğerlerinden ayırt etmeye ve malzeme ile teknik açısından sürekli bir yenilenmeye teşvik etmektedir (s. 5).

[4]Yaratıcılık, zihinde olan iki veya daha fazla kavramdan yeni kombinasyonlar formüle etme yeteneği olarak tanımlanırken, bu yeni kombinasyonlar ise yenilik olarak tanımlanmaktadır (Haefele, 1962, s. 5-6). Başka bir deyişle, yaratıcılık faydalı bir yenilik kavramıdır ve yenilik ise bu yaratıcılığı istenen bir sonuca uygulamaktır (Degraff ve Degraff, 2020, s. 35).

Ressam renk, ışık, doku ve temsil olanakları ile deneyler yaparken, besteci sesin olanakları ile sanat biçiminin merkezi olmayan radikal yeni teknikler içeren başarı garantisi olmayan ve bilinmeyene doğru girişimler ile denemeler yaparak yeniliklere yol açar ve bu sayede sanat dünyasına önemli bir katkı sağlamaktadırlar (Attridge, 2018, s. 10). Film ve müzikteki deneyler[5], görsel ve işitsel, kompozisyon, teknik ve malzeme araçlarının ele alınmasının yanı sıra medya olanaklarını ve sınırlarını test etmeyi de içermekte olup deneysel film ve müzik türlerine atanabilir. Ayrıca tiyatroda da sözde performatif dönüşümde ifade ve sahne biçimlerinin yanı sıra sunum geleneklerinin değiştirilerek deneye yumuşak bir geçiş oluşturulur (Kreuzer, 2012, s. 8). Dolayısıyla, sanatsal deneyim bir disiplin olarak sadece uygulamayla sınırlı değildir; aksine, doğası gereği epistemik bir boyut içerir. Bu, genel deneyimlerden ziyade belirli deneyimlere odaklanan, belirli ve tekil sanatsal uygulamalara yol açabilen süreçleri başlatır (Bippus, 2013, s. 124). Deneysel çalışmalardaki temel hedef; süreç içinde rastgele gelişebilecek oluşumlara izin vermek, bu oluşumları ayrıntılı bir şekilde gözlemlemek ve elde edilen sonuçları bilinçli bir uygulama ya da düşünce metoduna dönüştürebilmektir (Kara, 2019, s. 41).

Stefanie Kreuzer; edebiyat, tiyatro, film, müzik ve güzel sanatlardaki deneysel uygulamaları karşılaştırarak disiplinler arası araştırma yapmış ve bu çalışmasında sanatsal deneylerin yenilik, deneme ve sürpriz unsurlarının yanı sıra estetik açıdan kasıtlı bir belirsizlikle karakterize edildiğini ve bu deneylerin yeniden üretilebilirlik, kontrol ve ölçülebilirliğe daha az dayalı olduğunu vurgulamıştır. Deneysel yaklaşımların üç düzeyde yer aldığı sonucuna varmıştır; (i) metin, malzeme, medya veya sesin test edilmesi, birleştirilmesi veya yeni bağlamsallaştırılması gibi biçim düzeyinde, (ii) rastgele tekniklerin icadı ve uygulanması gibi süreçler ve yöntemler düzeyinde, (iii) izleyicinin tutum ve beklentilerini bozmak veya rahatsız etmek; yeni alımlama biçimleri sağlamak gibi izleyiciye hitap etme düzeyinde olarak açıklamıştır (Kreuzer, 2012, s. 7-14). Sanatçılar, sıradanın ötesine geçmek için cesurca deneyler yaparlar. Bu deneyler, sanat eserlerinin tasarım araştırma ve uygulama sürecinde yaratıcılığı ve yeniliği teşvik etmektedir. Sanatta deneysellik kavramı, sanatçının geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek yeni teknikler, malzemeler ve işlemler keşfetmesi ile ilişkilidir. Bu şekilde, sanatçılar farklı ve özgün sanat eserleri yaratma konusunda özgürdürler ve kendi sınırlarını zorlayabilirler.

[5]Film, sinemada gösterilen eser olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2023). Deneysel filim olarak, sinemada alışılmışın dışında yenilikler deneyen film çeşidi olarak geleceğe deneyci bir bakışla yaklaşarak özgün ve gelenekselden ayrı çalışmalar barındıran bir film yaklaşımıdır (Erkanı, 2013, s. 20). Deneysel müzik, geleneksel müzik yapısından farklı olarak, genellikle yeni ses denemeleri, sesin yapısal özellikleri, ritim ve melodi gibi unsurlar üzerinde deneysel çalışmalar yapan bir müzik türü olup yapım sürecinde ortaya çıkan olayları ve malzemeleri gözlemlemeyi ve birleştirmeyi içermektedir (Anderson, 2013, s. 55). John Cage, deneysel sanat alanında ismini duyuran ilk sanatçılardan olup ilk deneysel çalışmasını piyano üzerinde gerçekleştirmiştir (Baratalı, 2012, s. 12).

Burada önemli olan bir diğer konu ise sanatsal uygulama ile deney arasındaki ilişkidir. Bu ilişki çağdaş sanatın[6] üretim aşamasında deneye büyük ölçüde dayanmadığını belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Genel olarak sanatsal uygulama ile özel olarak sanatsal araştırma uygulamaları orijinal bir şey yaratma veya yeniden yaratma fikriyle hareket eden bir tuvale boya uygulamak veya bir piyanonun tuşlarını çalıştırmak gibi benzer şeyler yapıyor gibi görünmektedir (Bippus, 2013, s. 8). Sanatçılar, fark edilmeyeni arayarak eserlerinde farklı anlatım, üslup ve malzeme kullanarak ifadelerini gerçekleştirirler. Esere yansıyan rastlantısallık[7] deneme sürecinde ortaya çıkar ve belirli bir bilince dayalı temelle kontrol edilmektedir (Baratalı, 2012, s. 6). Genel olarak, sanatın birçok yönü deneysel olabilir ve birçok sanatçı yeni teknikler, materyaller veya fikirlerle deneyler yaparak sınırları zorlamaya çalışabilir. Ancak aynı zamanda, bazı sanatçılar belirli bir estetik tarzı takip ederek deney yapmadan üretim yapabilirler. Dolayısıyla, tüm sanatların deneysel olduğunu söylemek doğru değildir, ancak bunun yanı sıra sanatçı deneyci bir yaklaşım benimseyebilmektedir. Sanatçı keşfetmek amacı ile deneylerini sürdürebilir.

Yeni fikirleri veya teknolojileri keşfetmek amacı ile sanata uygulanan ve kesin olmayan bir terim olarak "Deneysel Sanat" kavramı tanımlanmaktadır (Chilvers ve Glaves Smith, 2009, s. 621). Ernst Gombrich (1997), *"Sanatın Öyküsü"* kitabında yirminci yüzyılın ilk yarısına ilişkin bölümü *"Deneysel Sanat"* olarak adlandırır. Her alanda büyük ölçekte etkileyici olan Endüstri Devrimi, sanatçıları da üslup konusunda bilinçlendirmekle kalmayıp, deneyler yapmaya başlayarak 'izm'li sloganlar öncülüğünde yeni akımları oluşturmalarını da beraberinde getirerek sanatta deneyselliğin köklerini attığını savunmakta olup Modern Sanat[8] ile ilgili olarak yeni biçim ve motif birleşimlerinin günlük yaşama dahil edilmeden önce denendiği bir alan bahsetmektedir (s. 557-561). König (2013), Gombrich, deney kavramını yalnızca 20. yüzyılın ilk yarısının sanatına uyguladığını kabul eder ve savaş sonrası sanatta deney kavramının ne tür bir rol oynadığını sorgular. Ayrıca, her yeni sanatsal yöntemin deneysel olarak tanımlanması kavramın sulandırılması anlamına geleceğini vurgular. Gombrich, çağdaş sanatın her şeyinin aynı zamanda deneysel olmadığını belirtir ve "deneysel" kavramının yalnızca yeni bir şeyi ifade etmekten ziyade belirli deneysel yöntemlere atıfta bulunduğunu savunur (s. 95-96). Micheal Chanan (1972), "*Art as*

[6]Çağdaş sanat, 1970'lerden sonra, her disiplin ve sanat alanında bulunan deneysellik kavramını benimseyerek, birçok sanat eseri, ifade tarzı ve toplumsal yapı üzerinde doğrudan deneycilik araştırmalarının izlerini ve deneycilikle ilgili sorgulamaları içermektedir (Artun ve Örse, 2022, s. 15-16).

[7]Rastlantısallık kavramı, belirli bir düzen veya önceden belirlenmiş bir plana dayanmaksızın, tesadüfen veya rasgele olarak ortaya çıkan durumlar ile bir sanatsal eylem sonucu üretilen yapıtı niteleyen sıfat olarak tanımlanmaktadır (Sözen ve Tanyeli, 2011, s. 254).

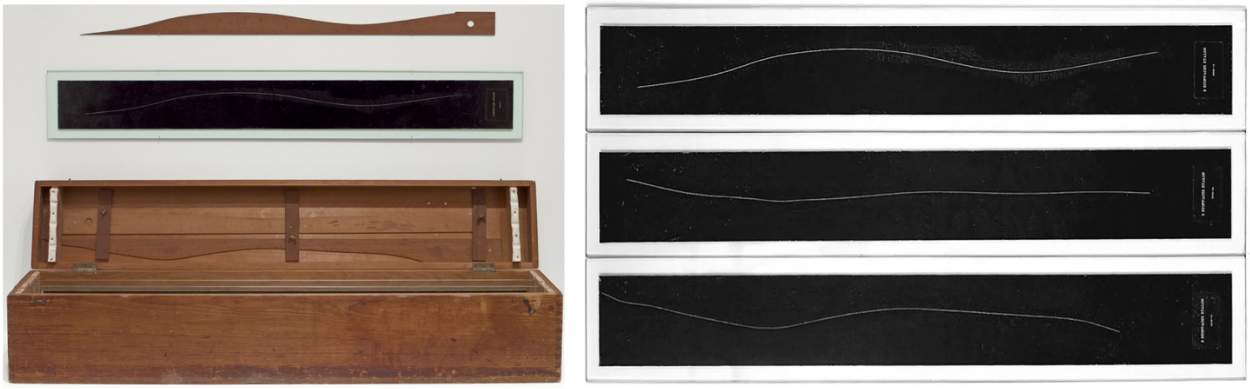
[8]Modern sanatın önceki dönemlerden farkı, sanatta deneye önem vermesidir. Deney, özellikle modernistler için anahtar bir kategori olarak değerlendirilmektedir (König, 2013, s. 107). Modern Sanatta deneyler; yenilik, deneme ve sürpriz anları üzerinden tanımlanmakta olup deneysel sıfatı ise; sanatsal yöntemler ve pratikler gelenekten uzaklaştığında kullanılmaktadır (Kreuzer, 2012, s. 7). Marcel Duchamp'tan başlayarak birçok sanatçı, sanatçının rolünü ve klasik sanat eserlerini sorgulamakla ilgilenmiştir ve böylece deneyselliğin de yardımıyla yeni ifade biçimleri bulunmuştur (Gabriel, 2007, s. 13).

Experiment" adlı çalışmasında, Sanatın yakın tarihinde, belirli toplumsal ve dış etkenler nedeniyle, sanatçıların deneysellikle ilişkilendirilen kişisel bir içsel gereksinim olarak sanatı benimsediği bir noktanın varlığını savunmaktadır. Bu noktanın Fransız Devrimi sırasında dönüşümsel bir şekilde ortaya çıktığını ve bu süreçte en etkili sanat eserlerinin giderek en deneysel olanlar olduğunu belirtmektedir (s. 139). Stephann Bann (1970), "*Experimental Painting Construction, Abstraction, Destruction, Reduction"* kitabında, Modern Hareket'in tüm faaliyetlerini *"Deneysel Sanat"* başlığı altında toplamayı doğru bulmadığını ifade etmektedir. Ressamın gerçekliği kendi seçtiği araçla temsil etme girişiminin çeşitli tarihsel aşamalarının incelenmesinden tüm resimler bir anlamda deneyseldir olarak ifade etmekte ve kendi deneysel resim çalışmasının genel olarak, içinde bulunduğu yüzyılın sanatına ait bir gelenekle ilgili olduğunu belirtmektedir. Deneysel ressam tanımını, ürettiği eserlerin kanıt olarak kalacağı belirli bir kontrollü faaliyet yoluna kendini adamış olması ile ve sanatçının hareket ettiği yön, en az izlediği yolu kaydeden bireysel ifadeler kadar önemli olarak açıklamaktadır. Resmin kendi varlığı, deney konusundaki anlaşmazlığa bağlı olduğunu çünkü bu resimsel yanılsamanın temel sorununu içerdiğini belirtmektedir (7-21). Yine aynı şekilde *"Essays on The Bluring of Art and Life"* adlı kitabın yazarı Allan Kaprow (2003), *"Deneysel Sanat"* bölümünde modern sanatın deneysel olarak nitelendirilmesinin yanlış olduğunu vurgulamış, deneycinin sorunları estetikten çok felsefe olduğunu savunmuştur. Kaprow'a göre deney felsefi bir meseledir, ancak sonucu patlayıcı olabilir. Sanatçılar bu süreç içerisinde değerli bir şey keşfederse, deney yapmayı bırakıp kariyerlerinin geri kalanını bulduklarını araştırmaya adayacak ve bu noktada daha geniş sanatçı topluluğuna katılacaklardır (s. 75-76). Brook (2011), *NIEA* Deneysel Sanat Konferansı'nda (NIEA- The National Institute for Experimental Arts Conference) Deneysel Sanat'ı sanatın bir türü olarak değil tek sanat türü olarak açıklamakta, Deneysel Sanat terimini diğer sanat türlerinden farklı olarak, kendine özgü bir sanat türünü tanımlamadığını ve ilgili deneysel anlamda başka türde bir sanat yoktur diyerek bunu bir totoloji olarak belirtmektedir (s. 1-8). Derek Attridge (2018), deneysel kavramının yalnızca bilimsel model temelinde anlaşılabilir olduğunu savunmaktadır. Deneysel terimi, sanatta biçim açısından oldukça yenilikçi olup, yeni formların test edilmesini, deneme yanılma yöntemlerinin izlerini taşımasını, risk alınmasını tanımlamaktadır. Bu tüm yaratıcı sanatların tanımlamakta olup ismine layık tüm sanatların deneysel olduğunu savunmaktadır (s. 4-10). Her sanat eseri, sanatçının özgün bir ifade biçimi olduğu için, her eser kendi içinde bir tür deneme ve deneysel süreç barındırabilir. Sanatın çeşitliliği, her türün kendi benzersiz özelliklerine sahip olduğu bir alandır ve deneysel sanat da bu çeşitliliğin bir parçasıdır. Sanatçılar kendi yaratıcı ifadelerini geliştirmek için yeni deneysel yaklaşımlar kullanabilirler. Bu süreçte farklı malzemeleri, yapım tekniklerini veya teknolojilerini dahil ederek yeni ifade biçimleri doğrultusunda estetik ve görsel ifade geliştirerek ilham verici örnekler sunabilir, mimarlık, müzik, psikoloji vb. gibi alanlarda disiplinler arası etkileşimi teşvik

ederek çalışmalarını zenginleştirebilirler. Deneysel sanatın amacı genellikle yeni fikirlerin keşfi, toplumun düşünce yapısını sorgulama veya sınırları zorlama üzerine kuruludur. Deneysel sanat, sanatın ifadesini ve estetiğini yenilikçi ve sıradışı yollarla araştıran bir sanat formu olarak kabul edilirken, sanatın deneyselleştirilmesi, bilimsel ve teknik süreçlerin sanat yaratımına dahil edilmesini ifade etmektedir.

Sanatın deneyselleştirilmesi, sanatın geleneksel sınırlarının ötesine geçerek bilimsel veya teknik bir sürecin parçası olarak deneysel bir şekilde ele alınmasını ifade etmektedir. Bu bilimsel deneyler, teknolojik yenilikler veya materyal araştırmaları yoluyla gerçekleştirilebilir. Sanatın deneyselleştirilmesi, sanatçıların geleneksel malzemeler ve tekniklerin ötesine geçerek yeni bilgilere, deneyimlere veya estetiklere ulaşmayı amaçlamasıdır.

Marcel Duchamp, "*3 Standart Duruş"* çalışması ile yirminci yüzyıl sanatında deneysel görsel düşünceye dayalı yeni bir tarz oluşturmuştur. Bu çalışmasında, bir metre yükseklikten, her biri bir metre uzunluğunda olan, düz ve ufukta tutulan üç beyaz ipliğin her biri ayrı ayrı üç dar tuvalin üzerine bırakılmıştır. İnce iplikler daha sonra vernikle yerlerine sabitlendirilmiştir. Böylece tuvallerin üzerinde her biri farklı bir rota izleyen üç çizgi belirmiş olup; bu çizgiler elle çizilmemiş, aksine tamamen deneysel olarak yapılan çalışmanın sonucudur. Duchamp, 3 Standart Duruş ile mümkün olanın estetiğini, bilim ve sanat, sanat eseri ve deney, sanat ve sanat olmayan arasındaki sınırların artık var olmadığı bir estetiği kurmuştur. Sanat yapımına 3 Standart Duruş'ta ortaya çıkan yeni yaklaşım, nihayetinde sanatın deneyselleşmesine yol açmıştır (Molderings, 2010, s. xiv- 4) (Görsel 2-3).



Görsel 2. Marcel Duchamp, 3 Standart Duruş, 1913-1914. Her Biri Bir Cam Panel (125,4 x 18,4 cm) Üzerine Monte Edilmiş Üç Boyalı Tuval Şeridine (120 x 13,3 cm) Yapıştırılmış Üç Beyaz İplik.

Görsel 3. Marcel Duchamp, 3 Standart Duruş, 1913-1914 (Moma: The Museum of Modern Art, 2023).

Marcel Duchamp, sanatı deneyselleştiren ve geleneksel sanat anlayışını sorgulayan bir sanatçı olarak kabul edilmektedir. Eserleri, sanatın tanımını ve sınırlarını yeniden düşündürmesinin yanı sıra çağdaş sanatın gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur. Marcel Duchamp'ın çalışmaları, geleneksel sanat anlayışını sorgulamış, sanatın tanımını ve sınırlarını zorlamış, sanatın içeriğini ve anlamını farklı bir şekilde ele almıştır. Bu sebepten 20. yüzyılın önemli deneysel sanatçılarından biridir ve sanatı önemli ölçüde deneyselleştirmiştir. Bu durum da, sanatın nasıl tanımlandığını ve algılandığını değiştirmeye katkıda bulunmuş olup tasarım ve sanatın daha kavramsal, düşünsel ve deneysel bir yaklaşıma sahip olduğu bir dönemi yansıtmaktadır. Sanatsal ifadeler, tasarım projelerine entegre edilerek yeni ve yaratıcı sonuçlar elde edilebilmesine olanak tanımakta farklı disiplinlerin kesişiminde yaratıcı düşünmeyi teşvik ederek yenilikçiliği desteklemektedir.

Tasarımcılar için deneyler, başarılı formüllerin yeniden üretilmesi yerine orijinalliğe ve benzersizliğe değer vermektedir (Hall, 2011, s. 19-20). Tasarım[9] alanında deneysel tasarımlar, kültürel, sosyal veya psikolojik konulara ilişkin içgörüyü geliştirmek, çeşitli faktörler arasındaki nedensel ilişkileri belirlemek, yeni çerçeveler geliştirerek disiplinin bilgi tabanına katkıda bulunmak için, teoriler, yöntemler ve yaklaşımlar ile yeni bilgiler elde etmek için yapılmaktadır (Steffen, 2014, s. 1.8). Elif Küçüksayraç'ın *"Endüstriyel Tasarımda "Deney" Kavramı"* adlı çalışmasında (2007), keşfetmek amacı ile tasarımda deneyin önemini vurgulayarak, deney kavramını, tasarım sürecine dahil etmenin önemini vurgulayarak tasarımın hızla değişen doğası, teknolojinin kolay adapte edilebilmesi için metodolojiler gerektirmekte ve bu nedenle tasarım alanında deney yapma kültürünün geliştirilmesi ve tartışılması gerektiğini belirmiştir (s. 65-66).

Tasarımda deneysellik, yeni ve yenilikçi fikirlerin test edilerek geliştirilmesi ve uygulanarak daha özgün ve daha etkili olması amacı ile uygulanmaktadır. Her zaman başarılı olmasa da riskler ve avantajlar değerlendirilerek süreç içerisinde yenilikçi çözümlerin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Tasarımda yeni yaklaşımlar ve arayış ilkesini benimseyen ve bir ekol olan Bauhaus[10], deneysellikte önemli kapılar açmıştır. Geleneksel sanat ve el sanatlarını endüstriyel tasarım ve üretim süreçleriyle birleştirmiş olup malzemelerin deneysel kullanımı, tasarım ilkeleri fonsiyonellik odaklı tasarım anlayışı ile interdisipliner bir yaklaşım sağlanarak sanat, tasarım ve mimari alanlarda deneysellik önemli bir rol oynamıştır. Deneysellik, Bauhaus'tan sonra

[9]Tasarım, bilginin (bir fikrin) somut (ürün) veya soyut (hizmet) bir sonuca dönüştürüldüğü bilinçli karar verme sürecidir. Tasarım, işleri bilinçli olarak yapmakla ilgilidir ve her zaman belirli bir şekilde yaptıkları için değil, mümkün olan en iyi çözümü seçmek için alternatifleri karşılaştırmakla ilgili olarak öncelikle keşfetmek ve denemekle ilgilidir (Stamm, 2003, s. 12).

[10]Bauhaus, 1919 yılında Almanya'da Walter Gropius tarafından kurulan bir okuldur ve işlevsellik ile modernizm ilkelerine dayanarak, sanat, tasarım ve mimarlık alanlarında deneysel yaklaşımlar benimsemiş olup deney kavramının tasarım ve üretim sürecinde önemli bir rol oynadığı yenilikçi bir yaklaşım sunmuş olan bir okul olarak tanınmaktadır.

teknolojinin gelişmesi ile mühendislik ve sanat tasarımın birleştirilmesi odaklı deneysel çalışmaların yapılması önemli bir rol oynamıştır.

Örneğin, 1967 yılında New York'ta kurulan Sanat ve Teknoloji Deneyleri (E.A.T. Experiments in Art and Technology)[11] grubu, deneyselin örneği olarak en yeni teknolojilerin sanatsal uygulamalarını kendi programı haline getirerek kurumsallaşmasıyla sanatçılar ve mühendisler arasında uzun süreli bir işbirliği ile çalışmalar yapmıştır (Stallschus, 2013, s. 15-16). E.A.T. nihai bir ürün olarak sanat eseriyle değil, sanat yapma süreciyle ilgilenerek faaliyetlerinin temel amaçları arasında sanatçılar, mühendisler ve bilim insanlarının iş birliğini teşvik etmek olan ve kâr amacı gütmeyen bir hizmet kuruluşudur (Klüver, 1969, s. 4-7). Bu oluşum, sanatçıların geleneksel sanat uygulamalarının ötesine geçerek yeni teknolojileri kullanmalarına olanak sağlamıştır. E.A.T., sanat ve teknoloji arasındaki etkileşimi keşfetmeyi ve sanatı deneysel bir platform olarak kullanmayı teşvik ederek deneysellik, yenilikçilik ve teknolojinin sanat dünyasındaki rolüne odaklanmasında önemli bir konuma sahiptir.

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte hem teknik hem de malzeme olanakları ile deneysel çalışmalar yapma imkânı daha da artmıştır. Bu konuda seramik alanında en güncel örneklerden biri olarak Oliver Van Herpt, 26 parça büyük ölçekli porselen formları, geleneksel tekniklerin yeniden tasarlanmasını, yenilikçi araç ve yöntemlerin geliştirilmesini ve sürecin her aşamasında porselenin davranışının karmaşıklığını anlamaya yönelik üç yıllık deneysel süreçler ile yürütmüştür. Porselenin genellikle daha küçük parçalar için ayrılmasının ve çalışılması en zor seramik türü olarak kabul edilmesinin nedeni şekillendirme aşaması ile fırınlamanın tamamlanması arasındaki küçülme olduğundan, sürecin her aşamasında homojenliği korunması önemlidir. Süreçte 3 boyutlu baskı makinasını yeni araçlar ve teknikler geliştirerek, malzemenin geleneksel sınırlarının ötesine geçmesi özelinde ihtiyaçları doğrultusunda geliştirmiştir. Formların 10 gün süren kurutma ardından pişirim sürecinde fırının çalışmasında meydana gelebilecek herhangi bir arızayı en aza indirmek ve enerji tüketimini azaltmak için mümkün olduğunca hafif olacak şekilde tasarlanan refrakter kil kullanarak sagarlarını 3 boyutlu olarak yazdırmıştır. Bu özel yapım sagarları, formları fırına yüklenmeden önce parçaların etrafına istiflemiş, radyasyon yoluyla daha tutarlı bir ısı transferi sağlayarak tüm parça boyunca sıcaklık farkının yalnızca birkaç derece olmasını sağlamıştır. Formların rengi için, sürekli bir beyaz kil akışı ile kobalt oksit içeren başka bir kil akışının 3 boyutlu yazıcının nozuluna yerleştirmiştir. Bu sayede formların geometrisi ve makine içindeki konumu, iki kil akışının kesişme noktasına göre, kobalt mavisinin yüzeyde ne zaman ortaya çıkacağını veya

[11]E.A.T. Experiments in Art and Technology, amacı sanatçılar, mühendisler ve bilim insanları arasında işbirliğini teşvik etmek olan ve kâr amacı gütmeyen hizmet kuruluşu olarak 1966 yılında mühendisler Billy Klüver ve Fred Waldhauer ile sanatçılar Robert Rauschenberg ve Robert Whitman tarafından kurulmuştur (E.A.T. Experiments in Art and Technology, t.y.).

gizli kalacağını belirlemiştir. Deneysel çalışmaları yaklaşık 3 yıl sürmüş olup porselenin yüzeyini gizlemeden ve pişme derecesine büyük müdahaleler etmeden eserin kendi görsel dilini ifade etmesine olanak tanıyarak, korunan formun nihai görünümü belirlemedeki önemini desteklemiştir (Oliver Van Herpt, 2023). Proje (Görsel 4)'de sunulmuştur.

Görsel 4. Oliver Van Herpt. Dunes, 2020-2023. Yükseklikleri 120 cm ile 110 cm Arasında Değişen 26 Porselen Objenin Deneysel İş Geliştirme Süreci. Erişim: 4.11.2023, https://oliviervanherpt.com/dunes/

Endüstriyel tasarımda ürün tasarım süreçlerinde veya ürünlerin kendisinde farklı malzemeler, üretim teknikleri veya kullanıcı deneyimi odaklı deneysellik uygulanmaktadır. Ayrıca grafik tasarımda da tipografi, renk, kompozisyon ve diğer görsel ögeler ile deneysel bir şekilde yeni grafik ve stiller ile çalışılırken moda tasarım alanlarında da giyim ve aksesuarda deneysel kumaşlar, kesimler ve desenler ile stiller geliştirilmektedir. Sanat ve tasarım alanlarında olduğu gibi mimari alanda da deneysellik, malzemeler, teknolojiler ve tasarım yaklaşımlar temelinde yeni ve yaratıcı projelerin ortaya çıkmasında önemlidir. Mimarlar, deneysellik ile tasarımın sınırlarını genişletmiş ve mekanların nasıl algılandığını değiştirmiştir.

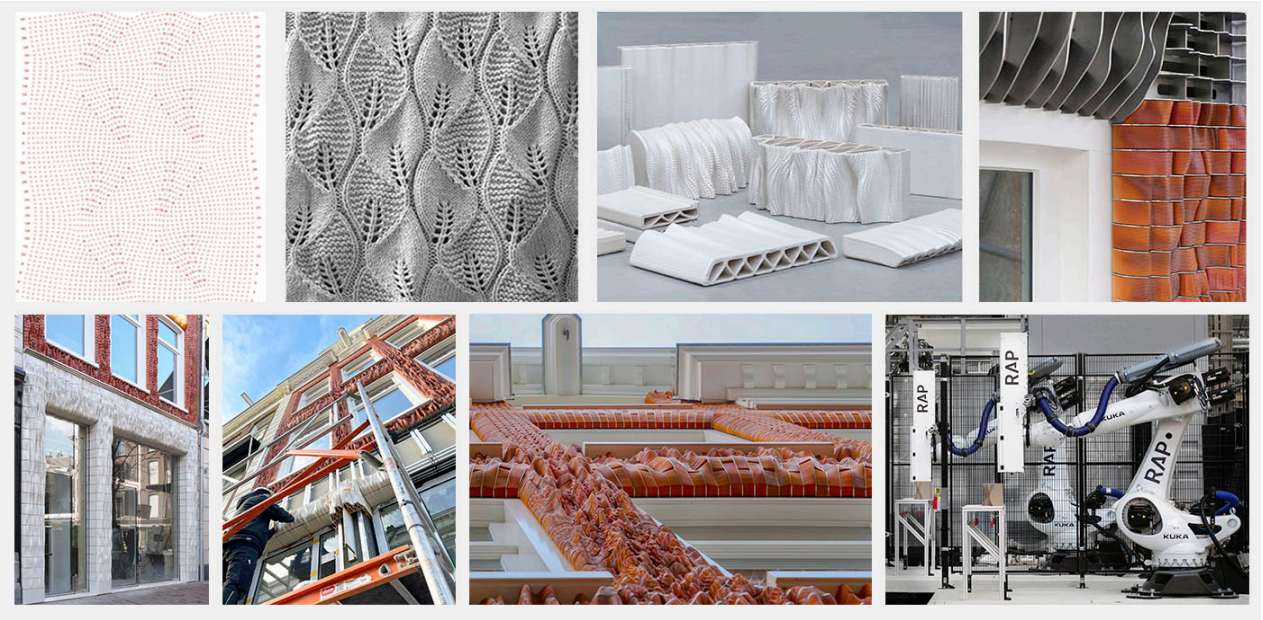
Deneysellik ve mimarlık kavramlarının birlikteliğinden ortaya çıkan ve mimarlıkta mevcut olandan farklılaşan yeni açılımlar arayan birer deneme olma durumu, deneysel mimarlık kavramını gündeme getirmektedir (Dönmez, 2015, s. 155). Deney terimi, mimarlık alanına Peter Cook[12] tarafından 1970 yılında Deneysel Mimarlık *(Experimental Architecture)* adlı kitapla kazandırılmıştır (Köken, 2015, s. 10). Peter Cook'un mimarlıktaki yeni bir yaklaşım üzerine ortaya

[12]Archigram'ın üyesi Peter Cook'un Mimarlıktaki sıradanlığa karşı olan yaklaşımları sebebi ile çalışmaları ve projeleri deneysel olarak tanımlanmaktadır (Dönmez, 2016, s. 285). Peter Cook, Archigram kitabında (1973); deney biçimi olarak tasarım yoluyla fikirlerin geliştirilmesiyle ilgilendiğini ifade etmektedir (s. 2).

koyduğu tanımlamalar ve *Archigram* çalışmalarına ek olarak Lebbeus Woods[13] tarafından mimarlıkta deneyselliğin söylemleri geliştirilmiştir (Dönmez, 2016, s. 286). Newcastle Üniversitesi'nde Deneysel Mimarlık Profesörü olarak görev alan Rachel Armstrong (2020)'e göre; Mimarlık, sadece kendi sınırları içinde değil, aynı zamanda çeşitli disiplinlerle etkileşim içinde çoklu söylem biçimlerinin ortaya çıkmasını hedefleyen alandır. Deneysel mimarlık, bu bağlamda mekânları sadece geleneksel perspektiflerden değil, aynı zamanda alternatif bakış açılarından görmek amacıyla bir keşif alanı oluşturmaktadır. Bu disiplin, mimari düşüncenin ve tasarımın ekolojik kaygılarını dikkate alarak yaşanılan mekânlara yeni bir bakış getirme amacını gütmektedir. Ayrıca, mimari araştırma sorununu çözmek yerine, mekânsal araştırma pratiklerine biçimsel bir çerçeve dayatarak ve mimari düşünceyi evrimleştirerek, bu alandaki gelişmeye direnç göstermektedir (s. 185). Deneysel mimarlık, geleneksel normları sorgulayan, farklı bir bakış açısı sunan ve kazanımlarını bu özgün perspektif içinde bulan eylemsel bir anlayışa sahiptir (Dönmez, 2016, s. 2). 20. ve 21. yüzyıl mimarisindeki deneysel eğilimler, mimari alanında kapsamlı bir yaklaşımı, farklı disiplinler arasındaki işbirliğini ve geleneksel tasarım yöntemleri ile yeni teknolojiler arasındaki etkileşimi araştırmaya yönelik çabaları yansıtmaktadır (Berbesz, 2018, s. 15).

Tasarım ve mimari alanlarında; Studio RAP, örme giysi zanaatına atıfta bulunarak kendi bünyesinde oluşturduğu dijital tasarım algoritması ile Amsterdam'da bir binanın cephesindeki uygulama ile dijital işçiliğin çağdaş bir ifadesiyle dünyanın dört bir yanındaki insanlara ilham vermeyi amaçlayarak yeni bir tasarım dili ortaya çıkartmaktadır. Tasarımda, tekstil ürünlerindeki örme zanaatından esinlenerek dijital karmaşık katmanlar, zarif kırışıklıklar, birbirine dolanan iplikler ve dikiş desenleri yer almaktadır. Cadde seviyesinde, her biri yaklaşık 40 x 20 cm boyutlarında, 3 boyutlu baskılı inci beyazı sırlı seramik karolar yer almaktadır. Üst katlarda, bina cephesi üç farklı kırmızı tonunda sırlanmış 3 boyutlu baskılı tuğlaları sergilenmektedir. Tuğlalar orijinal yığma çapraz bağ ile birlikte oluşturulmuştur ve yükseldikçe kaybolan soyut süslemelere sahiptir. Teknoloji olanakları ile geleneği ve yeniliği harmanlayarak mimari ifadeyi yeniden şekillendirerek yeni bir tasarım dili oluşturmaktadır (Studio RAP, 2023). Studio RAP firması tarafından Hollanda'nın Amsterdam şehrinde gerçekleştirilen seramik ev çalışmaları için 3 boyutlu baskı ile üretilen seramik ve tuğla ile cephe kaplama projesi (Görsel 5)'te sunulmuştur.

[13]Lebbeus Woods, 1988'de Deneysel Mimarlık Araştırma Enstitüsü'nü (RIEA- The Research Institute for Experimental Architecture*)* kurmuş ve çalışmalarında geleneksel mimarlık üretimi anlayışının sınırlarının dışındaki üretimlere odaklanmıştır (Köken, 2015, s. 5).



Görsel 5. Studio RAP, Seramik Ev Çalışmaları. Amsterdam, 2023. 3 Boyutlu Yazıcı ile Üretilen Seramik ve Tuğla ile Cephe Kaplama. Erişim: 10.04.2023, https://studiorap.nl/Ceramic-House

Mimariden diğer sanatlara, biçimlerin yaşamının daha fazla sayıda deneyle şekillendirildiğini ve daha sık ve daha beklenmedik değişimlere maruz kaldığı görülmektedir. Malzemenin kendisi, yönetilebilirliğiyle sürekli orantılı olması gereken bir araştırma ve deney derecesini davet etmekte olup stil için eşit derecede geçerli olan bir kavram olarak tüm alanlarda tekdüze veya eşzamanlı davranmaz ve aynı zamanda malzeme ve teknikler tarafından nitelendirilmektedir (Focillon, 1989, s. 51). Sanattaki deneysellik ve mimarlıktaki deneysellik, yaratıcı ifade biçimlerinin ve tasarım süreçlerinin deneysel yaklaşımlar ile keşfedilmesi ve uygulanması anlamında benzerlik gösterir ancak her iki alanda da farklı vurgular ve uygulamalar mevcuttur. Sanat, daha çok estetik ve duygusal ifadeye odaklanırken, mimarlık hem estetik hem de işlevsellik dengesi içinde tasarımı ele almaktadır.

Deneyselliğin net sınırlarının çizilmesi ve hangi şeylerin deney olup olmadığının kesin olarak yargılanması yerine, deneyselliğin birçok farklı yüzü olduğunu kabul eden bir yaklaşım benimsenmelidir (Steffen, 2014, s. 1.13). Deneysel süreçte, hedeflenen sonuca ulaşmak yerine, keşif yolu ile yeni fikirleri üretmek üzerine odaklanılır ve mevcut normlar ve standartlara meydan okuyan, alternatif yaklaşımlar ve yöntemlerle yenilikçi çözümler arayışını ifade etmektedir. Deneysellik, uygulayıcısının farklı malzemeler, formlar, süreçler ve teknolojiler ile araştırma ve keşifler yapması anlamına gelmektedir. Bu nedenle, sonuçlar önceden bilinemez ve bazen beklentileri aşabilir ya da hayal kırıklığı yaratabilmektedir. Ancak, deneysellik sayesinde, daha yaratıcı ve özgün olarak daha yenilikçi çözümler bulunmakta ve sıradışı fikirlerin keşfedilmesini mümkün hale gelmektedir.

Deneysellik, yeni fikirlerin keşfedilerek yaratıcı düşünceyi teşvik etmekte, yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasına yardımcı olarak özgün eserlerin ortaya çıkmasında sınırların zorlandığı ve alışılmışın dışında çözümlerin arandığı bir süreçtir. Bu süreçte, malzemeler, teknolojiler veya yaklaşımlar kullanılabilir ve bir araştırma ve keşif süreci olarak görülebilir olmasının yanı sıra mevcut kalıpları sorgular ve yeni perspektifler sunarak izleyicilerin ve kullanıcıların deneyimlerini de zenginleştirmektedir.

Deneysel çalışmalar, yeni teknikler ve materyallerin keşfedilmesine olanak tanımakta ve aynı zamanda uygulayıcısına; sınırları zorlamalarına ve yaratıcılıklarını geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Deneysel çalışmalar, geleneksel tekniklerin ötesinde çalışmalara olanak sağlamaktadır. Bu çalışmaların sonucunda ortaya çıkan eser veya ürünler, daha önce hiç görülmemiş bir estetik sunabilir ve bunun yanı sıra izleyicileri yeni bir deneyime davet ederek gelecek nesiller için bir kaynak oluşturarak alanların gelişimine katkıda bulunmalarını sağlamaktadır. Ayrıca tasarlamak ve üretmek için kullandıkları malzemelerin özelliklerini ve kullanımını araştırmak, tarihsel ve kültürel bağlamları incelemek ve diğer uygulayıcıların çalışmalarını analiz etmek için farklı araştırma metodolojilerinde kullanabilmektedir.

Seramik; malzeme pratiği, yaratım sistemi, zamansal ve deneyimsel odaklı süreçler ve yapılar tarafından karakterize edilerek bol ve derin bilgi birikimi ile birikmiş deneyim sağladığı için özünde deneysellik barındırır ve araştırma yeteneklerini geliştirir. Seramik malzeme, ifade ve işlev özelliği ile yaratıcı bir şekilde kullanım olanağı ile benzersiz ve estetik açıdan etkileyici eserlerin ortaya çıkartılmasında önemli bir konuma sahiptir.

Seramik alanında deneyler; renkler ve şekiller ile, teknik ve teknolojik uygulama süreçleri veya algı ile ilişkili olarak veya bunları sorgulayarak özünde deneyimleme barındırır. Süreç içerisinde yeni biçimlerin yaratılması, mevcut biçimlerin yenilenmesi, sadece biçimlerin değil içeriklerinin de ortaya çıkmasını sağlayan yaratıcı ve yapıcı bir araştırma pratiği deneyimini geliştirir ve derinleştirir aktif olarak besler yani sınırlarını yeniden tanımlayarak alternatif yaratıcı fırsatlar sunmaktadır. Mevcut unsurları yeniden tasarlama yeteneği olan yaratıcılık ile oluş sürecini içinde barındıran deneysellik bağlamında seramik; kullanıcısına şekillendirme, dekorlama, sırlama ve pişirme teknikleri ile hem endüstriyel hem de sanat alanında çok çeşitli yelpaze sunmakta olup dekorasyonda da büyük bir serbestlik sağlamaktadır. Günümüzde de dijital dekorasyon teknolojileri ile de yeni ve farklı ifadelere olanak sağlayarak desen[14] ve yüzey efektleri yaratarak devamlılığını sürdürmektedir. Teknolojik gelişmelerin alana dahil olması ile yüzey dekorasyon

[14]*Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi'*nde (1997), desen kavramı, çizim, dokuma, çini, seramik, mozaik, alçı, ahşap ya da metalden yapılmış küçük el sanatı ürünlerinin bezenmesinde örgelerle oluşturulan kompozisyon düzeni olarak tanımlanmaktadır (s. 449).

özelliklerinde çok geniş çaplı etkiler görülmektedir. Bu teknolojilerin kullanımı bilgi birikimi ve deneyim gerektirir. Bilim ve teknolojiye eskisinden daha bağımlı olarak ilerlese de bu bilgilerden daha fazlasını gerektiren çok çeşitli yenilikçi teknolojilerin ve bileşenlerin üretim yöntemleri ve süreçlerini kapsamaktadır.

Seramik malzeme ile deneysellik uygulaması, seramik malzemenin özelliklerini anlamayı ve kullanmayı, mevcut teknikleri ve yöntemleri sınırlarını zorlamayı ve yeni formlar, yapılar ve yüzeyler yaratmayı içeren bir yaklaşımdır. Seramik, çok yönlü bir malzemedir. Malzemenin dayanıklılığı, estetik görünümü ve işlevselliği, onu tercih edilen bir malzeme yapmaktadır. Bu alanda seramik malzeme odaklı deneyler; farklı pişirme teknikleri, malzeme bileşenleri, renkler, dokular ve yüzey işleme teknikleri gibi farklı faktörlerin kullanımını içermesinin yanı sıra gelişen teknoloji imkanları ile deneysel süreçler uygulanabilmektedir.

Bu çalışmada bu alanlarda tasarım araştırma ve uygulama sürecinden, üretim ve sergileme süreçlerinin tümünde deneysellik kavramının yeniyi arama anlamı üzerinden çalışmalar yapılacaktır. Araştırma kapsamında farklı malzemeler ile el ile geliştirilen desenler seramik yüzeyler üzerine günümüz seramik endüstrisinde kullanılmakta olan yüzey dekorlamaya yönelik teknolojiler dahilinde dijital dekorasyon teknolojilerinden inkjet dijital baskı sistemi ve lazer ile ısıl işlem sisteminin kullanılması odaklıdır. Bu teknolojiler kullanıcı tercih doğrultusunda süreç içerisinde deneyselliğe olanak vermekte olup tasarım aşamasında serbestlik sağlamaktadır. Buradaki amaç endüstriyel seramik alanında kullanılmakta olan endüstriyel tasarımda yer alan seramik malzemenin özgünleştirilerek mimarlık alanına uygulanmasının yanı sıra sanatsal çalışmaların geliştirilmesidir.

2. BÖLÜM: DESEN TASARIM UYGULAMASINDA İLERİ TEKNOLOJİK SİSTEMLER

Bilim, insanın doğaya ve doğadaki olaylara duyduğu merak ve sorularına aradığı cevaplardan ortaya çıkmış olup gözlem ve deneyler ile incelenerek matematiksel olarak anlatımı bilimsel keşifleri ve bu bilimsel keşifler de teknolojiyi meydana getirmiştir (İnan, 1996, s. 9-11). Teknoloji, bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsamak amacıyla ürün ve süreçlere bilginin uygulanmasıdır (TDK, 2023). Teknoloji kavramı, teknik süreçlerin bilimi olarak tanımlanmakta ve bilimsel yaklaşımı barındırmaktadır (Gebhardt, 2011, s. 6). Bilim genellikle olayların nedenlerini inceleyerek, teknoloji ise nasıl gerçekleştiklerini araştırarak insanlığın hizmetine sunulmuştur. Hem bilim hem de teknoloji, birçok endüstri dalının oluşumuna öncülük etmiştir (İnan, 1996, s. 11). Endüstri Devriminden[15] sonraki süreçlerde teknolojinin ilerleme ve gelişme hızı artmış olup teknolojideki gelişmelerin hızının artmasıyla beraber gelişen teknolojileri anlatmak için teknoloji terimi yalnızca bu gelişmeleri açıklamak için yetersiz kalmıştır. Bu ilerlemeleri tanımlamak için ileri teknoloji terimi kullanılmaya başlanmıştır. Bu terim, yeni tekniklerle üretilen ve üstün özelliklere sahip çalışmaları ifade etmek için benimsenmiştir. Literatürde bu kavram tanımlanırken yabancı kaynaklarda *High-Technology* ve *Advanced-Technology* gibi terimler kullanılırken, bu ifadeler Türkçeye Yüksek Teknoloji ve İleri Teknoloji olarak aktarılmıştır (Demirbek, 2020, s. 16).

Teknoloji terimi geniş bir kapsama sahip olup daha genel anlamda tüm teknolojileri kapsamaktayken, ileri teknoloji ise son yıllarda geliştirilen ve kullanılan daha karmaşık, gelişmiş ve yenilikçi teknolojiler olup öncelikle bilgisayar, yazılım, robotik, yapay zekâ ve biyoteknoloji gibi alanlarda uygulanmaktadır. İleri teknolojiler, daha karmaşık ve hassas yapıları, yüksek işlem gücü, verimlilik ve üretkenlik düzeyleri sunarak, daha fazla işlevsellik ve yaratıcılık sağlamaktadırlar. İleri teknoloji terimi, genellikle bir endüstride veya bir ürün grubunda kullanılan en son gelişmeleri belirtmek için kullanılmaktadır. Örneğin, bir ileri teknoloji olan bilgisayar, son model işlemciye, yüksek çözünürlüklü ekranlara ve hızlı depolama birimlerine sahiptir.

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, tasarım oluşturma ve gerçekleştirilme biçimlerinden sunma yöntemlerine kadar aktif olarak rol almakta ve bu aşamalarının bir bütün

[15]Birinci endüstri devrimi; demiryollarının inşası ve buhar makinesinin icadıyla tetiklenenmiş olup yaklaşık 1760'tan yaklaşık 1840'a kadar sürmüş, mekanik üretimi başlatmıştır. İkinci endüstri devrimi; 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında başlamış, elektriğin ve montaj hattının gelişmesiyle seri üretimi mümkün kılmıştır. Üçüncü endüstri devrimi; 1960'larda başlamış ve bilgisayar veya dijital devrim olarak adlandırılmaktadır. Dördüncü endüstri devrimi ise; akıllı ve bağlantılı makineler ve sistemlerle ilgili ve aynı zamanda da gen diziliminden nanoteknolojiye, yenilenebilir enerjiden kuantum hesaplamaya kadar uzanan alanlarda daha fazla atılım dalgaları meydana getirerek çok daha geniş kapsamlı olup bu teknolojilerin kaynaşması ile biyolojik, fiziksel ve dijital alanlardaki etkileşimi önceki devrimlerden farkını ortaya koymaktadır (Schwab, 2016, s. 11-12).

olarak yürütülmesini sağlamakta olup tasarımda ve imalatta kullanım bulmakta olan ileri teknolojik sistemlerin temelini oluşturmaktadır. Bu teknolojiler tasarım özgünlüğünü arttırırken üretim süreçlerinde de verimlilik, hassasiyet ve kalite sağlamakta yenilikçilik ve özelleştirme imkanları sunmaktadır. İleri teknolojik sistemler, sadece üretim teknolojileri ile sınırlı değildir ve diğer teknolojik gelişmeleri de içermekte olup elektronik, bilgisayar, telekomünikasyon, otomotiv, enerji, sağlık, uzay teknolojisi ve savunma gibi birçok sektörün yanı sıra sanat, tasarım ve mimari alanlarında da kullanılan ve son teknoloji ürünleri ifade eden geniş bir terimdir.

İleri teknolojiler; üretimde, ürün geliştirme, üretim süreçleri ve tesis yönetimi gibi birçok farklı yönü kapsamaktadır ve endüstrinin verimliliğini artırmak ve rekabetçiliğini sürdürmek için önemlidir ve sürece ürün kalitesi, verimlilik ve işlevsellik açısından önemli iyileştirmeler sağlamaktadır.

İleri teknoloji, geleneksel seramik üretim yöntemlerinin yanı sıra modern teknolojilerin de kullanılması anlamına gelmekte olup malzeme bilimi, desen işleme teknikleri ve üretim süreçlerindeki ilerlemeleri de içermektedir. Bu teknolojiler, seramik üretiminde daha verimli, hızlı, hassas ve estetik açıdan zengin sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu alanlardaki ileri teknoloji kavramın temel bileşenlerini vurgulamak amacı ile kapsamlı bir bakış açısına yönelik etiket bulutu (Görsel 6)'da sunulmuştur.

Görsel 6. Ceyda Sıkı, İleri Teknoloji Kavramı Anahtar Kelimelere Dayalı Etiket Bulutu, 2024.

İleri teknoloji kavramının yaşandığı ve öne çıktığı dönemler olarak bilgi toplumu ve bilgi çağı[16], Endüstri 4.0[17] ve Toplum 5.0[18] dönemleri değerlendirilmektedir (Demirbek, 2020, s. 16). Bu dönemler, ileri teknolojinin farklı yönlerine ve uygulama alanlarına vurgu yapmakta olup sanal ve gerçek dünyaların birleştiği günümüzdeki teknolojik dönüşümlerin özelliklerini yansıtmaktadır.

Endüstri 4.0 yaklaşımının hayati bir bileşeni dijitalleşme[19] ve dijital üretimdir. Dijital[20], günümüzün temel bir kavramı haline gelmiş olup verilerin dijital formatta işlenmesini, depolanmasını ve iletilmesini ifade etmektedir. Endüstri 4.0'da üretim süreçlerinin dijital teknolojiler ve otomasyon kullanarak optimize edilmesi dijital üretim olarak adlandırılmaktadır.

2.1. Dijital Üretim

Dijital üretimi kısaca tanımlamak gerekirse; Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD: Computer Aided Design)[21] teknolojilerinin model ve prototip üretiminin bir parçası olarak süreçlere uygulanması ile Bilgisayar Destekli Üretim (CAM: Computer Aided Manufacturing)[22] yazılımlarına gönderilir. CAM yazılımları, dijital tasarımın fiziksel malzeme ve makine ile birleştiği yerdir. Bir nesneyi yazılımda (CAD) tasarlama, makinenin bu nesneyi oluşturmak için hareket etme şeklini (CAM) tanımlama ve ardından makineyi fiziksel olarak çalıştırma süreci dijital üretim olarak adlandırılmaktadır (Ford, 2016, s. 2). Dijital üretim iş akışı şematik diyagramı (Görsel 7)'de sunulmuştur.

[16]İnsanlık tarihinde; (i) doğa ve avlanmaya dayalı ilkel toplum, (ii) tarım toplumu, (iii) buhar gücünün sanayide kullanılması ile başlayan sanayi endüstri toplumu ve son olarak (iv) bilgi ve bunu işleyen teknolojideki ulaşılan ileri aşama nedeniyle bilgi toplumu olarak sınıflandırılmaktadır (Benshgir, 1996, s. 8).

[17]Endüstri 4.0, ilk olarak 2011 yılında Almanya Hannover Fuarı'nda tanıtılmış ve üretimdeki dijitalleşme ve otomasyonun bir sonucu olarak ortaya çıkan bir kavramdır. Endüstri 4.0, sanayi üretiminde dijitalleşmenin bir sonucu olarak meydana gelen Dördüncü Endüstri Devrimi ya da Sanayi 4.0 olarakta tanımlanmaktadır (Ebso Araştırma Müdürlüğü, 2015, s. 7). Endüstri 4.0 insan ve nesne arasındaki etkileşimin en üst düzeyde sağlanarak yüksek değerde yaratabilmek için veri akışının eşzamanlı, organize ve sistemli bir biçimde sağlanabildiği, makine ve ekipmanların otonom olarak faaliyet gösterebildiği bir süreç olup bu sürecin çok sayıda bileşeni bulunmaktadır. Dolayısıyla halen gelişimini sürdürmekte olup, ne zaman ve nasıl tamamlanabileceği öngörülememektedir (Görçün, 2020, s. 144-146).

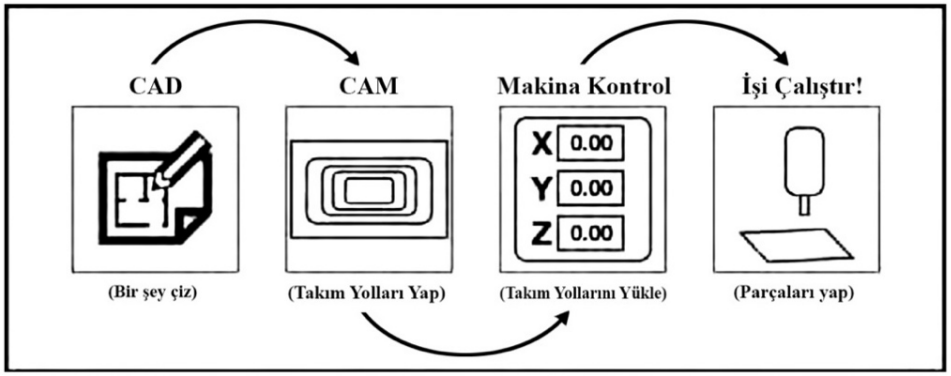
[18]Toplum 5.0; bilim ve teknolojideki yeniliğin öne çıktığı yeni bir toplum türünü ifade etmekte olup fiziksel alan ve siber uzayın güçlü bir şekilde bütünleştiği bir "zekâ topluluğu" olarak tanımlanmaktadır (Salgues, 2018, s .1).

[19]Dijitalleşme; erişilebilir bilginin bit (0 veya 1 olabilen ikilik sayı basamağı) olarak düzenlendiği ve bu bilginin bilgisayar tarafından okunabilecek şekilde dijital ortama aktarılması sürecine verilen isimdir (Banger, 2018, s. 24).

[20]Dijital, bilgisayar veya elektrik sistemine uygulandığında, verileri rakamlar şeklinde temsil etme yeteneğini ifade etmektedir (Preston vd., 1985, s. 57).

[21]Bir tasarımın yaratılmasına, değiştirilmesine, analizine veya optimizasyonuna yardımcı olmak için bilgisayar sistemlerinin kullanılması ile ilgili teknolojik süreç olarak tanımlanmaktadır (Groover ve Zimmers, 1984, s. 1).

[22]Fabrikanın üretim kaynaklarıyla doğrudan veya dolaylı bilgisayar arayüzü aracılığıyla bir üretim tesisinin operasyonlarını planlamak, yönetmek ve kontrol etmek için bilgisayar sistemlerinin tasarımdan üretime tüm döngüsüne entegrasyonunu ifade eden teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Groover ve Zimmers, 1984, s. 2).



Görsel 7. Dijital Üretim İş Akışı (Ford, 2016, s. 2).

Dijital üretim, hesaplama ve üretim arasında sürekli değişikliklere izin verilerek tasarım ve yapım aşamalarını birbirine bağlamakta ve bir tasarım, en başından son ürüne kadar sürekli olarak test edilip değerlendirilebilmektedir (Sarıdal, 2007, s. 51). Bilgisayar destekli tasarım ve diğer yazılım paketleri ile dijital üretim araçları farklı yazılım formatlarına ve platformlarına aktarılabilmekte olup bu sayede görüntünün gerekli detayları formüle edilebilmektedir. CAD-CAM sistemlerini içinde barındıran bu teknolojiler ürün tasarım ve geliştirme, üretim süreci ile bu alanda kullanılan araçları da etkileyerek tüm bu süreçleri bilgisayar merkezli dijital alana taşımıştır. Bu süreçte hangi araçların kullanılacağına veya ne zaman kullanılacağına dair kurallar yoktur ve tek bir yazılım programının ürünü değil çok sayıda programlar kullanılarak geliştirilen kapsamlı bir çalışma süreci vardır. Bu teknolojik gelişmeler aracılığı ile sayısal grafiklerden fiziksel ürüne dönüşüm olacağı gibi fizikseli sayısala dönüştürmeye de izin vermekte olup dijital üretim araçları ve birbirleri ile ilişkileri söz konusudur. Tasarım, üretim ve sergileme aşamalarında dijital üretimde doğrudan bağlantılı olan ileri teknolojik sistem araçları ile süreçlerin her aşamasında kontrolü mümkün kılar bu da hata payını aza indirerek maliyeti düşürücü unsurdur. Dolayısıyla da dijital üretim sürdürülebilir, hızlı ve verimli bir üretim süreci olarak kabul edilmektedir.

Dijital üretim araçları, Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak sanat, tasarım ve mimari alanlarda seramik malzeme işleme üzerine çok çeşitli teknolojileri barındırmaktadır. Bu teknolojiler sayısal fabrikasyon araçları olarak da adlandırılmakta, literatürde farklı sınıflandırmaları mevcuttur. Bunlardan en önceliklileri; Üç Boyutlu Baskı (3DP: Three Dimensional Printing)[23]; Dört Boyutlu

[23]Bir malzemenin biriktirilmesi yoluyla nesnelerin üretilmesi, bir baskı kafası, nozzle veya başka bir yazıcı teknolojisi kullanılarak yapılması olarak tanımlanmaktadır (ASTM-International Designation: F2792- 12a, 2012, 1). 3DP, dijital veriden fiziksel bir model yapma süreci olup bu baskıyı oluşturan makina da 3 boyutlu yazıcı olarak tanımlanmaktadır (Cline, 2016, s. 27). Ayrıca, 3DP teknolojisi, 2DP'de kullanılan inkjet baskı teknolojisine benzerliği nedeniyle 3DP olarak adlandırılmıştır (Sürmen, 2019, s. 374).

Baskı (4DP: Four Dimensional Printing)[24], Beş Boyutlu Baskı (5DP: Five Dimensional Printing)[25], Altı Boyut Baskı (6DP: Six Dimensional Printing)[26] gibi baskı teknolojilerini içermektedir. Seramik malzemelerin özelliklerinin oldukça sabit ve kontrol edilebilir olduğundan 5DP ve 6DP henüz seramik sanat, tasarım ve mimari üretiminde kullanılamayan teknolojilerdir. Ancak bu ileri teknolojiler gelecek yıllarda bu alanlarda ilgi çekici uygulamalar sunabilir. Bu teknolojiler seramik malzemede; şeffaflık, ısıya karşı duyarlılık, renk değiştirme, ses yalıtımı ve benzeri akıllı malzeme özellikleri gibi ekstra özellikler eklemeleri için yeni bir araç sağlaması olasıdır. Benzer şekilde, seramiklerde, 5DP veya 6DP ile işlenen ses yalıtımı özelliği ya da renk değiştirme özelliği gibi üretim sırasında malzeme üzerinde ekstra özelliklerin işlenebilmesi ile seramik malzemenin fonksiyonunu artırabilir.

Bilgisayarlı Sayısal Kontrol (CNC-Computer Numerical Control)[27]' bilgisayar programları aracılığıyla kesme, delme, yüzey işleme ve şekillendirme gibi işlemleri gerçekleştiren bilgisayar kontrollü işleme teknolojisidir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile bilgisayarlı sayısal denetim yöntemi günümüze kadar büyük gelişmeler kaydederek gelmiştir. Günümüzde CNC ile Robotlar[28] bir dizi işlemde iş birliği yapmakta olup malzeme işlemede, montajda, kaplama ve paketleme gibi çok çeşitli işlevsellik ile karmaşık görevlerde de seramik malzemesinde tercih edilmektedir. Ayrıca lazer teknolojisi de yaygın olarak kullanılmakta ve sürekli gelişim göstermektedir. Bunların yanı sıra malzemede yenilik olarak Nanoteknoloji kullanılarak üretilen seramik malzemeler olan Nano-Seramikler, geleneksel seramiklerden daha yüksek mukavemet, sertlik ve dayanıklılık özelliklerine sahip olup Nano boyuttaki partiküller, malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirebilir ve özel

[24]4DP kavramı ilk kez 2013 Teknoloji, Eğlence ve Tasarım (TED Technology, Entertaintment and Design) konuşmasında Skylar Tibbits[24] tarafından statik 3D baskılı nesnelere yeni bir kabiliyet olarak değişim faktörünün eklenmesi (buradaki değişim; insan etkileşimi olmadan parçaların kendi kendine dönüşmesi) ile zaman içinde şekillerini değiştireceği olarak tanımlanmıştır (Skylar Tibbits, 2013). Buradaki dördüncü boyut baskı; malzemelerin üretildikten sonra ek yetenek olarak şekil ve işlev değiştirmesi ile performans odaklı uygulamalara olanak sağlamaktadır (Campbell vd., 2014, s. 1).

[25]5DP, 3D baskıya kıyasla farklı bir yaklaşım sunar; nesneleri bir noktadan yukarıya değil, 5 eksen üzerinden yazdırarak çeşitli eksenlerde ve açılarda baskı alınmasını sağlamaktadır. Bu teknolojide, yazıcı kafası nesnenin formunu ve ana hatlarını takip etmek için 5 farklı açıdan hareket ederken, platform da hareket etmektedir. Bu hareketler, karmaşık tasarımları oluşturmak için gerekli olan düzlem ve eğrilerin oluşturulmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak, statik bir katmanda izlenen düz bir yolu değil, kavisli katmanlar oluşturularak karmaşık tasarımların nesneleştirilmesine olanak sağlamaktadır (Reddy ve Devi, 2018, s. 397).

[26]6DP ilk olarak 2021 yılında Georgantzinos S. K., Giannopoulos G. I. ve Bakalis P. A. tarafından yeni bir konsept olarak önerilmiştir (2021); baskı kafasının hareketini ve baskı yatağının belirli açılarda dönmesini içeren 5D baskı konseptini, zamana göre değiştirilmesine yol açan 4D baskı konseptiyle birleştirmek bu teknolojinin ana fikridir (s. 9).

[27]CNC, hareketleri bilgisayar sayısal kontrolü olarak bilinen makinanın sayısal komutlarla bilgisayar yardımıyla kontrol edilmesidir (Ford, 2016, s. 2). Sayısal kontrol, işlemlerin programlanabilir bir otomasyon yöntemiyle sayılar, harfler ve sembollerle yönetildiği bir süreci ifade etmekte olup bu teknoloji, NC adı verilen bir talimat programıyla belirli işlerin yapılması için kullanılmaktadır (Groover ve Zimmers, 1984, s. 133).

[28]Bir endüstriyel robot, belirli antropomorfik özelliklere sahip genel amaçlı, programlanabilir bir makinedir. Bir robotun en tipik antropomorfik veya insana benzer özelliği koludur. Bu kol, robotun programlanabilme kapasitesi ile birlikte makine yükleme, punta kaynağı, sprey boyama ve montaj gibi çeşitli üretim görevleri için idealdir. Robot, bir dizi mekanik hareket gerçekleştirmek üzere programlanabilir ve bu hareket dizisini, başka bir işi gerçekleştirmek üzere yeniden programlanana kadar defalarca tekrarlayabilir (Groover ve Zimmers, 1984, s. 231).

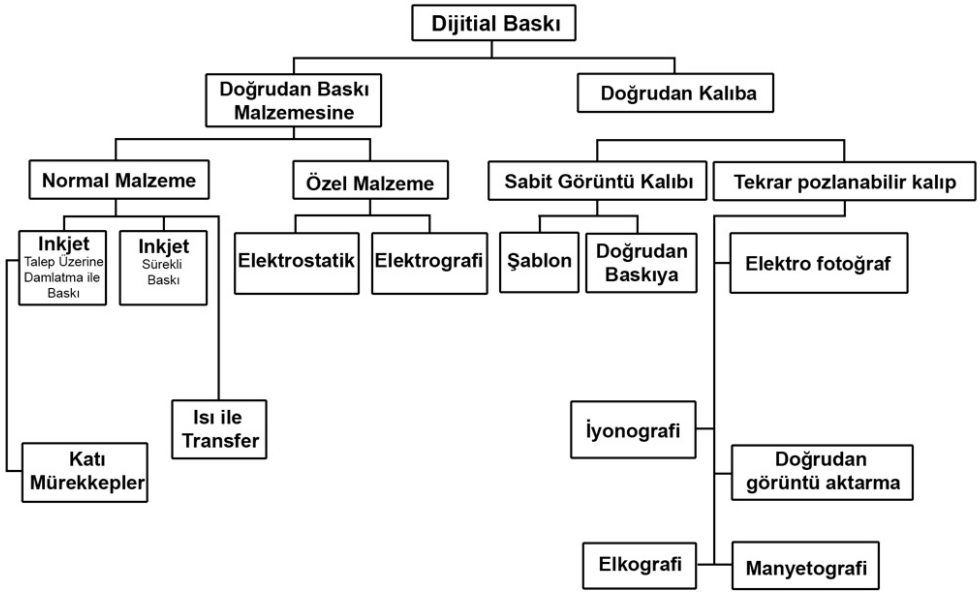
uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır. Bu tür ileri teknolojik seramikler günümüzde otomotiv endüstrisi, elektronik endüstrisi, enerji ve çevre endüstrisi, sağlık endüstrisi gibi farklı alanlarda kullanımı mevcuttur.

Bu çalışmada seramik malzeme odaklı olarak temassız yüzey işleme ve dekorlama teknolojileri ile sınırlandırılacak olup bu bölümde ileri teknolojik sistemler olarak seramik malzeme yüzeyinde desen uygulama teknolojileri olan dijital baskı teknolojisi inkjet ve lazer teknolojisi olacaktır. Bu çalışmada deneysellik, teknoloji olanakları ile yapılacağı için kullanılacak teknolojiler hakkında bilgilendirme yapılması amaçlanmıştır. Güncel örnekler ve iş akış süreçleri ile detaylandırılmıştır. İleri teknolojilerden temassız uygulama olanağı sunan dijital baskı teknolojileri, seramik malzemede yüzey desenleme özelinde kullanımı öncelikli olarak uygulanacak tasarımın dijitalleştirilmesi ile başlamaktadır. Bu süreç ise tasarımın seramik yüzeyine işlenecek motifleri, renkleri veya desenini içermektedir.

2.2. Dijital Baskı Teknolojileri:

Dijital kavramı, bir şeyi temsil etmek için sayıları kullanma prensibini içerir; bilgisayarlar da bu temsil biçimini kullanır. Normal bir görüntü, her bir örnek noktasını veya pikseli (resim öğesinin kısaltması, görüntü bilgisinin temel birimi) renk ve yoğunluk gibi belirli nitelikler açısından tanımlayan veya ölçen sayısal verilere (birler ve sıfırlar dizisi) dönüştürülür. Bu veriler depolanabilir, değiştirilebilir ve nihayetinde dijital baskı teknolojileriyle standart olarak görüntülenen bir görsel haline getirebilir (Johnson, 2005, s. 4). Dijital baskı teknolojisi, metin veya grafik içerikli belgelerin bilgisayar veya diğer dijital depolama cihazlarından sayısal biçime dönüştürülerek basılı malzeme üzerine aktarılma sürecini ifade etmektedir (Özer, 2008, s. 18). Dijital baskı, genellikle dijital verilerin bir veri havuzundan doğrudan veya dolaylı olarak baskı ortamına aktarılmasıyla gerçekleşir. Bugünün teknolojik ilerlemeleriyle, temas gerektirmeyen baskı gibi yeni yöntemler geliştirilmiştir; bu yöntemler, elektronik veya dijital baskı gibi çeşitli terimlerle anılır. Ancak, bu terimlerin kullanımındaki dilbilimsel karmaşayı gidermek amacıyla, bu anahtar kelimelerin tüm baskı yöntemlerini kapsadığı kabul edilerek, bunlar genel olarak “Dijital Baskı” terimi altında sınıflandırılmıştır (Goldman ve Kastner, 2005, s. 48). Dijital baskı teknolojisi sınıflandırılması (Tablo 1)’de sunulmuştur.

Tablo 1. Dijital Baskı Teknolojisi Sınıflandırması (Goldman ve Kastner, 2005, s. 49).



Seramik malzemesine yönelik dijital baskı teknolojileri önemli bir rol oynamaktadır. Dijital baskı teknolojisi, seramik malzeme üzerine desen, renk ve tasarımların doğrudan uygulanmasını sağlamaktadır. Geleneksel dekorasyon yöntemlerinde, seramik malzemelerin fiziksel özelliklerinden (yoğunluk, yüzey gerilim, partikül boyutu, viskozite, vb.) dolayı üzerinde sınırlı kontrol sağlanırken, dijital dekorasyon teknolojileri dijital efekt, dijital malzeme vb. kullanma yeniliği getirerek üretim verimliliğini arttırmıştır. Ürün ve üretim verimliliğinin artmasının yanı sıra seramik yüzey performansı geliştirilerek ürün geliştirme olanağı ile uygulama yeniliklerinin önü açılmıştır. Bu teknolojiler tek başına değil, geleneksel yöntemler ile birlikte de uygulanabilmektedir. Günümüzde seramik yüzeyine doğrudan dijital baskı teknolojisi olan mürekkep püskürtmeli baskı teknolojisi (inkjet) ve lazer teknolojisi ile yapılmaktadır. Bu teknolojiler, özellikle endüstride üretim süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve tasarım çeşitliliği ile de esneklik sağlamak için tercih edilen yöntemlerdir. Karmaşık desenler, renk geçişleri ve detaylı grafiklerin kolayca uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Otomasyon ve dijital kontroller, üretim süreçlerini optimize ederek üretim verimliliğini artırmaktadır.

2.2.1. İnkjet Baskı Teknolojisi

Dijital baskı teknolojisi olarak inkjet, her bir mürekkep damlasını (yani bırakılan malzeme) düzlemsel olmayan yüzeylere dahi bırakabilen temassız bir yöntem ve dijital bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Uygun bir baskı kafası[29] seçimi ile dijital veri biçiminde tutulan basılacak desen için mürekkep damlacıkları (yani malzeme), dijital veri olarak kontrol altında oluşturulur ve konumu değiştirilerek modüler veya ölçeklenebilir olabilmektedir (Hutchings ve Martin, 2013, s. 2-3). İnkjet teknolojisi, kapsamlı bir sistem olarak değerlendirilmelidir ve bir dizi farklı disiplini içerir. Malzeme bilimi, kimya, cihaz fiziği, sistem entegrasyonu, üretim mühendisliği, yazılım, makine mühendisliği ve elektronik gibi alanlardan gelen uzmanlık, bu teknolojinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bir araya getirilmelidir. Müşteriler, halen çeşitli uygulama zorluklarıyla karşı karşıya kalmaktadır ve mevcut üretim araçları, henüz tam anlamıyla tüm gereksinimleri karşılayacak düzeyde 7/24 süreçler için tamamen hazır olmayan sistemlerin varlığı oldukça yaygındır (Hudd, 2010, s. 16). Mürekkep püskürtme teknolojisiyle, yazıcı kafasından çıkan damlacıklar, işlem başlamadan önce seçilen konumlara hassas bir şekilde alt tabakaya yerleştirilir. Bu damlacıkların üretimi, düzenli ve tekrarlanabilir olduğundan, farklı yapıların oluşturulmasına imkân tanımakta olup bu damlacıklar, çeşitli yapıların temel bileşenleri olarak düşünülebilir. Bir çizgi, bazı durumlarda üst üste yerleştirilmiş veya görsel olarak sürekli bir çizgi oluşturacak kadar yakın bir şekilde konumlandırılmış damlacıkların düzenli bir dizisidir (Smith ve Stringer, 2016, s. 397). Mürekkep püskürtme teknolojisi, geniş bir uygulama yelpazesinde kullanılmıştır, bu uygulamalar arasında seramikler, metaller, polimerler ve hatta canlı hücreler gibi biyolojik materyallerin biriktirilmesi yer almaktadır (Hutchings ve Martin, 2013, s. 3).

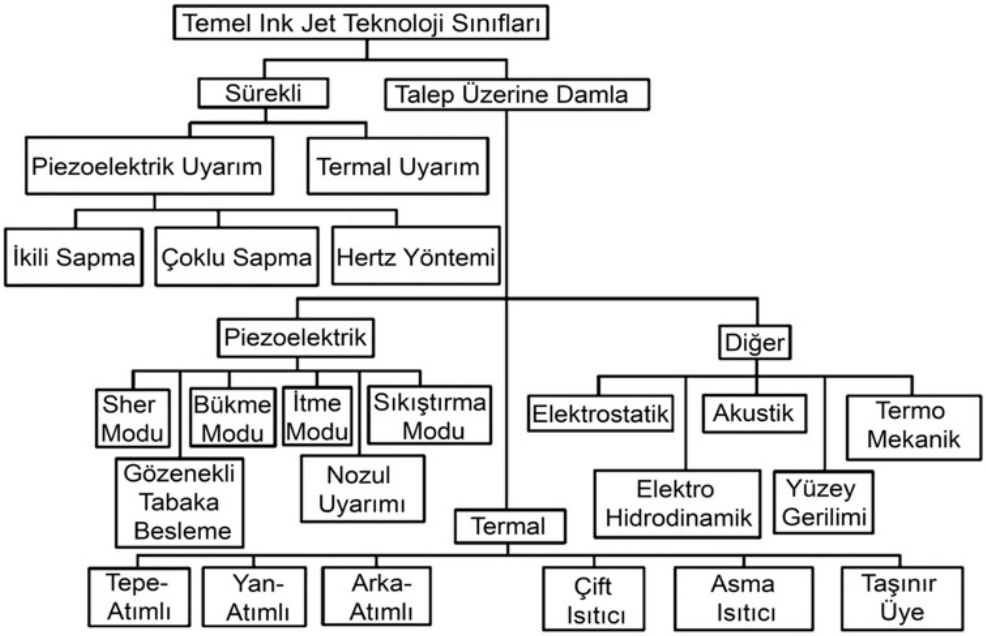
İnkjet teknolojisi teorik olarak basit bir yapıya sahiptir; yazıcı kafası, alt tabakaya küçük mürekkep damlalarını püskürtmekle görevlidir. Ancak pratikte, bu teknolojinin etkili bir şekilde uygulanması oldukça karmaşıktır ve bir dizi farklı disiplinden gelen becerilere ihtiyaç duymaktadır. Güvenilir işleyiş, her unsuru önemli olan eksiksiz bir sistemin dikkatle tasarlanması, uygulanması ve işletilmesine bağlıdır (Hudd, 2010, s. 3). Tüm bu süreçler, mürekkebin özellikleri, alt tabakanın özellikleri ve çevresel faktörler gibi çeşitli faktörlere büyük ölçüde bağımlıdır. Bunların altında yatan en temel süreç, gözeneksiz ve katı bir alt tabakanın, "basit" bir sıvı ile (örneğin, uçucu olmayan ve yüzey aktif maddeler içermeyen) ıslatılmasıdır. Bu temel süreç, gerçek baskı

[29]Baskı kafası, inkjet baskı sisteminde mürekkebin püskürtülmesi için birden fazla nozül içeren bölümüdür (Zapka, 2018, s. 874).

durumlarında karşılaşılan daha karmaşık süreçlerin anlaşılması için bir ön koşul oluşturur, bu nedenle önemlidir (Marmur, 2010, s. 43).

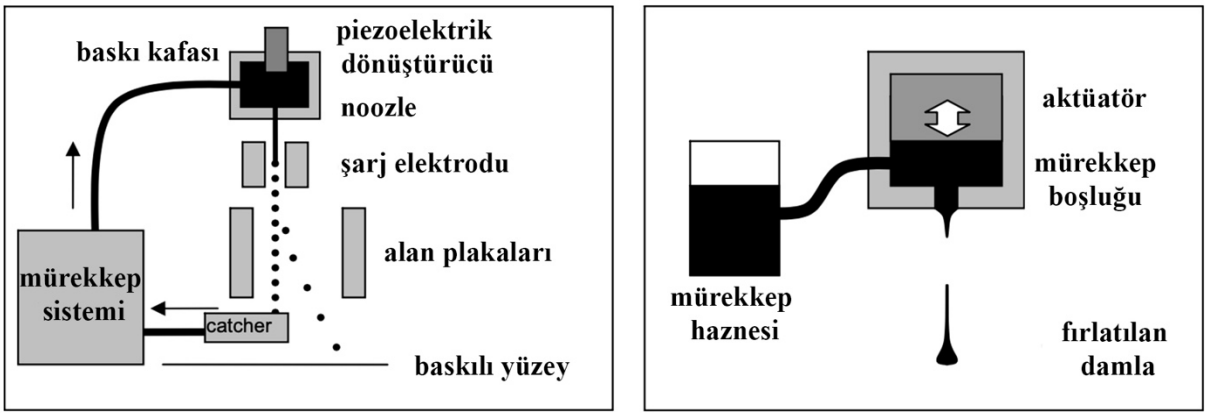
İnkjet teknolojileri, temelde bir baskı kafasından dijital olarak kontrol edilen sıvı damlalarının bir alt tabakaya püskürtülmesi şeklinde tanımlanabilir ve bu yöntem, çeşitli şekillerde uygulanmaktadır. İnkjet teknolojisi genellikle (i) Sürekli Mürekkep Püskürtmeli (CIJ- Continuous Inkjet) veya (ii) Talep Üzerine Damla Püskürtmeli (D0D- Drop on Demand) olarak sınıflandırılır ve her bir sınıflandırma altında farklı varyantlar bulunmaktadır (Hudd, 2010, s. 5). Mürekkep püskürtme teknolojilerinin ana sınıfları (Tablo 2)'de sunulmuştur.

Tablo 2. Mürekkep Püskürtme Teknolojilerinin Ana Sınıfları (Freire, 2006, s. 30).



CIJ baskı yönteminde, alt tabakaya basılacak damlalar genellikle elektrostatik bir yöntemle yönlendirilir. Sürekli akıştan ayrılan her damla, üzerinde bir elektrik yükü indüklenerek, sonrasında sabit bir elektrik alanından geçerek, alt tabaka üzerinde doğru konuma gelmesi için uygun miktarda yönlendirilir. Bu süreçte, yük taşımayan damlaların fazla mürekkebi geri dönüştürülmek üzere bir oluğa düşecek şekilde düzenlenir. Bu şekilde, tek bir püskürtme ucu, hareketli bir alt tabaka üzerinde metin veya görüntü oluşturmak için kullanılabilir. CIJ yöntemi ayrıca çoklu nozul konfigürasyonlarında da kullanılmaktadır; her bir jet, yazdırılan şerit boyunca bir piksel konumunu adresler. Basılı desen, damlaların tek tek nozullardan bir oluğa veya alt tabakaya düşerek, elektrik alanında yönlendirilerek veya başka yöntemlerle şekillendirilmesiyle oluşturulur. DOD baskı yönteminde ise damlalar doğrudan yönlendirilmez; her yazıcı kafasında bir dizi püskürtme ucu düzenlenir ve her bir damlanın alt tabakaya düşme konumu, damlanın alt tabaka ile olan göreceli

hareketi ve damla püskürtmenin zamanlaması tarafından kontrol edilir. Ayrıca, uygun nozulun seçilmesi de bu diziye dayanmaktadır (Hutchings vd., 2016, s. 5-6). CIJ baskı yöntemlerinin şematik diyagramları (Görsel 8), DOD baskı yöntemlerinin şematik diyagramları (Görsel 9)'da yer almaktadır.

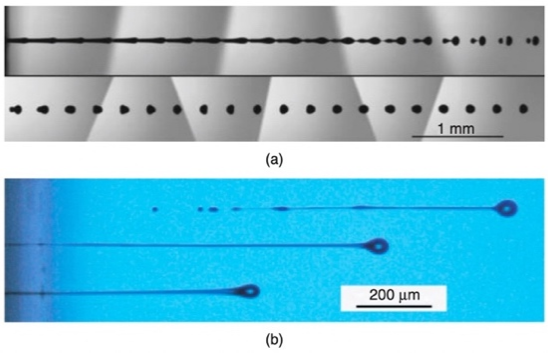


Görsel 8. CIJ Sürekli Mürekkep Püskürtmeli Yazıcının Şematik Diyagramı (Martin vd., 2008, s. 3).

Görsel 9. DOD Talep Üzerine Damla Püskürtmeli Yazıcı Kafasının Şematik Diyagramı (Martin vd., 2008, s. 4).

CIJ yönteminde, yalnızca bir kısmının baskı ortamına çarpmasına izin verilen sürekli bir mürekkep damlası akışı oluşturmak için basınçlı bir hazneden sürekli mürekkep akışının olduğu bir sistem olarak tanımlanırken DOD ise, her bir damlanın bir algoritmaya göre iletilmesi olarak tanımlanmakta olup yazıcı kafaları yalnızca gerektiğinde mürekkep damlaları üreten sistemdir (Zapka, 2018, s. 870). Mürekkep püskürtmeli baskıda kullanılan damla çapları 10 ila 100 μm[30], damla hacimleri ise 0,5 ila 500 pl[31] arasına karşılık gelir. Ayrıca damlaların alt tabakaya çarptığı noktada damlama hızları genellikle CIJ baskı için 10–30 m s^{-1} [32], DOD baskı için 5 – 8 m s^{-1}'dir (Hutchings vd., 2016, s. 5). CIJ ve DOD yöntemlerinde, sıvı genellikle bir nozül olarak adlandırılan küçük bir delikten akar. Bu iki yöntem arasındaki temel fark, nozülden geçen akışın doğasında yatmaktadır; CIJ'de akış sürekli iken, DOD'da akış dürtüseldir. CIJ yöntemi, alt tabakaya basılacak olanların sürekli bir damla akışı olarak seçildiği bir sistem sunar; ancak DOD baskıda mürekkep, nozülden yayılarak kısa bir jet oluşturur ve daha sonra bir damla haline gelmekte olup sadece bu damlanın oluşturulması gerektiğinde gerçekleşir (Martin ve Hutchings, 2013, s. 21). CIJ ve DOD baskıda soldan sağa doğru hareket eden sıvı jetlerinin görüntüleri (Görsel 10)'da sunulmuştur.

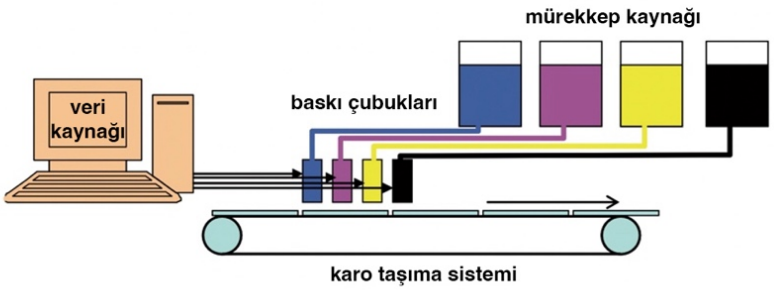
[30]Milimetrenin binde biri (1/1000 mm, 10^-3 mm) mikrometredir ve μm sembolü ile gösterilir.
[31] pl, pikolitre için kullanılan metrik sıvı ölçüsü birimidir.
[32] $m.s^{-1}$, hız için kullanılan birimdir.



Görsel 10. Soldan Sağa Doğru Hareket Eden Sıvı Jetlerinin Görüntüleri

(a) Sürekli Bir Jetin Damlalar Oluşturacak Şekilde Parçalanması.
(b) Talep Üzerine Damlama Sırasında Damla Oluşumu (Martin ve Hutchings, 2013, s. 22).

Seramik üretim süreci, genellikle hazırlama, şekillendirme, dekorasyon, kurutma ve fırınlama aşamalarını içerir. Örneğin, karo endüstrisinde, kil karışımı ile birlikte feldspat, kuvars ve diğer hammaddelerin kullanımı yaygındır. Bu hammaddeler, genellikle bir süspansiyon oluşturacak şekilde işlenir ve daha sonra sprey kurutma yöntemiyle preslenebilir granüller haline getirilmektedir. Püskürtülerek kurutulan granüller, daha sonra preslenerek karo haline getirilir ve işlem sürecine bağlı olarak ilk kurutma veya ilk fırınlama adımlarından birine tabi tutulur. Daha sonra, engoblar veya engob ve sır kombinasyonları, karoya uygulanarak mürekkep baskısı için bir taban oluşturur. Bu adım, serigrafi baskı, silikon rulo gravür baskı veya inkjet uygulaması gibi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Son olarak, estetik ve yüzey özelliklerinden sorumlu olan bir sır uygulanır ve mürekkepler bu sır yüzeyine uygulanır (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 357-358). Prensip olarak, seramik karoların dekorasyonunda mürekkep püskürtmeli baskının entegrasyonu oldukça basittir. Verimli bir şekilde karoların baskı makinesinden geçirilmesi, sürekli bir akışla tek geçişli bir işlem gerektirir. Bu tek geçişte, baskı makinesinin, dekore edilecek tüm yüzeylerde doğru renk yoğunluklarını güvenilir bir şekilde bırakması önemlidir (Hutchings, 2010, s. 8-9). Dört renkli tek geçişli baskıya yönelik tipik bir sistemin bileşenlerini şematik diyagramı (Görsel 11)'de sunulmuştur.



Görsel 11. Tek Geçişli ve Dört Renkli Mürekkep Püskürtmeli Karo Yazıcının Şematik Diyagramı

Mürekkep püskürtmeli baskının çeşitli özellikleri, üretim süreci açısından özellikle çekici kılmaktadır. Bu yöntem dijital bir süreç olduğu için, her bir ürün, küçük veya büyük değişikliklerle diğerlerinden kolayca ayrılabilir; özel ürünler, aynı tasarımın birden fazla kopyası kadar rahatlıkla üretilebilir. İşlem, baskı kafası ile alt tabaka arasında en az 1 mm mesafe ile gerçekleştirilebildiğinden, malzeme düzlemsel olmayan (pürüzlü veya dokulu) alt tabakalara uygulanabilir. Ayrıca, uygun bir baskı kafası ile çoklu malzeme kombinasyonları kullanılabilir ve mürekkep püskürtmeli baskı, diğer işlem adımlarıyla entegre edilerek sürece dahil edilebilir (Hutchings ve Martin, 2013, s. 2-3). Mürekkep püskürtmeli baskıda, baskı deseni, önceden tanımlanmış bir ana desenden değil, çok sayıda bireysel ve küçük mürekkep damlasının alt tabaka üzerinde aşamalı olarak birikmesiyle oluşturulur. Tipik olarak, 10 ila 100 mikron çapında her bir küçük damla, dijital kontrol altında oluşturulur ve biriktirilir. Bu sayede, aynı makine tarafından sırayla basılan her desen, birbirine benzer olabilir ancak tercih doğrultusunda diğerlerinden farklılıklar da gösterebilir (Hutchings vd., 2016, s. 1). Mürekkep püskürtmeli baskının dikkate değer bir özelliği, yazdırılan malzeme özelliklerin, yazıcı kafaları ile alıcı ortam arasında fiziksel temas olmadan oluşturulabilmesidir. Bu özellik, kırılgan veya yüksek derecede yapılandırılmış yüzeylerle çalışırken belirgin avantajlar sağlayabilir; ancak nokta yerleştirme doğruluğu açısından bazı kısıtlamalar getirebilir ve biriken damlaların üst üste gelme ihtimalini artırabilir (Hsiao ve Betton, 2016, s. 219). Günümüzde seramik malzemeye yönelik kullanılmakta olan inkjet baskı makinalarından örnekler (Görsel 12, 13, 14, 15, 16, 17)'de sunulmuştur.

Görsel 12. Tecnoferrari Dijital Baskı Makinası. Erişim: 4.12.2023, https://www.renishaw.es/es/revolution-in-ceramic-tile-printing-signals-renewed-demand-for-encoders--39754

Görsel 13. Durst-Group Seramik İnkjet Baskı Makinası. Erişim: 29.04.2021, https://www.durst-group.com/en/product-finder/product/gamma-dg

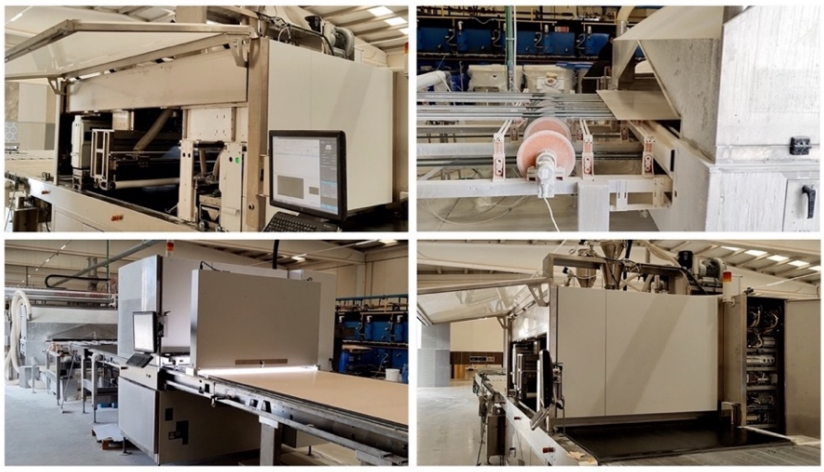
Görsel 14. Kingtau D1170-10 Seramik İnkjet Baskı Makinası. Erişim: 4.12.2023, https://www.kingtautech.com/Suitable-for-ceramic-inkjet-printing-tile-printer.html

Görsel 15. Efi Cretaprint M4 Dijital Baskı Makinası. Erişim: 4.12.2023, https://www.efi.com/products/inkjet-printing-and-proofing/ceramic-printers/efi-cretaprint-m4/overview/

Görsel 16. Sacmi DHD Dijital Baskı Makinası. Erişim: 3.12.2023, https://sacmi.com/en-US/Ceramics/Tiles/Decoration

Görsel 17. Kerajet Dijital Baskı Makinası. Erişim: 4.12.2023, https://kerajet.com/en/ceramic-printers/

Günümüzde seramik malzeme yüzeyine mürekkep, efekt, sır, yapıştırıcı gibi çeşitli malzemeler dijital baskı teknolojisi ile uygulanabilmektedir. Bu aşamada, tasarımın her bir detayı seramik yüzeyine istenilen grafik, damla mürekkep halinde aktarılır. Bu, çok hassas bir süreçtir ve tasarımın doğru bir şekilde uygulanması için grafik görselin yüksek çözünürlüklü olması gerekir. Dijital baskı ile mürekkep dahil sır uygulamaları da yapılabilmektedir ve seramik karo yüzeyine dijital baskı makinası uygulama aşaması (Görsel 18) ve (Görsel 19)'da sunulmuştur.



Görsel 18. Kerajet Seramik Karo Yüzeyine Dijital Baskı Uygulama Aşaması (Kişisel Arşiv).

Görsel 19. Durst Gamma DG Tek Geçişli Dijital Baskı Uygulama Aşaması. Erişim: 6.01.2024, https://www.youtube.com/watch?v=lOO5NMycei4

İnkjet teknolojisinin dekorasyon amaçlı kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, karo endüstrisi önemli bir teknolojik dönüşüm geçirmiştir ve bu dönüşüm, diğer seramik sektörlerine de yayılmıştır. Cam granüllerinin uygulanması için dijital yapıştırıcıların piyasaya sürülmesi ve geleneksel uygulama yöntemlerinin inkjet uygulamalarına adapte edilmesi gibi gelişmeler, karo endüstrisine yeni uygulama alanları kazandırmıştır. Ayrıca, su bazlı sistemlere yönelik bir eğilimle birlikte,

bahsedilen tüm uygulamalardaki potansiyel, geleceğin teknolojik, ekonomik ve ekolojik gereksinimlerini karşılamak üzere genişletilmektedir. Karo endüstrisinde elde edilen deneyimler ve teknolojinin daha da geliştirilmesi, seramik sektöründeki diğer uygulama alanları tarafından benimsenmiş ve yeni olanakların ortaya çıkmasına olanak tanımıştır (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 368). Örneğin sofra eşyası yüzey tasarımını destekleyen inkjet teknolojisi, son yıllarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Dijital baskı, sofra eşyalarının üzerine çeşitli desenlerin, resimlerin veya grafiklerin doğrudan basılmasını sağlayan bir teknoloji olarak geliştirilen renk alternatifleri ve farklı baskı teknolojileri ile tasarımcılara daha fazla seçenek sunmaktadır. Sofra eşyası yüzey tasarımında kullanılan dijital baskı makinası ve dijital baskı uygulanmış seramikler (Görsel 20)'de sunulmuştur.

Görsel 20. Kerajet Dijital Baskı Makinası ile Sofra Takımı Baskı Uygulama Aşaması. Erişim: 3.11.2023, https://www.youtube.com/watch?v=MaG8Mf_FCzI

2.2.1.1. Baskı Kafası, Mürekkep ve Efektler

Mürekkep püskürtmeli yazıcı, tatmin edici bir çıktı elde etmek için etkin bir şekilde çalışması gereken üç ana bileşene sahiptir ve bunlar; (i) baskı kafası, (ii) mürekkep, (iii) baskı ortamıdır (Freire, 2006, s. 29). Seramik karoların dekorasyonunda inkjet teknolojisi kullanan mevcut sistemler genellikle DOD talep üzerine damlatma prensibini benimsemektedir. Bu teknolojide, basınç darbesi üretmek için piezoelektrik, termal, elektrostatik veya akustik baskı kafaları kullanılabilir. Seramik dekorasyonunda en yaygın tercih edilen baskı kafaları genellikle piezoelektrik (PIJ) olanlardır (Sanz vd., 2011, s. 534). DOD mürekkep püskürtmede, damlalar yalnızca görüntü oluşturulması gerektiğinde serbest bırakılırken, PIJ'de, nozüldeki mürekkep haznesinin hacmi, bir piezoelektrik aktüatör[33] aracılığıyla hızla azaltılarak mürekkep damlası dışarıya itilir (Freire, 2006, s. 29-30). Belirli baskı uygulamalarının gerçekleştirilmesinde, baskı

[33]Bir mekanizmayı ya da sistemi kontrol eden veya hareket ettiren, elektriksel, termal, hidrolik, pnömatik gibi mekanik büyüklükleri harekete dönüştüren mekanizmalar aktüatör olarak adlandırılmaktadır (Orfa, 2022).

sisteminin tamamı yani baskı kafası, akışkanın (örneğin, mürekkep) püskürtüldüğü baskı kafasından ve püskürtülen damlacıkların yerleştirildiği alt tabaka dikkate alınmalıdır. Uygulamalar için, donanım seçimini ve uygulamanın yönlendirilmesini etkileyen sıvı kimyasının türünü belirleyen gereksinimler belirlenir (Hudd, 2010, s. 10). Günümüzde seramik malzemeye yönelik kullanılmakta olan inkjet baskı kafaları örnekleri (Görsel 21-24)'de sunulmuştur.

Görsel 21. Xaar 1003. Erişim: 10.01.2024, https://www.xaar.com/resource-centre/xaar-1003-printhead-family/

Görsel 22. StarFire SG1024 1C Seramik Baskı Kafası. Erişim: 10.01.2024, https://asset.fujifilm.com/www/tr/files/2020-05/21bb54484910e4cb129a8253e8906168/PDS00116.pdf

Görsel 23. Seiko Devridaim Baskı Kafası RC1536. Erişim: 10.01.2024, https://seiko-instruments.de/product/rc1536/

Görsel 24. Kyocera Kj4a Inkjet Baskı Kafası. Erişim: 10.01.2024, https://global.kyocera.com/prdct/printing-devices/inkjet-printheads/

Seramik mürekkep ise, seramik pigmentinin bir sıvı içinde homojen olarak dağılması sürecini ifade etmektedir. Bu sıvı kısım, pigmentlerin düzgün bir şekilde dağıtılmasını ve stabil bir mürekkep elde edilmesini sağlamak amacıyla, viskoziteyi[34] ve yüzey gerilimini[35] düzenleyen araçlar ve katkı maddeleri tarafından oluşturulur (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 361). Viskozite, mürekkebin temel bir özelliği olup, yazıcı kafası spesifikasyonları genellikle belirli yüzey gerilimi veya pH özelliklerini talep etmektedir. Mürekkebin reolojik ve fiziksel özellikleri, formülasyonun temel belirleyicisidir; çünkü bir inkjet sistemi tarafından kabul edilebilirliği değerlendirilirken, belirli hedeflere ulaşılması gerekmektedir. İnkjet mürekkepleri genellikle ince partiküllerden oluştuğundan, partikül boyutunda tutarlılık ve sıvı içinde stabilite sağlanması öncelikli öneme sahiptir (Bale, 2018, s. 33). Üretim aşamasında öncelikle bu süreçte kullanılabilecek doğru reolojik özelliklere sahip olmaları gerekir; yani basılabilir olmaları gerekir. Bunun yanı sıra yüzeye uygulandıktan sonra istenen son renkleri göstermeleri gerekmekte olduğundan seramik mürekkepleri bu tür önemli kriteri karşılaması gerekir. DOD sisteminde, yazıcı kafaları genellikle yazdırma sıcaklığında 8 ila 25 mPa s[36] aralığında viskoziteye sahip bir mürekkep gerektirir, ancak bazı kafalar 100 mPa s kadar yüksek viskozitelere sahip mürekkepler yazdırabilir. Yazıcı kafası ve mürekkep sıcaklıkları genellikle istikrarlı ve doğru viskozite değerlerini korumak için yazıcıda

[34]Seramik boyaların, çamurların ve sırların akışkanlık özelliği viskozite olarak tanımlanmaktadır (Sevim, 2007, s. 156).
[35]Sıvıların yüzey alanlarını arttırmaya yönelik gösterdikleri direnç yüzey gerilimi olarak tanımlanmaktadır (Hutchings vd., 2016, s. 6-7).
[36]mPa.s, miliPaskal saniye bir sıvının viskozitesini ölçmek için kullanılan birimdir.

dijital olarak kontrol edilmektedir (Hutchings, 2010, s. 10). Mürekkeplerin her uygulama için CIJ/TIJ/PIJ kafaları arasındaki farklılıklar nedeniyle baskı sisteminin uyumluluğu kritik bir hususdur. Alt tabakanın kendisi ve tolere edebileceği kurutma derecesi göz önünde bulundurulmalıdır (Bale, 2018, s. 31).

Son yıllarda seramik baskı mürekkepleri, özellikle karo endüstrisinde odak noktası haline gelmiştir. Bu mürekkepler, temel olarak inorganik pigmentlerin bir solvent karışımında bulunmasına dayanmaktadır. Ancak, bu baskı mürekkepleri, ilgili uygulamalar için giderek daha fazla optimize edilmekte ve özel yeni uygulamalar geliştirilmektedir (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 357). Seramik malzemeye yönelik kullanılan Akcoat firması *Lessbox*[37] mürekkep örneği (Görsel 25)'te sunulmuştur.

Görsel 25. Akcoat İnkjet Mürekkep Örneği.

Erişim: 10.05.2024, https://hinojosagroup.com/en/products/paints-and-chemicals/

Seramik mürekkeplerin kimyasal kararlılığı, baskı kafalarının performansını önemli ölçüde etkileyen bir hususdur. Katı maddelerin baskı kafası içinde çökelmesi, nozüllerin tıkanmasına neden olabilir ve bu da baskı kafalarının işlevselliğini kısıtlayıcıdır. Ayrıca, partiküllerin yüksek sertlikleri sebebiyle nozüllerde ciddi aşınma meydana gelebilir, bu da teknik uygulamalarda baskı kafalarının ömrünün kısalmasına yol açmasına sebep olmaktadır. Seramik pigmentler genellikle oldukça büyük partiküllerden oluşur ve renk etkileri organik pigmentlere kıyasla daha az belirgindir, bu nedenle seramik yüzey üzerinde daha yüksek bir pigment konsantrasyonu gerektirir. Seramik pigmentlerin bir sonraki pişirme adımında sinterlenmesi gereklidir. Bu süreç, partiküllerin genellikle 850-1150 ^{0}C arasında değişen sıcaklıklara dayanmasını ve kaplamanın seramik alt tabakaların, örneğin karoların emaye sırlarınınkine benzer erime ve termal özelliklerine sahip olmasını gerektirir (Güttler ve Gier, 2010, s. 320). Dijital baskı işlemi sırasında, sırlı karolar gibi yüzeylerde su buharının (önceki uygulamalardan kaynaklanan sıvı sırlardan) buharlaşması, nozul

[37]"Lessbox, seramik endüstrisinde yaygın olarak kullanılan inkjet mürekkep paketleme olarak *Akcoat* ve *Hinojosa Packaging Solutions* tarafından geliştirilen bir sürdürülebilir ambalaj projesidir. Bu proje, çevre dostu bir yaklaşımla tasarlanmış olup, esnek bir torba içine yerleştirilen kolayca ayrılabilen bir kutudan oluşmaktadır (İHA, 2022).

plakalarında veya mürekkep özelliklerinde istenmeyen etkilere yol açabilir. Bu nedenle, buharın mümkün olduğunca azaltılması, dijital yazıcılar tarafından ulaşılan sırlı karolarda dijital baskı işlemi sırasında önemli bir hedef haline gelmiştir. Ayrıca, mürekkebin uygulandığı yüzeyin gözenekliliği, nem içeriği, sıcaklık, kalınlık gibi faktörlerin çok çeşitli olabileceği ve tüm bunların baskı kalitesini ve nihai sonucu etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (R&D Colorobbia Department, 2018, s. 152).

İnkjet baskı teknolojisi, geniş formatlı görüntü reprodüksiyonu ile birlikte seramik dekorasyon ve diğer küçük ila orta hacimli grafik baskı uygulamaları için gelişmiş bir süreç olmuştur (Hsiao ve Betton, 2016, s. 219). Son dönemde, seramik baskı mürekkepleri özellikle karo endüstrisinde önem kazanmıştır. Bu mürekkepler genellikle inorganik pigmentlerin bir solvent karışımında kullanılmasına dayanmasına rağmen, uygulama alanlarına yönelik optimize edilmiş formülasyonlar geliştirilerek ve yeni kullanım alanları araştırılarak sürekli olarak iyileştirilmektedir. Seramik baskı mürekkepleri, duvar karoları, yer karoları ve dekoratif unsurlar gibi farklı alanlarda kullanılır. Bu mürekkepler, sürekli üretim sürecinde duvar ve yer karoları için tek geçişli makinelerle uygulanarak gerekli verimliliği sağlamakta olduğundan öncelikli tercih edilmektedir. Sistem genellikle sekiz veya daha fazla baskı kafası içerir ve çeşitli efekt mürekkepleri kullanılarak seramik yüzey üzerinde ek bir estetik katma değer sağlanır. Bu efektler, üreticilerin ürünlerini çeşitlendirmesine olanak tanımaktadır. Günümüzde tek geçişli proseste sürekli üretim sayesinde, basılan karo alt tabakasına bağlı olarak 2000 mm'ye kadar baskı genişlikleri mümkündür. Hat hızı 20- 70 m/dak arasında değişmektedir (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 357- 358).

Renkli mürekkeplerin karo dekorasyonunda kullanılması yeni bir yöntem olarak kabul edildikten sonra, üreticiler inkjet teknolojisi için bu tür efektleri talep etmeye başlamışlardır. Renkli mürekkeplerin pigmentasyonu genellikle inorganik oksitlerden kaynaklanırken, istenen efekti elde etmek için efekt mürekkepleri sırlar, fritler, özel hammaddeler ve metalik oksitler veya bunların karışımlarını kullanılır. Günümüzde, dijital baskı için uygulanan en önemli efektler arasında mat, parlak, reaktif ve metalik efektler bulunmaktadır (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 362). Örneğin 2005 yılında dijital inkjet dekorasyona yönelik İnkcid mürekkepleri için İspanyol Seramik ve Cam Derneği tarafından *"Alfa de Oro 2005"*[38] ile ödüllendirilmiş olan Torrecid[39], Chromacid ve Keramcid dijital mürekkepleri geliştirmiş olup, tek ve/veya çift fırınlanmış karolar üzerinde seramik efektleri ile, seramik karo üreticilerinin pazara sunabileceği ürün ve nihai proje yelpazesinin genişletmektedir. Bunlardan en önceliklileri şeffaf parlaklık, opak parlaklık, mat

[38] Ceramic World Web (t.y.). *Alfa de Oro*. Erişim: 17.03.2024, https://ceramicworldweb.com/en/tag/alfa-de-oro
[39] Torrecid (t.y.). *Experience.* Erişim: 17.03.2024, https://www.inkcid.com/en/experience/

şeffaf, mat opak, mat yarı opak, kromatit efektlerdir (Torrecid, 2024). Torrecid firmasına ait Chromacid mürekkep (Görsel 26)'da ve Keramcid dijital mürekkep görseli (Görsel 27)'de sunulmuştur.

Görsel 26. Torrecid Chromacid Mürekkepler. Erişim: 4.12.2023, https://www.inkcid.com/en/chromacid/
Görsel 27. Torrecid Keramcid Dijital Mürekkepler. Erişim: 4.12.2023, https://www.inkcid.com/en/keramcid/

Yine aynı şekilde bir diğer boya ve efekt üretici firması olan Colorobbia firması tarafından, duvar ve yer karolarına yönelik ETR[40], SPS[41], AIR[42] mürekkep serilerini geliştirmiştir. ETS serisi, her seramik teknolojisinde (duvar karolarından yer karolarına ve büyük ebatlara kadar) tüm ihtiyaçları karşılamak amacıyla yoğunluk, ton ve renk gamı açısından geniş bir yelpaze sunmak için, SPS serisi ise daha gelişmiş materyal efektleri ve sırlar ve/veya sıcaklık ile daha geniş bir uyumluluk yelpazesi elde edilmesi temelinde yeni nesil yüksek yerleşimli baskı kafalarına uyacak şekilde tasarlanmış olup sırlarla suya dayanıklılık gibi yeni efektlerin yaratılmasında esneklik sağlamaktadır. Hava dostu mürekkep olarak nitelenen AIR serisi ise özellikle büyük ebatlı seramik karolar için düşük atmosferik emisyonlara sahip mürekkep serisidir. AIR serisi çevre ve insan sağlığı koruma politikaları temelinde firma tarafından tehlikeli olarak sınıflandırılmamakta ve koku emisyonları açısından düşük bir etkiye sahiptir (Colorobbia, t.y.). Colorobbia firmasına ait olan C-inks ETR- SPS- AIR serilerinin uygulama örnekleri (Görsel 28,29,30)'da sunulmuştur.

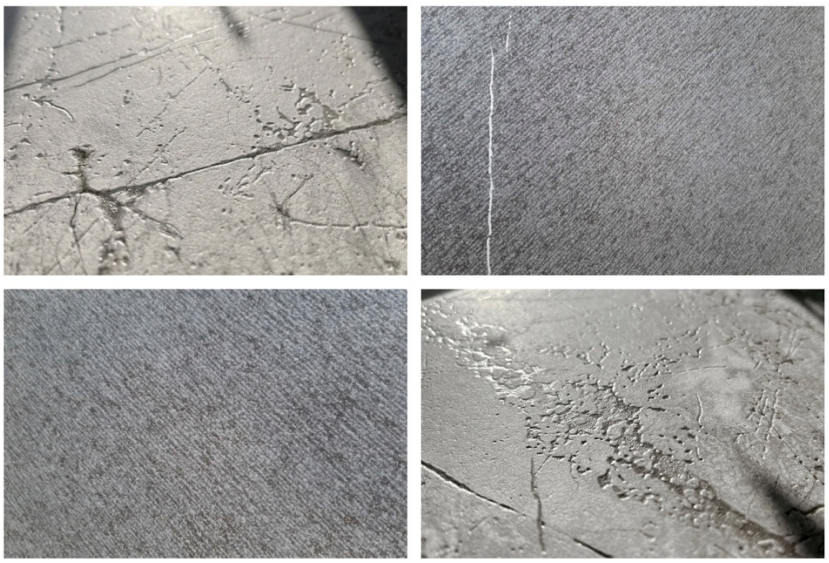
[40] Colorobbia (t.y.). *C-inks/ETR-Series.* Erişim: 18.03.2024, https://digital.colorobbia.com/en/c-inks/etr-series/
[41] Colorobbia (t.y.). *C-inks/SPS-Series.* Erişim: 18.03.2024, https://digital.colorobbia.com/en/c-inks/sps-series/
[42] Colorobbia (t.y.). *C-inks/AIR Series.* Erişim: 18.03.2024, https://digital.colorobbia.com/en/c-inks/air-series/

Görsel 28. Colorobbia C-inks ETR Serisi. Erişim: 28.01.2024, https://digital.colorobbia.com/en/c-inks/etr-series/
Görsel 29. Colorobbia C-inks SPS Serisi. Erişim: 28.01.2024, https://digital.colorobbia.com/en/c-inks/sps-series/
Görsel 30. Colorobbia C-inks AIR Serisi. Erişim: 28.01.2024, https://digital.colorobbia.com/en/c-inks/air-series/

İtalya merkezli küresel firma olan Sicer SPA firması tarafından geliştirilen ve üretilen geniş dijital ürün yelpazesi arasında, 1000-1050 °C arası yüksek sıcaklıklarda dijital dekorasyon için mürekkepler benzersiz renk alternatifleri sunmaktadır (Görsel 31). Firmanın, herhangi bir astar kullanılmasını gerektirmeyen yenilikçi bir pigmentli mürekkep serisi olan Dijital Deko mürekkepleri ile tonalitesi 750 °C ile 850 °C arasındaki sıcaklık aralığında maksimum parlaklığa ulaşmakta olup son derece tanımlı ve ayrıntılı süslemeler oluşturmaya olanak tanımaktadır (Görsel 32). UV teknolojisine sahip bu yeni dijital mürekkep serisi, ağırlıklı olarak çıkartma uygulaması kullanan sofra takımı sektörünün özel ihtiyaçlarından yola çıkılarak geliştirilmiş, Uygun bir astarın kullanılmasıyla, zaten vitrifiye edilmiş yüzeylerde dekorasyon yapabilen geniş mürekkep yelpazesi, düz ve yapılandırılmış yüzeylerde belirli şekil ve renklere sahip görüntülerin çoğaltılmasında da farklı alternatifler sunmaktadır. T-DEK UV teknolojisine sahip bu yeni dijital mürekkep serisi, 1050 ila 1250 ° C arasındaki sıcaklıklarda “sır içi” bir dekorasyon elde etmek amacıyla, çoğunluklu düz yüzeylere doğrudan baskı için de kullanılmaktadır (Görsel 33). (Sicer, t.y.).

Görsel 31. Sicer SPA 1000-1050 °C Dijital Dekorasyon İçin Mürekkepler ile Uygulama Örneği. Erişim: 04.05.2024, https://www.sicerceramicsurfaces.com/product/inks-for-digital-decoration-vitrified-surfaces/
Görsel 32. Sicer Deko Inks 750-850 °C Pişirime Uygun Pigmentli Mürekkep Serisi. Erişim: 04.05.2024, https://www.sicerceramicsurfaces.com/product/inks-for-digital-decoration-vitrified-surfaces/
Görsel 33. Sicer SPA Sofra Eşyası Dijital Baskı Uygulama Örneği. Erişim: 03.05.2024, https://www.sicerceramicsurfaces.com/product/t-ink-digital-decoration-tableware-ceramic-decoration/

Son yıllarda, seramik karo dekorasyon teknikleri çeşitli faktörlerin etkisi ile önemli ölçüde gelişmiştir. Bir yandan, yeni estetik yüzeylere sahip ürünlerin piyasaya sürülmesi, mevcut ürün yelpazesinin genişletilmesi gerekliliğini doğurmuş ve bu da yeni dekorasyon sistemlerinin gelişimini teşvik etmiştir. Diğer yandan, çevresel faktörler, yeni uygulama sistemlerinin geliştirilmesini veya mevcut olanların temizlenmesini ve atık miktarının azaltılmasını teşvik etmiştir. Son olarak, ekonomik faktörler, yüksek kaliteli ürünlerin mümkün olan en düşük maliyetle geliştirilmesini süreç içerisinde sürekli olarak teşvik etmektedir (Sanz vd., 2011, s. 532). Mürekkep formülasyonlarındaki iyileştirmeler ve gelişmeler yoğun araştırma konusu olmuştur ve seramik dekorasyonuna yönelik mürekkeplerin tüm üretim sisteminin temel bir bileşeni olarak değerlendirilmesi önemlidir, çünkü en iyi sonuçlara ulaşmak için bunların yalnızca baskı kafalarının yanı sıra döşeme bileşenlerine ve genel pişirme süreçleri gibi birçok bileşen etki etmektedir (Hutchings, 2010, s. 11). Örneğin, İspanya merkezli Vetriceramici firması, teknolojik ilerlemeleri, işlevsel ve dekoratif uygulama ile birleştirmiş olup, *FEELink* serisi ile, dijital baskı sürecinde önemli gelişme göstermiştir. Yeni dijital malzemelerin araştırılması ve geliştirilmesi, giderek daha karmaşık ürünlerin oluşturulması için ideal bir kombinasyon oluşturmuştur. Bu bağlamda, üretimde yüksek estetik performans elde etmek için kullanılan malzemelerin özellikleri belirleyici olmaktadır. Dijital malzeme uygulamaları, 3 boyutlu yüzey efektlerinin geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi yoluyla dönüşüme uğramaktadır. Alçak ve yüksek rölyefler, seramik makine teknolojisi ve malzemelerinin kullanımı, sırlar ve engoblar üzerinde dijital uygulamalarla özel olarak gerçekleştirilmektedir (Vetriceramici, t.y.). Vetriceramici *FEELink* baskılı seramik karo uygulama örnekleri (Görsel 34)'de sunulmuştur.



Görsel 34. Vetriceramici FEELink Seramik Karo Uygulamaları. Erişim: 3.01.2024, https://www.vetriceramici.com/dont-look-itelink/

Seramik sektörü gibi endüstrilerde, özellikle fırınların karmaşık değişken özellikleri ve kullanılan doğal malzemelerin çeşitliliği nedeniyle üretim koşulları önemli ölçüde değişmektedir. Renk sapmaları, dekor baskı gibi uygulamalarda insan gözü tarafından hemen fark edilebilir olduğundan, renk tutarlılığında yalnızca küçük toleranslar kabul edilmektedir. Malzemenin ve bileşiminin kendisi, kaynaklara bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir, bu da üretim takibinde belirli bir tasarımın yeniden üretimini daha da karmaşık hale getirmektedir. Genel olarak, seramik ürünlerin renk tutarlılığını sağlamak, değişen doğal malzemelerin ve örneğin 800- 1400 ^{0}C arasında değişen bir pişirme prosesi gibi karmaşık üretim süreçleri nedeniyle önemli bir zorluktur (Kirschner vd, 2022, s. 1077). Pişirme sürecinde, mürekkebin organik kısmı yanar ve geriye sadece pigment/madde kalır. Bu pigment veya madde, sırlarla kimyasal ve fiziksel olarak etkileşime girer, bu etkileşim çoğunlukla (i) pigmentin yapısı (bileşim, boyut, vb.), (ii) sırın yapısı (bileşim, boyut, vb.), (iii) pişirme koşulları ve (iv) grafik tasarım özelliği (mürekkep miktarı, damla boyutu, vb.) faktörlerine bağlı olmaktadır (R&D Colorobbia Department, 2018, s. 158). Değişken faktörler sebebi ile yüksek renk doygunluğuna sahip görüntüler elde etmek ve daha geniş bir renk gamının gerçekleştirilmesi, inkjet ile dekorasyon uygulamasında ele alınması gereken önde gelen zorluklardandır. Uygulanacak grafik görüntülerin, yüksek renk doygunluğunu sağlama kabiliyeti ve daha geniş bir renk gamının elde edilmesi, inkjet teknolojisinin seramik dekorasyonunda karşılaşılan temel zorluklardan biridir. Geleneksel seramik pigmentlerinin tüm kristal yapıları, bazılarının boyutunun renk kaybı olmadan mikron altı ölçeğin altına düşürülememesi nedeniyle inkjet baskıda kullanılamaz. Pigmentin kristal yapısı, son partikül boyutunu ve nihai renk gelişimini belirlemektedir. Ayrıca, seramik pigment kristal yapılarının tümü, sırların veya alt tabakaların pişirilmesi sırasında ortaya çıkan sıvı fazların kimyasal korozyonuna dayanamaz. Bazı durumlarda,

pigment boyutunun küçültülmesi ve spesifik yüzey alanının arttırılması, bu yapıların fırınlama sırasında kimyasal korozyona dayanamayacağı ve renk kaybına neden olacağı anlamına gelmektedir (Sanz, vd., 2012, s. 050402- 5-050402-7). Burada bir diğer hususta, zorluklar genellikle frit, feldspat, kil, kuvars, kaolin, silika, kimyasallar vb. gibi değişen ve standartlaştırılmamış hammaddelerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, mürekkep uygulandıktan sonra parametrelerinin kısmen renk gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu (örneğin, presleme, kaplama, kurutma, fırınlama gibi) karmaşık ve zorlu bir üretim sürecinde önemli etkendir. Dolayısıyla bu süreçte farklı bileşimler ve formatlar, farklı fırınlar için farklı renk profilleri gerektirir. Ayrıca standart olmayan mürekkep setleri (yani CMYK'den farklı), konfigürasyonlar, efekt mürekkepleri ve renkler karmaşıklığı artırmaktadır. (Kirschner vd., 2022, s. 1077-1078). Pigment bileşimi, genellikle doğal hammaddelerden oluştuğundan ve bu hammaddelerin yerel kaynakları ve proses teknolojisi farklılıkları nedeniyle büyük ölçüde değişebildiğinden, fırınlama sıcaklığı ve süresi kullanılan hammaddelere göre ayarlanır. İlgili engoblar ve sırlar için kullanılan hammaddelerle birlikte fırınlama süreci, mürekkebin renk gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, her üretim süreci ayrı ayrı değerlendirilmeli ve gereksinimlere göre ayarlanmalıdır. Örneğin, parlak bir sır seçildiğinde, mat bir sırdan farklı bir renk gelişimi ve renk aralığı gözlemlenebilir. Prosesle ilgili uygun renk profilleri ve uygun renk yönetimi yazılımı, istikrarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar için önemlidir. Temel olarak, seramik baskı mürekkepleri için en iyi sonuçları elde etmek için alt tabaka ve nihai fırınlama işlemi kombinasyonu dikkate alınmalıdır. Uygulamaya bağlı olarak, pigmentlerin ve cam fritlerin özel seçimi ve kombinasyonları ile mürekkebin sıvı fazı ve ilave kimyasal katkı sistemleri, baskı mürekkebinin ilgili teknik özelliklerini belirleyen unsurlardır (Martinez ve Rudersdorf, 2022, s. 358).

İnkjet teknolojisi, bir dizi önemli avantaj sunmaktadır. Bunlar arasında dijital bir işlemin tam esnekliği de bulunmaktadır. Ayrıca, temas etmeyen bir süreç olarak, bu teknoloji düzlemsel olmayan yüzeylere, ıslak yüzeylere ve önceden basılmış yüzeylere damlacık biriktirme yeteneğine sahiptir (Martin ve Wills, 2016, s. 421). Bunların yanı sıra inkjet teknolojisinde baskı temasının olmamasından kaynaklı rölyefli parçaların yüzeyine baskı yapılabilmesi, aynı süreçte parçanın kenarlarının dekore edilebilmesi, geleneksel sistemlere kıyasla daha az miktarda sarf malzemesine ihtiyaç duyulması, daha fazla çeşitlilikte tasarım elde edilebilmesini sağlayan tasarım değişikliği kolaylığı, tasarımın çevrimiçi olarak kolayca düzeltilebilmesi, daha fazla üretim ve renk kontrolü, basit ürün özelleştirmesi ve daha kısa ürün geliştirme süreleri gibi avantajlar sayılabilmektedir (Sanz vd., 2011, s. 534). Ayrıca, inkjet teknolojisinin avantajları arasında sınırsız tasarım olanakları ve bir tasarımdan diğerine anında geçiş, tasarım oluşturma süreciyle ilişkili sermaye gereksinimini önemli ölçüde azaltması sayılabilir. Yüksek esneklik ve üretkenlik, hızlı yatırım geri dönüşü ve

daha kısa pazara sunma süresi gibi avantajlar da mevcuttur. Ölçeklenebilir baskı kalitesi, baskı çözünürlüğü ve tonlamalı baskı ile büyük ebatlara baskı yapılması avantajı barındırır. Ayrıca, değerli mürekkeplerin israfının azalması (özellikle fonksiyonel mürekkepler için), daha düşük mürekkep tüketimi ve biriktirilen mürekkep hacminin hassas kontrolü de dikkate alınabilir (Zapka, 2018, s. 3).

İnkjet teknolojisi, sürekli olarak gelişen ve ilerlemeler kaydeden bir alandır. Bu nedenle, literatürün hızla eskiyebileceği beklenen bir durumdur. Şu anda veya yakın gelecekte, orijinal patentlerin birçoğunun sona erecek olması önemli bir faktör olup, teknolojinin çeşitli alanlarına, baskı kafaları da dahil olmak üzere yeni girişimciler için bir teşvik olabilmektedir. Bu durum, gelecekte pazarda yeni oyuncuların ortaya çıkabileceği ve bu da yeni konseptlerin ortaya çıkmasına ve fiyatların düşmesine olanak sağlayabileceği anlamına gelmektedir (Ujiee, 2006, s. 49). Günümüzde, inkjet teknolojisinin geleceğini şekillendirebilecek çeşitli gelişmeler yaşanmaktadır. Bu konuda mevcut veya yakın gelecekte sona erecek olan orijinal patentlerin varlığı önemli bir etken olmasının yanı sıra özellikle baskı kafaları gibi teknolojinin çeşitli alanlarına yeni girişimler için bir teşvik oluşturmakta olup gelecekte pazarda yeni yöntemlerin ortaya çıkmasına ve bu da yeni fikirlerin geliştirilmesine ve fiyatların düşürülmesine olanak sağlaması öngörülmektedir (Freire, 2006, s. 49).

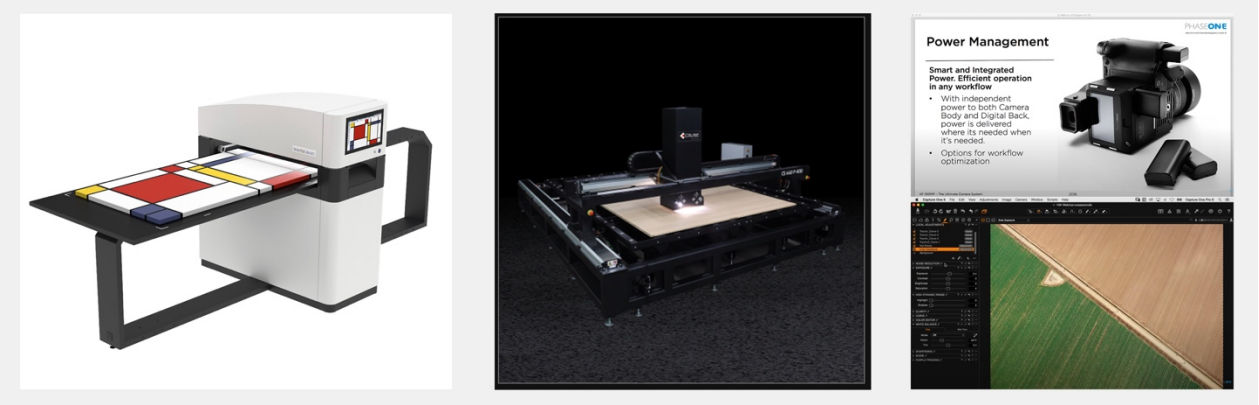
Seramik malzemeye yönelik dijital baskı teknolojisi, geleneksel seramik üretim yöntemlerinden farklı bir yaklaşımı temsil eder. Bu teknoloji, bilgisayar tabanlı sistemler ve dijital baskı makineleri kullanarak karmaşık desenlerin ve tasarımların seramik yüzeylerine doğrudan uygulanmasını sağlamaktadır. Bu sürecin temel adımlarını öncelikli olarak tasarım oluşturma ve dijital baskı makinasına aktarma süreci oluşturmaktadır. İlk adım, dijital olarak baskılanacak görüntü tasarımının bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları kullanılarak oluşturulmasıdır. Tasarım, belirli bir projenin gereksinimlerine veya müşteri taleplerine göre belirlenir. Bu aşamada, renkler, desenler ve ölçekler gibi detaylar da belirlenmektedir.

2.2.1.2. İnkjet Baskı Sistemine Yönelik Dijital Görüntü Tasarımı ve Görüntünün Renk Yönetimi

İnkjet teknolojisinde, dijital mürekkep püskürtmeli baskı kafaları rölyefli yüzeyler de dahil olmak üzere tüm seramik, porselen, teknik granit vb. yüzeylere işlem yapılabilmekte olup estetik değeri arttırıcı bir özelliğe sahiptir. Bu teknoloji ile cephe kaplama sektörüne yönelik karolar ile sofra ve süs eşyaları yüzeylerinde sadece boya değil aynı zamanda özel efektler ve sırlarda uygulanmaktadır. Yüzey dekorlamaya yönelik kullanılan inkjet baskı makineleri, çeşitli desenlerin, renklerin ve detayların yüksek kalitede basılmasını sağlamaktadır. Bu teknoloji, seramik yüzeyler üzerine görüntülerin doğrudan baskıya olanak vermesinin yanı sıra karmaşık tasarımlar ve resimler

oluşturularak ürünlerin estetik açıdan çeşitlendirilmesine ve kişiselleştirilmesine olanak tanımaktadır.

Görüntünün oluşturulması ve işlenmesi için öncelikle verilerin dijital ortama aktarılması gerekmektedir. Bu süreçte yüksek çözünürlüklü tarayıcı, fotoğraf makinaları ve görüntü düzenleme yazılımları kullanılarak görsel veriler sayısal ortama kaydedilebilmektedir. İhtiyaç ve mevcut ekipmanlara bağlı olarak bu yöntemlerden bir veya birkaçı kullanılabilmektedir. Tarayıcı ve kamera sistemi ile kullanılan yazılım örnekleri (Görsel 35, 36, 37)'de sunulmuştur.

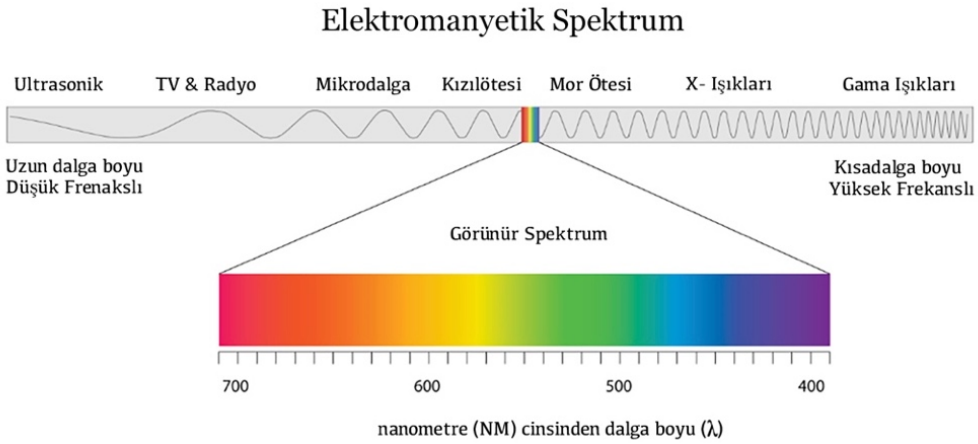


Görsel 35. Limeks Teknoloji, WideTEK 36ART-600 Tarayıcı. Erişim: 7.01.2024, https://www.limeksteknoloji.com/urunler/widetek-36art-600/
Görsel 36. Cruse Portal Tarayıcı. Erişim: 7.01.2024, https://crusescanner.com/en/a-new-milestone-for-scanning-oversized-originals/
Görsel 37. Capture One Pro 9 Phase One XF Kamera Sistemi ve İş Akışı İncelenmesi. Erişim: 9.01.2024, https://www.youtube.com/watch?v=CpUocz5LgBw

Bu makinelerin çözünürlük kapasitesi göz önüne alındığında, kullanılacak teknoloji açısından geliştirilen yeni grafiklerle ilgili olarak, başlangıç verilerinin mümkün olan en yüksek kalitede olması gerekir. Bu nedenle, orijinalin yüksek performanslı sayısallaştırma mekanizmalarının kullanılması gerekmektedir. Süreç içerisinde seramik malzemeye yönelik inkjet teknolojisinin ortaya çıkmasından sonra, renk yönetimi giderek önem kazanmakta ve renk yönetim süreçlerinde ise daha sonra herhangi bir iş akışında vazgeçilmez hale gelmiştir (Clausell vd., 2012, s. 3).

Renk, göz ve beyin tarafından algılanan bir duyusal izlenimdir ve optik bir olgudur. Renk, fiziksel bir değişken değildir ve dolayısıyla bir fiziksel birimi yoktur. Nesneler kendi başlarına renkli değildir, ancak renk hissi, ışıkla etkileşime girerek üretilmektedir. Örneğin, güneş ışığı bir nesnenin üzerine yayıldığında ve kısmen yansıdığında, nesne görünür spektrumun belirli bir bölümünü yansıtır ve bu da renkli bir izlenim oluşturur. Ancak, renk algısında ve tanımlamasında her zaman fiziksel ve fizyolojik etkiler bulunmaktadır. Fiziksel etkiler ölçülebilirken, fizyolojik etkiler ölçülemezdir (Kipphan, 2001, s. 68). Renk, genellikle bir ışık kaynağı, bir nesne ve bir gözlemci arasındaki etkileşim sonucunda ortaya çıkan bir olgu olarak, bir ışık kaynağının yaydığı ışığın dalga

boylarının etkisiyle bir nesnenin yüzeyinden yansıyan ve gözlemci tarafından algılanan bir algı olarak ele alınmaktadır. Işık ise, tarih boyunca farklı bilim insanları tarafından farklı şekillerde anlaşılmıştır. Sir Isaac Newton[43] gibi bazı bilim insanları ışığı parçacık olarak tanımlarken, Christian Huygens gibi bilim insanları, ışığı dalga olarak düşünmüşlerdir. Ancak, Max Planck ve Albert Einstein gibi kuantum fizikçileri, ışığın hem dalga hem de parçacık özelliklerine sahip olduğunu kabul etmişlerdir. Foton adı verilen bu parçacıklar, uzayda titreşen bir enerji paketidir ve farklı enerji seviyelerine sahip olabilirler. Bu enerji seviyeleri, fotonun titreşim hızını belirlemektedir. Örneğin, daha yüksek enerjili fotonlar daha kısa dalga boylarında ve daha yüksek frekanslarda titreşirken, daha düşük enerjili fotonlar daha uzun dalga boylarında ve daha düşük frekanslarda titreşim sergilemektedir (Schewe, 2014, s. 11). Işık, elektromanyetik radyasyonun bir şeklidir. Dalga boyuna göre düzenlenmiş elektromanyetik spektrumda görünür ışık, yüksek frekans aralığının (radyo dalgaları, televizyon, radar) altında ve ultraviyole radyasyon ve x-ışınlarının üzerinde yer alır. Görünür ışık 380 nm[44]'den 780 nm'ye kadar olan dalga boyu aralığını kapsar (Kipphan, 2001, s. 464). İnsan gözü, elektromanyetik spektrumun sadece küçük bir bölümünü; yaklaşık olarak 700 nm ile 380 nm arasında değişen dalga boylarında algılayabilir (Schewe, 2014, s. 11). Elektromanyetik spektrumun insan gözü tarafından algılanabilen küçük bir bölümü göz önüne alındığında, fotonların özellikleri anlaşılmaktadır ve şematik diyagramı (Görsel 38)'de sunulmuştur.



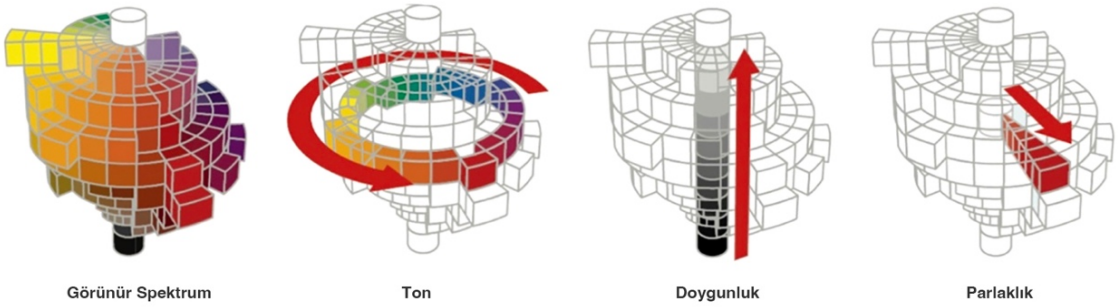
Görsel 38. Elektromanyetik Spektrumun İnsan Gözü Tarafından Görülebilen Kısmı (Schewe, 2014, s. 11).

Renklerin fiziksel özellikleri, bir renk ölçer kullanılarak belirlenebilir; ancak, insan beyni tarafından nasıl yorumlandıkları, yani renk algısı, sadece tahmin edilebilir. Renk algısını

[43]Sir İsaac Newton renklerle uğraşan ilk insandır (İnan, 1996, s. 39). Işık üzerine yaptığı çalışmaların en önemlilerinden biri, beyaz ışığın bir prizmadan geçirilerek renk spektrumuna ayrılması deneyidir. Güneş ışığını bir prizmadan geçirerek ortaya çıkan renklerin, beyaz ışığın temel bileşenleri olduğunu keşfetmiştir (Ball, 2023, s. 144).

[44]Bir nanometre (nm), metrenin milyarda biridir ve oldukça küçük bir ölçü birimidir. Farklı dalga boyları, algılanan renklerin belirlenmesine katkıda bulunur; daha uzun ve daha düşük frekanslı dalga boyları kırmızıyı gösterirken, daha yüksek frekanslı ve daha kısa dalga boyları ise maviyi göstermektedir (Schewe, 2014, s. 11).

tanımlamak için çeşitli modeller geliştirilmiştir ve bu modeller, özellikle Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun (CIE- Commission Internationale de l'Eclairage) 1931'de tanımlanan standart kolorimetrik gözlemcisine dayanan renk tanımı için önemli kabul edilmektedir (Kipphan, 2001, s. 68). Ayrıca renkleri tanımlamanın bir yolu da üç özellik olan (i) Ton (Hue), (ii) Doygunluk (Saturation) ve (iii) Parlaklıktır (Lightness veya Brightness).[45] Renklerin üç temel ögesi olan bu özelliklerin her biri önemli bir rol oynamaktadır ve görüntü oluşturma sürecinde tekrar tekrar ortaya çıkmaktadır (Johnson, 2005, s. 84). Renk, insan gözü tarafından algılanan elektromanyetik spektrumun belirli bölümlerinin beyine iletilmesiyle oluşur. Bu spektrum, görülebilir ışık olarak adlandırılan dalga boylarını içermektedir ve görülebilir spektrumda ton, doygunluk ve parlaklık boyutları (Görsel 39)'de sunulmuştur.



Görsel 39. Görülebilir Spektrumda Ton, Doygunluk ve Parlaklık Boyutları (Sezgin, 2010, s. 35).

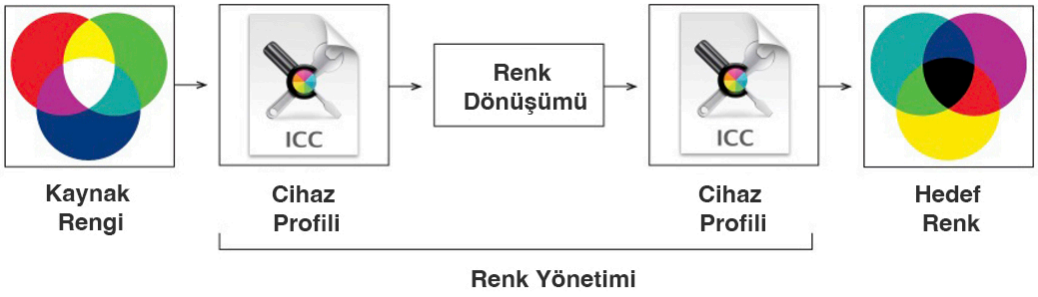
Orijinal renklerin istenilen şekilde elde edilmesi için renk yönetimi yapılmalıdır. Renk yönetimi, tüm üretim aşamalarında kullanılan birimlerin ve makinelerin, uluslararası standartlara uygun şekilde kalibre edilmesini içeren düzenleme, çalışma ve kontrollerin yönetimidir (Köse, 2006, s. 18). Renk yönetim formülünün önemli bir parçası Uluslararası Renk Konsorsiyonu (ICC-International Color Consortium) profilleridir[46]. Bu profiller, çalışma uzayının renk modu, renk gamının konumunu ve boyutunu belirlemektedir (Bouton, vd., 2005, s. 283). Profillerin doğru renk yapılandırılması için renk profilleme sistemlerinin seçimi ve kullanımı sürecin önemli bir adımı oluşturmaktadır. Bu profiller özel renk ölçüm cihazları ve yazılımları kullanılarak oluşturulur ve profil oluşturmaya yönelik otomatik ve manuel renk okuyucu (Görsel 40)'da sunulmuştur.

[45]Ton, bir rengin dalga boylarının baskın olduğu spektrum bölgesinin adıdır ve rengin esas tanımlayıcısıdır; örneğin, kırmızı ve sarı gibi. Doygunluk, rengin ne kadar saf veya canlı olduğunu belirlemektedir. Parlaklık ise görmenin temel işlevi olan bir rengin ne kadar açık veya koyu olduğunu ifade etmektedir (Johnson, 2005, s. 84).

[46]ICC profilleri, grafik, basım ve dijital görüntüleme sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu profiller, büyük makine, ekipman ve sistemlerin renk yönetimi için gereken tüm renk değerlerini içermekte olup, standart renk verilerinin ölçülerek tek bir ana renk yönetim veritabanı tarafından yönetilmesi prensibine dayanarak hazırlanmaktadır (Sezgin, 2010, s. 41).

Görsel 40. I1 Basic Pro 2 Renk Yönetim- Profil Oluşturmaya Yönelik Otomatik ve Manuel Renk Okuyucu. Erişim: 28.10.2021, https://www.odakkimya.com.tr/urun/i1-basic-pro-2/

Renk yönetim süreci temelde kaynak renk verilerinin cihazın bir profilinde karakterize edilmesiyle başlamakta ve bu kaynak renkler daha sonra hedefin profilini temel alarak hedef renge dönüştürülmektedir (Schewe, 2014, s. 25). ICC profilleri, cihazların kolorimetrik olarak algılayabileceği, gösterebileceği ve üretebileceği renk yeteneklerini tanımlamakta ve bu profiller, sistem tarafından kullanılarak cihazlarda renk evrenleri arasında geçiş yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin, bir tarayıcının RGB[47] renk evreni, orijinalin siyah-beyaz ve renk ayrım özelliklerine uygun olarak hedef renk evrenine veya baskı CMYK[48] evrenine dönüştürülür. Ayrıca, bazı renklerin tarayıcı RGB renk evreninde bulunmasına rağmen hedef renk evreninde bulunmaması durumunda, bu renkler hedef renk evrenindeki orijinal renklere en yakın renklerle değiştirilmesini sağlamaktadır (Köse, 2006, s. 20) Renk yönetimin temel ilkeleri (Görsel 41)'de verilmiştir.



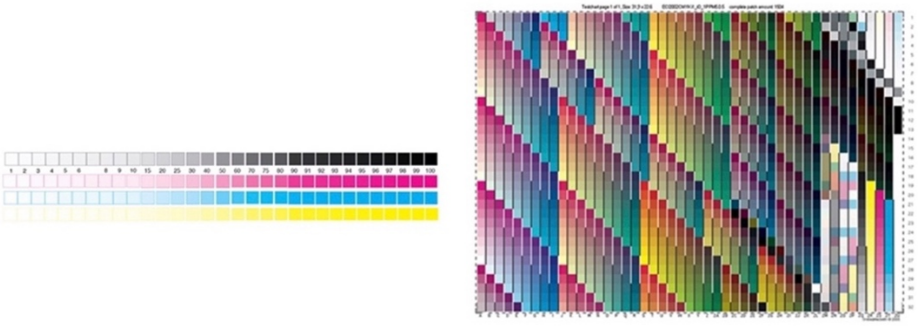
Görsel 41. Renk Yönetiminin Temel İlkeleri (Schewe, 2014, s. 25).

[47]RGB, dijital görüntü üreticileri için baskın renk alanıdır ve bu renk modelinde; kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) olmak üzere üç temel renk kullanılır. Bu renklerin farklı kombinasyonları, bir ekranda görüntülenen renkleri oluşturur (Johnson, 2005, s. 85). CMYK, ise camgöbeği (C), macenta (M), sarı (Y) ve siyah (anahtar) (K) ana renklerinden oluşan renk modeli anlamına gelmektedir. Tüm mürekkeplerin üst üste bindirilmesi, camgöbeği, macenta ve sarı tüm bileşenleri "çıkarır" beyaz gün ışığından arındırır ve siyah ürettiği için bu model çıkarmalı olarak da adlandırılmaktadır (Paul, 2005, s. 40).

[48]CMYK renk modelinde temel renkler (camgöbeği, magenta, sarı) birbiri üzerine bindirilerek veya birbirinden çıkarılarak diğer renkler elde edilmektedir ve genellikle basılı malzemelerde (broşürler, afişler, dergiler vb.) kullanılmakta ve bu renk modeli çıkarmalı renk modeli olarak da adlandırılmaktadır (Kipphan, 2001, s. 69).

Seramik alanında profil kullanımı ise şu şekildedir; Seramik sofra eşyası ve karo gibi yüzeylerde tasarım araştırma, geliştirme ve uygulama sürecinde renk yönetiminde öncelikli kullanılan program Adobe Photoshop[49]'tur. Adobe Photoshop programında grafik tasarım CMYK, RGB veya Multichannel kanalları ile bulunmaktadır.

Uygulama aşamasında her makine farklı yazılım barındıracağı için farklı baskı kafalarına göre sıralama içerebilmektedir (örneğin, Camgöbeği, Camgöbeği, Macenta, Macenta, Sarı ve Siyah gibi). Baskının yapılacağı yüzey özellikleri (mat, parlak gibi) değişken olduğundan öncelikli olarak Doğrusallaştırma Çizelgesi[50] basılarak pişirilir. (Görsel 42). Elde edilen veriler test çizelgesi (testchart) için kullanılır. (Görsel 43)'de test skala örneği olan ECI2002[51] yer almaktadır. Bu test çizelgesi ya da ihtiyaç doğrultusunda oluşturulan vb. olan çizelge, seramik yüzey üzerine baskısı alınarak pişirimi yapılır. Pişirilen seramik yüzeyindeki test çizelgesinin ölçümü yapılır ve renk eğrileri oluşturularak standart parametreler ile profil elde edilir. Bu profiller Adobe Photoshop programına tanıtılır. Görüntülerdeki renk bilgilerinin bilgisayar ortamından diğer cihazlara kolaylıkla ve doğru olarak transfer edilebilmesi ve kullanılabilmesi için profiller fayda sağlamaktadır.



Görsel 42. CMYK Baskı İçin ECI 2002 CMYK Renk Evreni Ölçüm Skalası (Sesli 2014, s. 63).

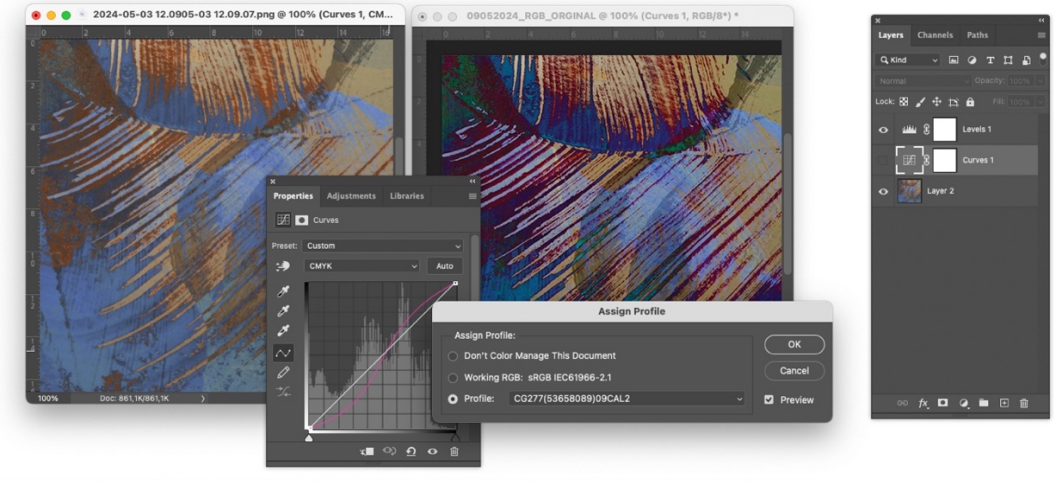
Görsel 43. Baskı Tram Ton Değerleri ile Nokta Kazancı Ölçüm Skalası (Sesli 2014, s. 64).

[49]Adobe Photoshop programı, sayısal görüntüleri düzenlemek ve bu görüntülere öğeler eklemek için çeşitli araçlara ve seçeneklere erişim sağlayan menüler ve araç çubukları içermektedir. Bit eşlemeli dijital görüntüler (bir dizi küçük kareye dönüştürülmüş sürekli tonlu görüntüler veya piksel adı verilen resim öğeleri) ile ve ölçeklendiğinde netliğini koruyan düz çizgilerden oluşan çizimler olan vektör grafikleri ile çalışma imkânı sunmaktadır. Photoshop'ta orijinal sayısal görseller oluşturabileceği gibi farklı kaynaklardan görüntülerin içe aktarımı ile grafikler üretmek için çalışma olanağı sunmaktadır (Faulkner ve Chavez, 2018, s. 42-51).

[50]Doğrusallaştırma Çizelgesi (*Linearization)* olarak da ifade edilebilir; Veri dosyası mürekkep yoğunluğunu hesaplayarak kullanımı rasyonelleştirir. Baskı için kullanacak olan grafik dosyasının her mürekkebin %0'dan %100'e kadar olan gradyanını otomatik olarak kopyalamakta ve mürekkep yoğunluklarını hesaplayarak bunların kullanımını rasyonelleştirmektedir.

[51]ECI2002, Profil için CMYK test skalası örneği olan, 1256 renk hücresi bulunmaktadır. Burada renkler belli bir düzen içinde yerleştirilmiş olup lineer veya nonlineer (random) olarak renklerin dağıtıldığı skala tercihe göre kullanılmaktadır. Bu skala, bütün baskı sistemlerinde özellikle CMYK yapılan baskıların verebildiği renk evreni tespitinde kullanılmakta olup, baskıdaki tram ton değerleri ile nokta kazancının ölçülebilmesi için kullanılma amacı barındırmaktadır. Her renk için tram ton değerleri açık tonlar için %1 den %10'a kadar birer artarak, orta tonlar için %15 den %30'a kadar 5'er artarak, %30 dan %70'e kadar 10'ar, %70 den %80'e kadar %5'er koyu tonlar için ise %90'dan %100'e kadar birer birer artacak şekilde hazırlanmıştır (Sesli, 2014, s. 63-64).

Dijital baskı uygulama sürecinde de inkjet makinasına bağlı olan bilgisayarların uygun yazılım ve donanıma sahip olması gerekmektedir. Monitör, yazıcı, tarayıcı vb. her cihaz renkleri tanımlarken farklı yollar izler. Bu sebepten renk uzayları[52] farklılık gösterir. Grafik üzerine profil atanması, Adobe Photoshop'un o grafiği nasıl yorumladığını belirlemesi demektir. Renk yönetim programı olarak Photoshop, oluşturulan profildeki bilgiyi kullanarak, gönderilen bilginin ayarlanmasına izin verir ve dijital görüntüyü değiştirerek baskıya uygun hale getirir. Profiller doğrultusunda çalışılacak olan grafik verileri baskıya hazırlanarak uygun formatlı inkjet baskı makinasına transfer edilir. Baskı iyi değilse tasarım için grafikler yeniden oluşturularak kanallardaki ton yoğunlukları Photoshop programında düzenlenir ve bu süreç hedef renklere ulaşılana kadar devam ettirilir. Mürekkep püskürtmeli yazıcı için baskı yapılacak yüzey özellikleri ve pişirim şartları değişken ise her belirli bir koşul için bir profil tanımlanarak baskı için birden fazla ICC profili kullanılmasında fayda vardır. ICC Profillerin Kullanılması ve Photoshop'ta renk düzenleme örneği (Görsel 44)'de sunulmuştur.



Görsel 44. Adobe Phtoshop Programında Eğriler ve Ton Doygunluğu Ayarlama Katmanları ile Profil Atama ile Görüntü Önizleme (Kişisel Arşiv).

2.2.1.3. İnkjet Baskının Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Tasarım Örnekleri:

İnkjet baskı teknolojisi, seramik karo dekorasyonunda çok yönlülük sunarak karo üreticilerinin doğal malzemeleri kopyalamasına ve rekabette öne çıkan son derece yaratıcı karolar üretmesine olanak tanımaktadır. Xaar'ın seramik baskı kafası portföyü ile seramik karo yüzeylerine çeşitli efektler uygulanabilmektedir. Bu da, çeşitli doğal malzemelerden ve ya orijinal verilerden neredeyse ayırt edilemeyen karolar üreterek son derece yaratıcı ve dokulu karoların yanı sıra daha

[52]Renk uzayı, renkleri ölçebilen değerlerle, örneğin bir resimdeki kırmızı, yeşil ve mavi miktarları, elde eden bir modeldir. RGB (Red-Kırmızı, Green-Mavi, Blue- Yeşil), ve CMYK (Cyan-Siyah, Magenta-Magenta, Yellow-Sarı, anahtar Black-Siyah) gibi standart renk uzayları ile çalışır (Bouton, vd., 2005, s. 279).

büyük ve daha ince karolar barındırmaktadır (Xaar, 2024). Xaar inkjet baskılı seramik karo örnekleri (Görsel 45)'de sunulmuştur.

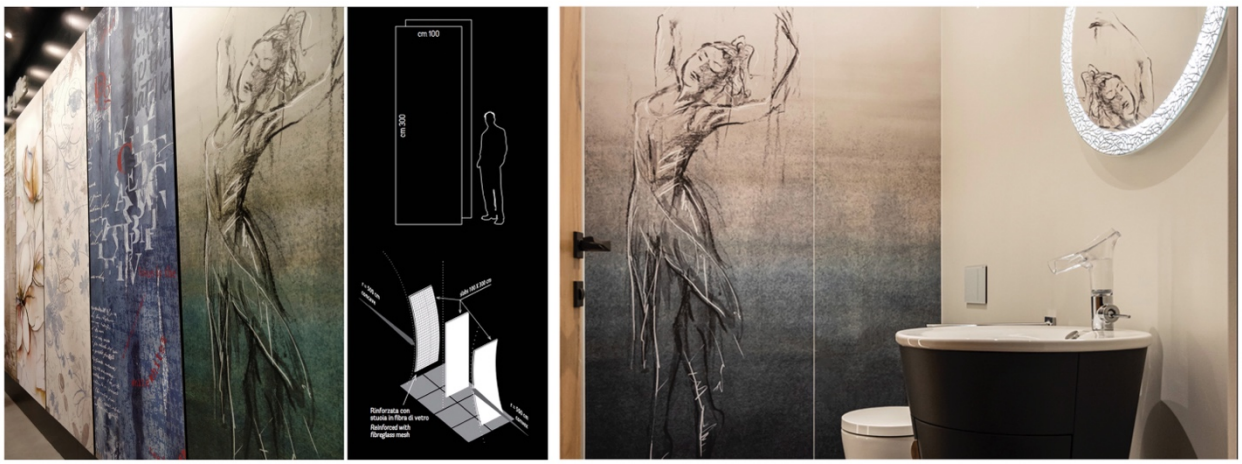
Görsel 45. Xaar İnkjet Baskılı Seramik Karo Örnekleri. Erişim: 7.04.2021, https://www.xaar.com/en/applications/ceramics/

İtalya'nın Bologna şehrinde düzenlenen 2023 yılı Cersaie Uluslararası Seramik ve Banyo Fuarı'nda Atlas Concorde ve Zaha Hadid Architects[53] arasındaki iş birliği ile Diamond Serisi[54], modüler, yapılandırılmamış ve dinamik geometrilerden oluşan bir dizi oluşturulmuştur.[55] Diamond'ın dekorasyon tasarımında mozaik artık geometri ve renklerden oluşan desen, merkeze doğru ilerledikçe kontrast renklerden oluşan iç içe geçmiş eşkenar dörtgenlere dönüşen modüler şekillerin kademeli ve sürekli bir dönüşümüyle oluşmaktadır. Bu çalışma, benzersiz hesaplama algoritmalarıyla işlenen katı geometri, sürekli olarak iç içe geçen ve yeniden ortaya çıkan estetik kombinasyonlar önererek şekilleri ve renkleri birleştirmek üzere seramik karo yüzey dekorasyonu olarak tasarlanmıştır."[56] Proje görseli (Görsel 46)'da sunulmuştur.

[53]"*Zaha Hadid Architects*", 1980 yılında Pritzker Ödüllü mimar ve tasarımcı Zaha Hadid tarafından kurulan mimarlık ve tasarım stüdyosu olarak dünyanın önde gelen mimarlık uygulamalarından biridir.
[54] https://www.zaha-hadid.com/design/marvel-meraviglia-tiles/
[55] https://www.atlasconcorde.com/en/collections/ac/marvel-meraviglia/atlas-concorde-and-zaha-hadid-architects/
[56]https://www.archiproducts.com/en/news/marvel-meraviglia-porcelain-stoneware-wall-tiles-by-atlas-concorde_95758

Görsel 46. Atlas Concorde ve Zaha Hadid Mimarlık ortaklığı ile 2023 Cersaie Fuarı Canlı Mekân, 2023. Erişim: 21.12.2023, https://www.atlasconcorde.com/en/collections/ac/marvel-meraviglia/atlas-concorde-and-zaha-hadid-architects/

Amerika Atlanta'da gerçekleştirlen 2018 yılı *Coverings Uluslararası Seramik & Doğal Taş*[57] fuarında Cotto d'Este'[58] Wonderwall Serisi, geniş formatlı karolar için özel baskı potansiyelini sergilemiştir. Bu çalışmada seramik karolar hem estetik hem de teknik performans açısından duvar kaplaması için yeni çözümler ve öneriler sunmakta ve tasarım ile sanatın kesiştiği noktada konumunu sağlamlaştırmakta olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, her biri metin, çiçek baskıları ve hatta figüratif görüntüler de dahil olmak üzere yüksek çözünürlüklü grafikler seramik karo yüzeyine dijital olarak uygulanmıştır. Sadece 3,5 mm kalınlığında olan ve fiberglas ağ ile güçlendirilen Wonderwall, iç mekân duvar karolarının gerçek birer sanat eseri olarak ikiye katlanabileceğini göstermektedir [59]. Proje görseli (Görsel 47-48)'de sunulmuştur.



Görsel 47. Cotto d'Este' Wonderwall Serisi, Paul Keskeys, Erişim: 6.11.2023, https://architizer.com/blog/inspiration/industry/coverings-2018-tile-trends/

Görsel 48. Wonderwall – Ballet. Erişim: 29.01.2024, https://www.cottodeste.com/projects/private-villa-budapest.

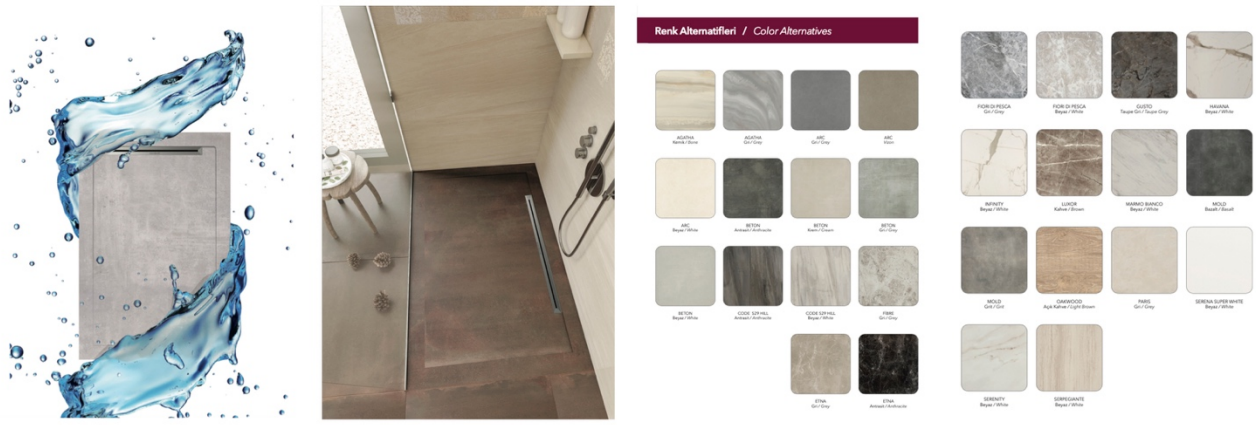
[57] https://www.coverings.com
[58] https://www.cottodeste.com
[59] https://architizer.com/blog/inspiration/industry/coverings-2018-tile-trends/

İnkjet teknolojisi, seramik karoların tasarım ve renk seçeneklerini çeşitlendirmekte böylece mimari uygulamalarda estetik açıdan zengin ve fonksiyonel tasarımlar oluşturmak isteyen mimarlar ve tasarımcılar için önemli bir araç olarak nitelendirilmektedir. Mimari uygulamalarda kullanılan seramik, porselen, teknik granit vb. yer ve duvar karolar iç mekân, dış mekân, duş teknesi, havuz kaplamaları, ticari mekanlar, sanatsal uygulamalar vb. geniş kullanım alanı vardır. Örneğin, "Dünyanın en büyük, en ince, en hafif, en fonksiyonel ve en özel porselen seramiği olan Kalesinterflex[60], üstün özellikleriyle mutfak tezgâhı, banyo ve ev mobilyası gibi çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır. Kalesinterflex porselen mutfak tezgâhı; 5mm kalınlığında, 120x360 cm ve 100x300 cm ebadında ve porselen plakalarının laminasyon yapılması ile elde edilir"[61]. Proje görseli (Görsel 49)'da sunulmuştur.

Görsel 49. ArchiExpo Kalebodur Kalesinterflex Katalog. Erişim: 10.01.2024, https://pdf.archiexpo.com/pdf/kale/kalesinterflex-catalog/63309-166467.html

İnkjet teknolojisi ile sadece boya değil efektlerde uygulanabilmektedir. Ayrıca bu teknolojinin avantajı rölyefli yüzeylere uygulanmasını desteklemektedir. Bu sebepten gelişen inkjet teknolojisi seramik karoalrın kullanım alanlarını çeşitlendirmekte öncü bir teknolojidir. Örneğin, Dünyanın ilk porselen duş karosu olan Seranit *Aquanit Porselen Duş Karosu,* farklı ebatlarda üretilmekte olup dijital baskı ile yüzey üzerine uygulanan farklı renkler ile mekân konsepti doğrultusunda tercih edilmektedir[62]. Proje görseli (Görsel 50)'de sunulmuştur.

[60] https://www.kale.com.tr/markalar/kalesinterflex
[61] https://www.kale.com.tr/markalar/kalesinterflex
[62] https://www.seranit.com.tr/tr/Seriler/Seri/Aquanit/192



Görsel 50. Seranit Aquanit Porselen Duş Karosu. Erişim: 3.11.2023, https://www.seranit.com.tr/catalog/AQUANIT.pdf

2.2.1.4. İnkjet Baskının Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Sanat Örnekleri:

Ahmet Osman Peker (2020), *"Dijital İnkjet Yazıcılarla Sofra Eşyası Ürünlerinin Dekorlaması ve Örnek Uygulamalar"* adlı çalışmasında varlık ve yokluk kavramlarının yarattığı imgelem üzerine odaklanmıştır. Sanatçıya göre, "İnsanoğlunun hayatı bir çizgiden oluşmaktadır. Bu çizgi bazen iyi ile kötüyü, yaşamla ile ölümü, karanlık ile aydınlığı betimler. Bu resimsel tasarım da hayatı varlıkla hiçlik noktaları arasındaki kısa bir yolculuk olarak anlatmayı amaçlamıştır" (s. 78). Bu tema doğrultusunda *Hayat Çizgisi* adlı çalışmasını inkjet baskı teknolojisi ile, 32 cm Porselen Tabak Üzerine uygulamalar yapmış ve bu çalışması (Görsel 51, 52, 53)'de sunulmuştur.

Görsel 51. Ahmet Osman Peker, Hayat Çizgisi, 32 cm Porselen Tabak Üzerine Uygulama 1 (Peker, 2020, s. 85).
Görsel 52. Ahmet Osman Peker, Hayat Çizgisi, 32 cm Porselen Tabak Üzerine Uygulama 4 (Peker, 2020, s. 88).
Görsel 53. Ahmet Osman Peker, Hayat Çizgisi, 32 cm Porselen Tabak Üzerine Uygulama 7 (Peker, 2020, s. 91).

Yurtbay Seramik San. ve Tic. A.Ş. firmasında Tasarım Yöneticisi olarak görev alan Bekir Gökalp Bingül, farklı ebatlara yönelik dijital ortamda geliştirdiği çalışmaları inkjet baskı tekniği ile farklı ebatlardaki seramik karo yüzeyine uygulamış olup ve *"Duyguları Somutlaştıran Çizgiler"* adlı projesini geliştirmiştir. Sanatçı bu çalışmadaki fikrini şöyle açıklamaktadır:

> Kendimi çizgilere teslim edişim, duygu ve hislerimi kullanmadan yalnızca gördüklerimi kağıda yansıtmamla başladı. O an, ruhumun derinliklerinde hissetmeye başladığım his beni bu sanata bağlayan en önemli etkendi. Zamanla çizmenin anlık duygularla orantılı olduğunu keşfettim. İç dünyama aralanan o büyük kapıdan sanatıma yansıyan ilham, algıladığım ve duyduğum gerçekliği hafızamla yoğurarak farklı boyutta tuvale yansıtmamı sağladı. Bir zaman yolcusu gibi, geçmişimden bugüne yaptığım yolculuklarımdan taşıdığım duyguların somut aktarımlarıdır gördükleriniz (Bekir Gökalp Bingül, 2023).

2018 yılı Unicera Uluslararası Seramik Banyo Mutfak Fuarı[63] Yurtbay Seramik[64] standı duvarında çalışmasını sergilemiştir ve projesi (Görsel 54)'de sunulmuştur.

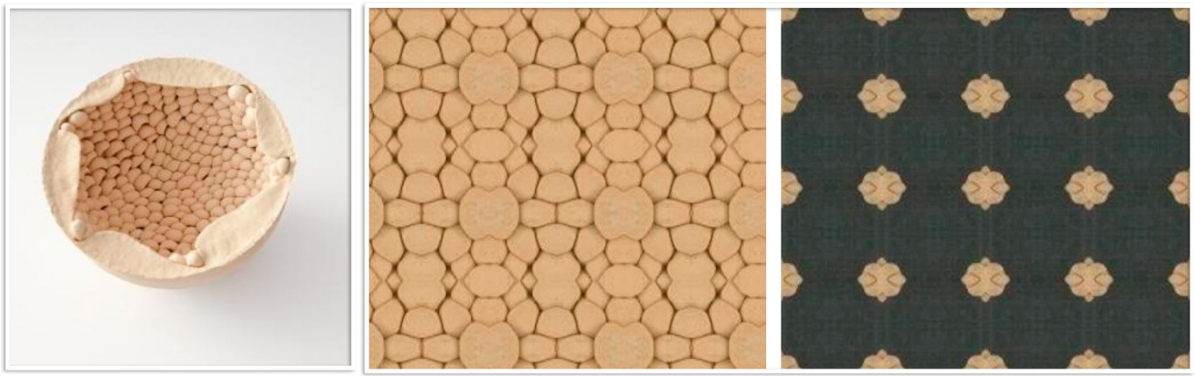
Görsel 54. Bekir Gökalp Bingül, İnkjet Baskı Tekniği, 2018 Unicera Uluslararası Seramik Banyo Mutfak Fuarı Yurtbay Seramik Standı (Bekir Gökalp Bingül, 2023).

Gülçin Çavdar, 20x20 cm ebatlarında çalışmalarını gerçekleştirmiştir. (Görsel 55), çalışmasında; herkesin aşina olduğu karakterin program yardımı ile illüstrasyon çalışması yapılarak yeni bir yorum getirilmiştir. (Görsel 56) çalışmasında, 1957 yılından günümüze kadar gelen *helvetica*[65] yazı karakterinin tipografik yorumlanması sayesinde yüzey tasarım oluşturulmuştur. (Görsel 57), el ile şekillendirilmiş seramik bünye üzerine yapılan tipografik illüstrasyon çalışmasını inkjet baskı ile uygulamıştır. Çalışmalar 1000 derecede pişirilmiştir ve (Görsel 55, 56, 57)'de sunulmuştur.

Görsel 55. Gülçin Çavdar, Porselen Karo, İnkjet Baskı Tekniği 20x20 cm, 2020. (Kişisel Arşiv).
Görsel 56. Gülçin Çavdar, Porselen Karo, İnkjet Baskı Tekniği 20x20 cm, 2020. (Kişisel Arşiv).
Görsel 57. Gülçin Çavdar, Porselen Karo, İnkjet Baskı Tekniği 20x20 cm, 2020. (Kişisel Arşiv).

[63]Unicera Seramik, Banyo, Mutfak Fuarı. Erişim: 10.05.2024, https://unicera.com.tr
[64]Yurtbay Seramik. Erişim: 10.05.2024, https://www.yurtbayseramik.com/tr
[65] https://www.fonts.com/font/linotype/helvetica

Şirin Koçak tarafından seramik malzeme kullanılarak göç olgusu ve kentleşme ile birlikte insanların üst üste yığın halinde yaşamasına; kültürel, sosyal ve ekonomik şartlar ne olursa olsun bu yığılmaların sıkça izlenmeye başladığı günümüzde duruma eleştirel bir tavır sergilemek amacıyla *"Yığın Serisi II"* isimli eser üretilmiştir (Görsel 58). Bu eser Melike Nükte tarafından yeni geometrik biçimler oluşturulma amacını barındırarak iki boyutlu karo olarak yeniden tasarlanmıştır (Görsel 59). Bu tasarımlar, Hitit Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Fabrikası tarafından dijital baskı makinası ile uygulanmıştır. (Özeskici vd., 2019, s. 78).

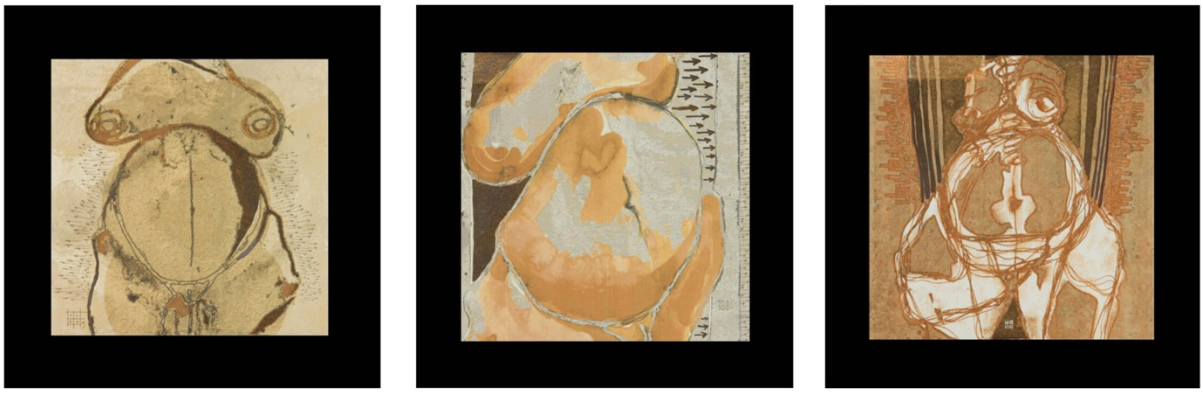


Görsel 58. Şirin Koçak, "Yığın Serisi II", Stoneware, El ile Şekillendirme,
Ø: 24 cm, h: 12 cm, 2018 (Özeskici vd., 2019, s. 77).
Görsel 59. Melike Nükte, Karo Tasarımlarının İnkjet Baskı Teknolojisi Kullanılarak Gerçekleştirilen Örnekleri (Özeskici vd., 2019, s. 77-78).

Tuba Korkmaz, *"Kimlik- Bellek: 'İstedim Ki Bilineyim!"* adlı Sanatta Yeterlik (Eser Metni) Çalışmasında (2016), Kimlik-Bellek kavramlarıyla ilgili çalışmaya yön veren bir araştırma ve çalışmanın konseptinin anlatılması olarak ve yalnızca izleyicinin yerleştirmeyi deneyimleyerek hissedebileceği "Kuluçka" serisini oluşturmuştur (Korkmaz, 2016, s. 78). Araştırmacı bu çalışmadaki fikrini şu sözlerle açıklamaktadır:

> …Benim de hikâyem 'anne' olmamla başlamaktadır. Anne olmaya hazırlanmak zihinsel anlamda bir düzenleme gerektirse de biyolojik anlamda bir hazırlık yapmaksızın sizi ele geçiren bir oluş durumudur. Bu hal, içgüdüsel olarak bir çaba göstermeksizin, kadını ele geçirir. Tarih öncesi çağlarda bereketin ve yaratıcı gücün kendisi sayılan doğurgan kadın figürleri bazı toplumlarda tanrıça olarak bile kabul edilmiştir. Bu yapıtta kullanılan hamile kadın figürleri aslında kimliğimin bereketlenmesi, çoğalmasına bir gönderme olarak kabul edilebilir. O güne kadar edindiğim kimliğimin/kimliklerimin arasına bir yenisi eklenmiştir…. İzleyici bu figürlere arkasını döndüğünde önünde uzanan seramik yol resimsel betimlemeler ve fotoğraflarla dolu karoların üzerinde yürüyerek hikâyeyi okumaya başlayacaktır. Çünkü asıl hikâye anne kimliğini edinmemle başlamıştır. Benim hikâyemde en huzurlu ve şımarıkça olarak niteleyebileceğim dönem kuluçka dönemi olduğundan, karolar duvarda asılı olarak sergilenmektedir. Siyah kalın çerçeveleri içinde her bir ay diliminin kendine has olduğunu vurgulamayı amaçladım… (Korkmaz, 2016, s. 78).

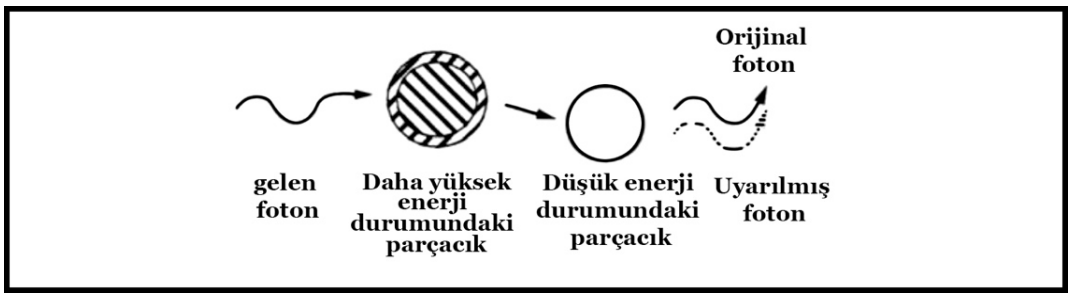
Çalışmalar, 20x20x2 cm'lik teknik granit masse ile hazırlanmış ham karolar üzerinde engop ve sır kullanılmadan dijital baskı teknolojisiyle aktarılmış olup 3. Pişirim altın dekoruyla zenginleştirilmiştir. Çalışmalar, dijital baskı sonrası 72 dakika 40 metrelik fırında 1195 ^{0}C'de pişirilmiştir. Altın dekor ise fırça ile uygulanmış olup 850 ^{0}C de 55 dakikada dekor pişirimi yapılmıştır (Korkmaz, 2016, s.73). Çalışmalar (Görsel 60, 61,62)'de sunulmuştur.



Görsel 60. Tuba Korkmaz, Birinci Ay, Porselen Karo, Altın Varaklı Pişirim, 20x20 cm (Korkmaz, 2016, s. 81).
Görsel 61. Tuba Korkmaz, Altıncı Ay, Porselen Karo, Altın Varaklı Pişirim, 20x20 cm (Korkmaz, 2016, s. 86).
Görsel 62. Tuba Korkmaz, Yedinci Ay, Porselen Karo, Altın Varaklı Pişirim, 20x20 cm (Korkmaz, 2016, s. 87).

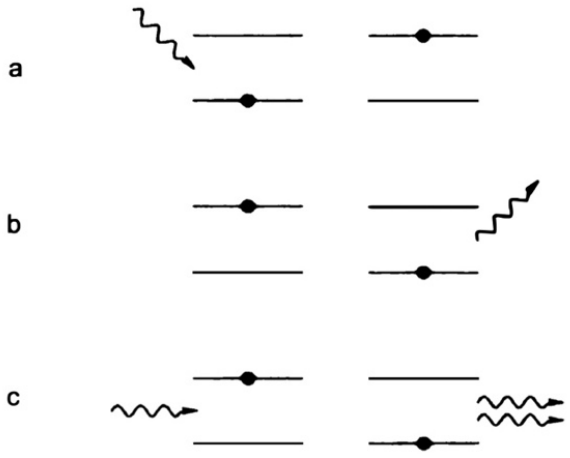
2.2.2. Lazer Teknolojileri:

20. yüzyılın başlarından itibaren Albert Einstein, Niels Bohr gibi fizikçiler, o dönemde yeni keşfedilmiş olan kuantum mekaniği adı verilen matematiksel fiziğin yeni yasalarını kullanarak kuantum sıçraması süreçlerini araştırır (Townes, 2010, s. 21). Einstein'ın 1916'da kuantum kuramının istatistiksel temel kurallarını oluştururken uyarılmış ışımayı bulmuştur (Gribbin, 2010, s. 142-144). Bunun üzerine yüzlerce deneyden sonra 1953'te Charles H. Townes, ilk maser ışığını elde etmiştir (İnan, 1996, s.62). Mikrodalgalar (boyu en kısa olan radyo dalgaları) üreten Maser- "*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation",* "Işımanın Uyarılmış Salımıyla Mikrodalganın Güçlendirilmesi"; lazerin ana fikrini oluşturmuştur. Lazer, mikrodalga yerine daha kısa dalga boylarında elektromanyetik dalgalar üretmiş olup en hassas mikrodalga yükseltici olan maserleri zamanla gölgede bırakmıştır (Townes, 2010, s. 17-21). Lazer terimi, *"Light Amplification by Stimulated Emission Radiation"* Uyarılmış Emisyon Radyasyonu ile Işık Amplifikasyonu anlamına gelmektedir (Hitz vd., 2012, s. 1). Lazerin kaynağı yüksek enerjili ışığın özel bir dalga hareketi olarak ele alınmaktadır ve bu olayda ışık fotonları kuantum mekaniği kapsamında davranırlar (İnan, 1996, s. 63). Uyarılmış emisyon, bir elektromanyetik dalga ile etkileşime giren elektronun daha düşük bir enerji seviyesine düşerek enerjisini bu alana aktarması sürecidir. Bu durumda meydana gelen foton, etkileşimde bulunduğu dalgayla aynı faz, frekans ve yönü paylaşır. Doğal emisyon, uyarılmış emisyonun tam tersidir. Uyarılmış emisyon, lazer ışığının oluşumunu sağlar ve bu nedenle lazerin çalışması için gerekli bir adımdır. Yani uyarma, türlerin daha düşük enerji seviyesinden daha yüksek bir seviyeye taşınması işlemidir. Uyarılmış türler, foton yayabilirler ve bu emisyon ya kendiliğinden gerçekleşmekte ya da uyarılmış olarak meydana gelmektedir (Zakova, 2012, s. 6). Uyarım şematik diyagramı (Görsel 63)'de sunulmuştur.



Görsel 63. Uyarım (Chryssolouris, 1991, s. 19).

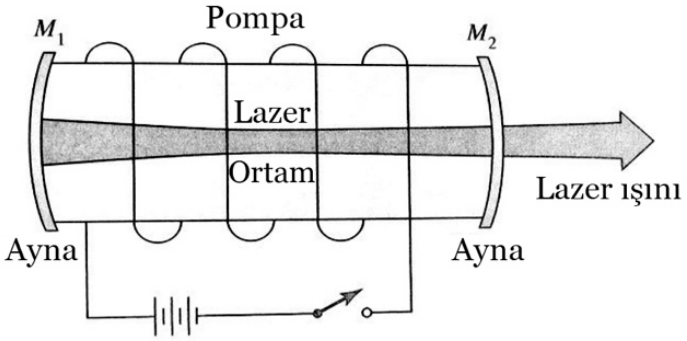
Bir fotonun bir atom tarafından emilmesi tasviri (Görsel 64)'de sunulmuştur. Bir atom, temel enerji seviyesindeyken (a'da soldaki siyah nokta), bir foton (dalgalı çizgi) emdiğinde, tahrik edilir veya daha yüksek bir enerji seviyesine yükseltilir (a'da sağdaki siyah nokta). Bu tahrik edilmiş olan atom (b'deki sol) enerjiyi kendiliğinden yayarak bir foton salar ve tekrar temel enerji seviyesine dönebilir (b'deki sağ). Ayrıca, tahrik edilmiş bir atom (c'deki sol) bir fotonun etkisiyle başka bir fotonun salınımıyla uyarılabilir. Bu durumda, orijinal fotonla aynı dalga boyuna sahip ikinci bir foton daha oluşur (c'de sağ) ve atom temel enerji seviyesine geri döner. (Townes, 2010, s. 22-23).



Görsel 64. (a). Bir Fotonun Bir Atom Tarafından Emilmesi Tasviri.
(b). Bir Fotonun Kendiliğinden Salımı.
(c). Uyarılmış Salım Tasviri (Townes, 2010, s. 22-23).

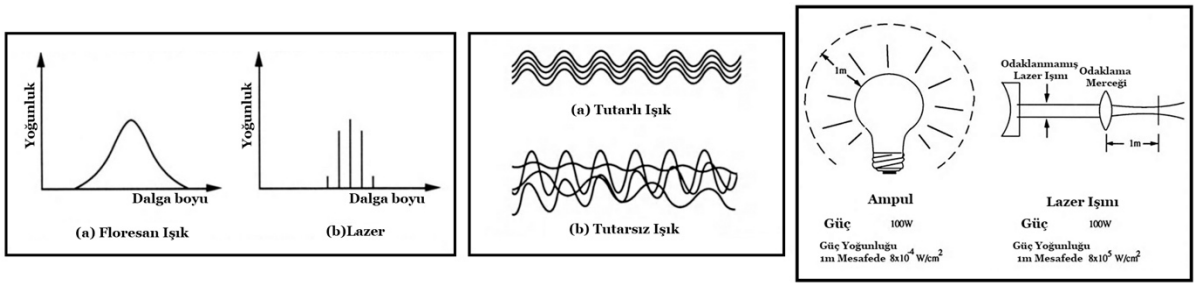
Bir lazer; üç temel bileşene sahip olmalıdır: (i) ışığı yükseltmek için bir araç görevi gören aktif ortam, (ii) aktif ortamı yükselticiye uyarmanın bir yolu olan pompalama kaynağı, (iii) optik geri bildirim sağlamak için bir araç olan optik rezonatördür (Zakova, 2012, s. 7). Işığın cisimler tarafından genellikle soğurulmasının nedeni, alt enerji seviyelerinde, üst enerji seviyelerine kıyasla daha fazla atom veya molekül bulunmasıdır. Dolayısıyla, genellikle, salınandan daha fazla ışık soğurulur. Bu durum, camın bir yüzeyine ışık tutulduğunda diğer taraftan daha parlak bir ışık çıkmasını engeller. Ancak, laserde durum farklıdır. Aktif bir ortamdan geçen elektromanyetik ışıma, enerji kazanır, enerji kaybetmez. Bu artış, ışığın güçlendirilmesi olarak bilinen bir süreçle

gerçekleşir. Eğer malzemeden bir geçişte güçlendirme yeterli değilse, yüksek enerjili moleküller veya atomlar iki ayna arasına yerleştirilerek, ışığın aralarında gidip gelerek güçlenmesi sağlanabilir (Townes, 2010, s. 23-25). Lazerin ana kısmı (Görsel 65)'de sunulmuştur.



Görsel 65. Lazerin Ana Kısmı (HECHT, Jeff.'den Akt. Zakova, 2012, s. 7).

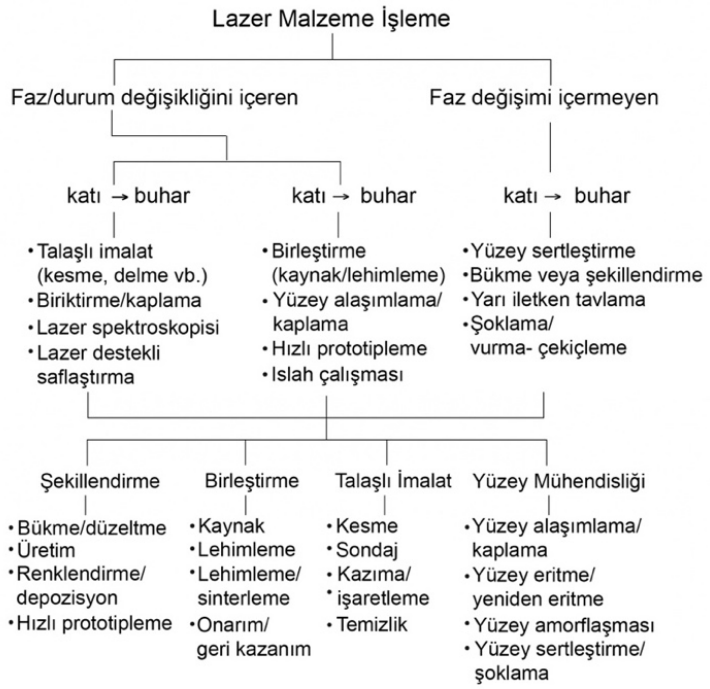
Lazer, özünde, özel bir el fenerinden farklı olmayan, oldukça basit bir aydınlatma cihazıdır. Tipik olarak, enerji elektrik formunda girer ve ışık olarak dışarı çıkar. Ancak, lazerden yayılan ışık, bir el fenerinden yayılan ışıktan farklıdır. Öncelikle, lazer ışını, genellikle bir el feneri ışığından çok daha dar bir alanı kaplar. İkincisi, bir el fenerinin ışığı çeşitli renklerde olabilirken, bir lazer ışını yalnızca tek bir saf renkte oluşur. Üçüncüsü, lazer ışınındaki tüm ışık dalgaları birbiriyle hizalanmıştır, ancak bir el fenerinden gelen ışık dalgaları rastgele düzenlenmiştir. Lazerler, iğne deliğine sığacak kadar küçük diyot lazerlerden devasa askeri ve araştırma lazerlerine kadar çeşitli boyutlarda olabilir. Ayrıca, farklı lazer türleri, çeşitli renklerde ışık üretebilir (Hitz vd., 2012, s. 1). Lazer ışığını diğer herhangi bir kaynak tarafından üretilen ışıktan farklı bazı benzersiz özellikleri vardır; (i) Renk saflığına sahiptir yani bir lazer tarafından üretilen tüm ışık neredeyse tamamen aynı renktedir veya tek renklidir. (ii) Lazer ışığı yüksek yönlüdür. Bir lazer tarafından üretilen tüm ışık dalgaları, lazeri neredeyse aynı yönde hareket ettirir bu da parlaklık özelliğini vurgulamaktadır (iii) Lazer ışığının faz tutarlılığı vardır; yoğunluğunu büyük ölçüde artırarak çok küçük bir noktaya odaklanabilmektedir (Hitz vd., 2012, s. 55). Bu benzersiz özellikleri ile Lazer ışığı; monokromatiklik, tutarlılık, kırınım ve parlaklık gibi optik özelliklerin incelenmesiyle ölçülebilir (Chryssolouris, 1991, s. 24). Tek renklilik (Görsel 66), tutarlık (Görsel 67), ve parlaklık tasvirleri (Görsel 68)'da sunulmuştur.



Görsel 66. Tek Renklilik (Chryssolouris, 1991, s. 25).
Görsel 67. Tutarlılık (Schawlow'dan Akt. Chryssolouris, 1991, s. 25).
Görsel 68. Parlaklık (Ready'den Akt. Chryssolouris, 1991, s. 26).

Lazer, 20. yüzyılın en önemli buluşlarından biridir. Sürekli gelişimi, bilim, mühendislik ve teknoloji tarihinde heyecan verici bir buluş olmuştur. Lazer, yüksek konsantrasyonlu, çok yönlü ve saf bir enerji kaynağı olarak ortaya çıkmıştır, bu da birçok alanda çeşitli uygulama potansiyelleri sunmakta olup araştırma enstrümanı olarak önemli bir rol oynamaktadır. Lazer, düz bir çizgide minimal sapma ile yayılan ve çeşitli dalga uzunlukları, enerji/güç seviyeleri ve ışın modları/konfigürasyonlarında tutarlı ve tek renkli bir elektromanyetik radyasyon demeti oluşturan teknolojiyi tanımlar. Bu nedenle, lazerler, sıradan cihazlardan en sofistike cihazlara kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir, ticari kullanımlardan bilimsel araştırmalara ve acil durumlarda hayat kurtarıcı olabilecek önemli nedenlere kadar çeşitli alanlarda değerlendirilmektedir (Majumdar ve Manna, 2003, s. 495- 497). İcat edildiği günden beri endüstri, sanayi, askeri, sağlık, bilim, sanayi gibi alanlarda birçok çalışmaya hız kazandıran nitelikte ve aynı zamanda önemli bir bilimsel araştırma cihazlarıdır. Lazer ışınları, yıllardır malzeme işlemede, sertleştirme, kesme ve kaynak gibi lokalize işleme konseptlerinde ve mikro elektronik endüstrisinde kesme, çizme ve işaretleme işlemlerinde uygulanmaktadır ve malzeme işleme sınıflandırma tablosu (Tablo 3)'te sunulmuştur.

Tablo 3. Lazer Malzeme İşlemenin Sınıflandırılması (Majumdar ve Mamma, 2003, s. 504).



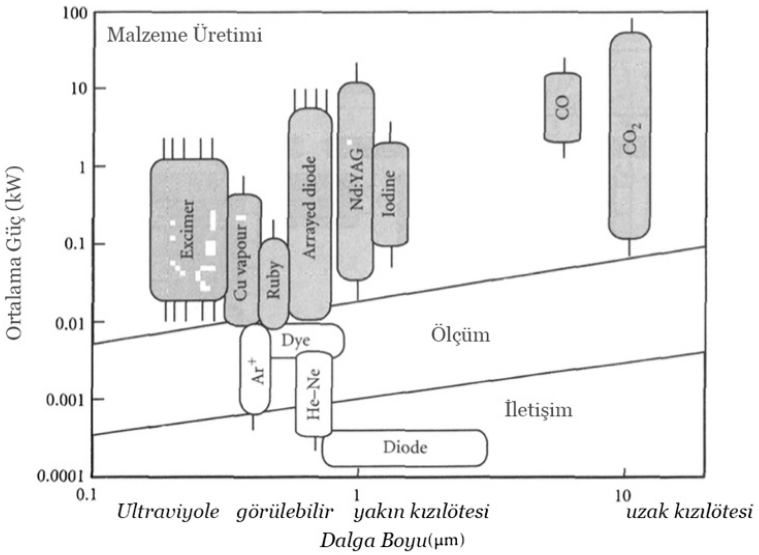
Lazer ışın demetini elde etmek için aktif malzemeye bağlı olarak; (i) Gaz lazerler (kullanılan gazlar Neon, Kripton ve Neon, Helyum, Argon ve bunların gaz formlarından oluşmakta olup Etkisiz-Atom Gaz Lazerleri İyonlaştırılmış- Atom Gaz Lazerler, Moleküler Gaz Lazerler (CO_2)) olarak sınıflandırılmaktadır, (ii) Katı hal lazerler (kristal veya cam gibi katı malzemelerden yapılmış olan çubuk kullanılmaktadır), (iii) Yarı-iletken diyot lazerler (iv) boya lazerler olarak sınıflara ayrılmaktadır (Tarakçıoğlu ve Özcan, 2004, s. 29-39). Lazer tipleri ve ürettikleri dalga boyları (Görsel 69)'da yer almaktadır.

Lazer tipi	Dalgaboyu, λ(nm)	Çıkış Gücü(W)
He-Ne	632.8	$0,1 - 1x10^{-3}$
Argon	488	0,3 – 50
He-Cd	441.6	0.01 – 0.2
Bakır(CVL)	510.5	10 – 100
CO_2	10600	$0.2 – 45x10^{3}$
Excimer	248	40 – 120
Boya(Rh6G)	577	10 – 100
Yarı-iletken	800	1 – 40
Nd:YAG	1064.1	6000
Nd:Cam	1062.3	850

Görsel 69. Lazer Tipleri ve Ürettikleri Işınların Dalga Boyları (Tarakçıoğlu ve Özcan, 2004, s. 29).

Dalga boyuna, lazerin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak lazerle malzeme işleme çeşitliliği oluşmaktadır. Dalga boyu ve ortalama güç ile karakterize edilen ticari lazerlerin şematik diyagramı (Görsel 70)'de sunulmuştur. Bu görsel, malzeme işlemek üzere lazerin bir seçimini sunmanın alternatif yolunu göstermekte olup farklı lazerlerin çalışma bölgeleri ayırt edilebilir ve malzeme

işleme için uygun güç seviyeleri seçilebilir. Bu grafiksel sunumda çizgiler ana çıkış dalga boylarını göstermektedir ve esas olarak endüstriyel malzeme işlemede kullanılanlar gölgelendirilmiş olup bu sayede değişkenler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını kolaylaştırılmıştır (Ion, 2005, s. 71-72).



Görsel 70. Dalga Boyu ve Ortalama Güç ile Karakterize Edilen Ticari Lazerlerden Bir Seçki (Ion, 2005, s. 72).

Seramik malzemesine yönelik kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmakta yüzey desenlemede tercih edilmektedir. Öncelikli olarak Nd:YAG lazerler ve CO_2 gaz lazerler kullanılmaktadır. Lazer teknolojisi, bilgisayar ortamında sayısal programlar aracılığı ile çalışılan yüzeye işlenecek desenin, sayısal değerlerine göre güç uygular. Çok geniş uygulama alanlarına sahip olarak seramik malzemede de yaygın kullanımı görülmekte olup parçaya fiziksel olarak herhangi bir alet dokunmadan bükerek parçalar oluşturabilmektedir ya da yüzeyleri dokunmadan düzleştirebilir, temizleyebilir, çeşitli kimyasallar ve kaplamalarla kaplayabilir. Kullanım amaçlarına göre arkeolojik kazılarda seramik yüzeylerde kullanılan lazerler, sofra eşyası ve hediyelik eşyalarda markalamaya yönelik kullanılan lazerler, kaplama endüstrisinde kullanılan dekorlamaya yönelik lazerler gibi kullanımları mevcuttur. Çalışma kapsamında yüzey desenlemeye yönelik uygulamalar yapılacağı için seramik malzemeye yönelik doğrudan yüzey işleme lazerleri ile konu sınırlandırılmıştır.

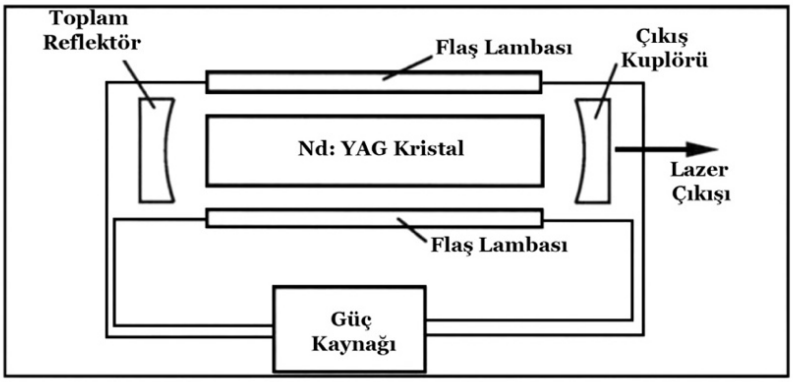
2.2.2.1. Nd:YAG Lazerler:

Seramik dekorlama alanında kullanılabilen güncel lazer teknolojisi olan Nd:YAG lazerler[66], sır altı dekorlama yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı seramik pigmentleri lazer radyasyonuna duyarlıdır ve lazer ışını uygulama esnasında yüzeyde kontrastlar veya izler oluşturur. Bu kontrastı

[66]YAG (Yttrium-Aluminium-Garnet) lazer sürekli modda çalışır ve silindir çubuğu vardır. Bu çubuk, kristal malzemeden yapılmıştır ve çubuğa lazer malzemesi olan neodimyum (Nd) ilave edilir.

kullanarak dekoratif uygulamalarla tasarımlar yapmak mümkündür. Lazer ışını, maruz bırakılacak yüzeylerede inorganik renklendirici olmayan bileşiklerin eklenmesi ile görsel olarak algılanamayan çok küçük boyutlu işaretlerin yapılmasına dahi olanak sunmaktadır. Bir enerji kaynağı olarak lazerler, bir sır veya mürekkebin seçici olarak pişirilmesi için kullanılabilir. Burada pişirme yalnızca lazer ışınının uygulandığı alanlarda gerçekleşir (Noguera-Orti vd., 2004, s. 187). Nd:YAG lazerin frekans aralığı max 250,00kHz ve Min: 0,02 kHz'dir. Dijital kontrol bitleri arası güç maksimum 255, minimum 1'dir (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 168).

Nd:YAG lazerlerde gereken lazer gücü miktarı, işlenecek yüzey malzemesinin veya malzeme grubunun optik ve termal özellikleri incelenerek belirlenmektedir. Termal özellikler iki temel kategoriye ayrılabilir: İlk kategori, malzemeyi eritmek ve buharlaştırmak için gereken ısı kapasitesi, gizli ısı ve buharlaşma ısısı enerji miktarını belirlenmesidir. Seramik malzemelerin işlenmesi, daha yüksek gizli ısıları nedeniyle plastiklere göre genellikle daha yüksek lazer gücüne ihtiyaç duymaktadır. İkinci kategori ise işlem sırasında çevredeki malzemeye iletilen enerjiyi belirlenmesidir (Chryssolouris, 1991, s. 39). Nd:YAG lazer şeması (Görsel 71)'de sunulmuştur.



Görsel 71. Nd:YAG Lazer Şeması (Chryssolouris, 1991, s. 38).

Noguera-Orti vd. (2004), "*Lazer Teknolojisinin Seramik Tasarıma Uygulanması"* adlı makale çalışmasında ALICER laboratuvarlarına kurulan Nd:YAG için; lazer kafası, 1064 nID, 50 W. olan, lazer kafasına monte edilmiş, standart lensli, işlem alanı 114xl14 mm olan tarama sistemi ile harici soğutma suyundan bağımsız, bilgisayar, güç kaynağı ve su/hava soğutucusu içeren kontrol kabinli lazer makinasını kullanarak seramik yüzeyine desen uygulama çalışmaları gerçekleştirmiştir. (s.181). Sırlı yüzey üzerine lazer uygulama örneği (Görsel 70), ve engoblu yüzey üzerine lazer uygulama örneği (Görsel 72)'de sunulmuştur.

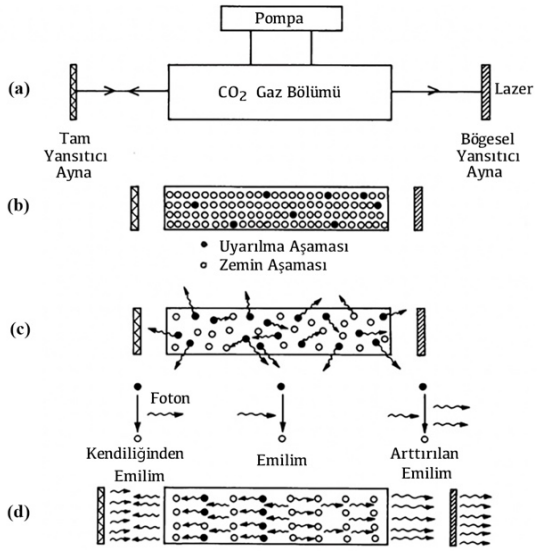
Görsel 72. Sırlı Yüzey Lazer Uygulama Örneği (Noguera-Orti vd. 2004, s. 184).
Görsel 73. Engob Yüzey Üzerine Lazer Uygulama Örneği (Noguera-Orti vd. 2004, s. 184).

Sonuç olarak bu lazerler, diğer endüstriyel sektörlerde olduğu gibi yakın gelecekte seramik sektöründe de farklı uygulamaların gerçekleştirilmesini sağlayacak çok yönlü araçlar olarak değerlendirilmektedir (Noguera-Orti vd., 2004, s. 187).

2.2.2.2. Karbondioksit (CO_2) Gaz Lazerler:

Günümüzde, lazer teknolojisinin seramik endüstrisi tarafından kullanılmakta olan yüksek hızlı işleme ve kalın malzemelerin işlenmesine olanak tanıyan yüksek çıkış güçlerine sahip bir diğer lazer türü karbondioksit (CO_2[67]) gaz lazerlerdir ve bu lazerler seramik işlemede yeni uygulamalar ve olanaklar yaratmıştır (Lal ve Jain, 2013, s. 703). $C0_2$ gaz lazerleri 9 ila 11 xm arasındaki dalga boylarında yayılmakta ve en güçlü emisyon, genellikle dalga boyu olarak 10,6 um civarında olup bu dalga boyları da seramikler için yeterlidir (Hitz vd., 2012, s. 239). $C0_2$ gaz lazerler, yüksek verimlilik ve yüksek çıkış gücünün birleşimine sahiptir. Giriş gücünün %5-20'si çıkış ışınında ortaya çıkar; bu, bazı yarı iletken ve fiber lazerlerden daha düşük olmasına rağmen herhangi bir gaz lazeri arasında en yüksek değerdir. Bu yüksek verimlilik hem güç tüketimini hem de ısı dağılımını sınırlar ve böylece endüstriyel $C0_2$ gaz lazer, 1 W'tan 10 kW'a kadar sürekli güç üretebilmektedir (Hitz vd., 2012, s. 239). Belirli uygulamalar için çeşitli $C0_2$ gaz lazer türleri geliştirilmiş olup $C0_2$ gaz lazerleri verimli olmasının yanı sıra, genellikle sürekli bir ışın üretir ancak aynı zamanda deşarj voltajını modüle ederek darbeli de olabilmektedir (Hitz vd., 2012, s. 243) CO_2 gaz lazer için, uyarılmış emisyon ve lazer ışınının oluşumu şematik olarak (Görsel 74)'de sunulmuştur.

[67] CO_2; Karbondioksit bileşiğinin kimyasal formülüdür.



Görsel 74. Sürekli Dalga CO2 Gaz Lazerinin Şematik Kurulumu. (a) Makinenin Ana Bileşenleri. (b) Enerji Pompalamanın Başlangıç Aşaması. (c) Ortamdaki Atomların Lazer Emisyonuna Yol Açan Uyarılması ve Uyarılmasının Ortadan Kaldırılması. (d) Uyarılmış Emisyon ve Lazer Işınının Oluşumu (Majumdar ve Manna, 2003, s. 499).

CO_2 Gaz lazerin frenkans aralığı max 250,00 kHz ve min: 0,02 kHz'dir (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 167). Seramik alanında kullanılmakta olan CO_2 gaz lazerler kesme ve delme, yüzey markalama, yüzey temizleme gibi termal işlemler ile tercih edilmektedir. Her bir uygulama için lazer parametrelerinin doğru şekilde ayarlanması ve uygun güvenlik önlemlerinin alınması önemlidir ve seramik malzemeye yönelik makine örnekleri (Görsel 75)'de sunulmuştur.

(a) **(b)**

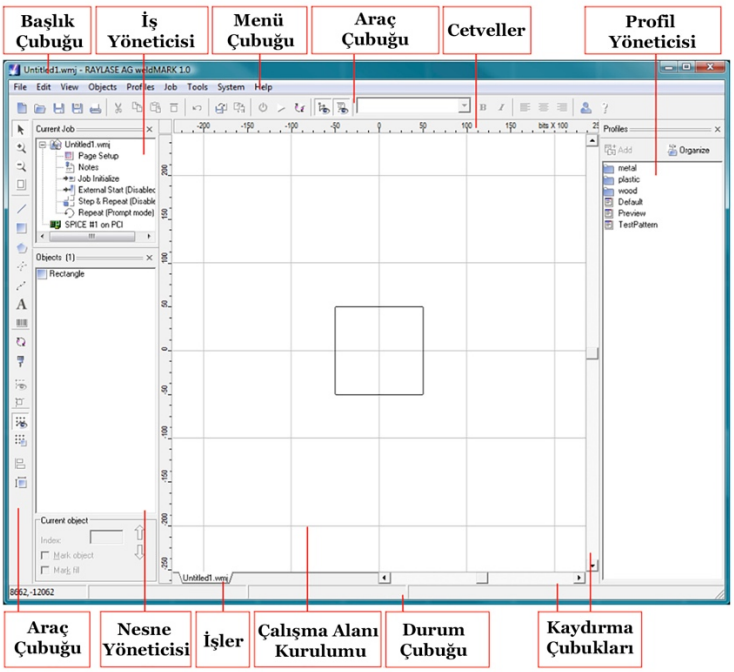
Görsel 75. (a). OT-LAS BX Seramiklerin Lazerle İşaretlenmesi ve Kazınması İçin Makine.
(b). OT-LAS BX Seramiklerin Lazerle İşaretlenmesi ve Kazınması İçin Makine. Erişim: 19.07.2023, https://www.otlas.com/en/materials/ceramics/

2.2.2.2.1. CO_2 Gaz Lazer Isıl İşlem İçin İş Akışı

Lazer ile ısıl işlemde iş akışı, işlenecek malzemenin türüne ve işlemin gereksinimlerine bağlı olarak başlamaktadır. Uygulama yapılacak grafik görseli sayısal ortamda hazırlanmalı ve lazer işlemi için uygun bir formata dönüştürülmelidir. Tasarım, lazer kontrol yazılımı tarafından işlenebilecek bir dosya haline getirilmelidir. Lazer ile ısıl işlemde çeşitli lazer makinaları çeşitli yazılımlar ile iş sürecini yönetmektedir. Her bir lazer uygulaması veya makine üreticisi genellikle kendi yazılımlarını sağlar veya belirli yazılımlarla uyumlu olacak şekilde yapılandırılmıştır. Lazer için uygun olan tasarım geliştirme ve uygulama sürecinde hangi yazılımın kullanılacağı genellikle kullanılacak lazer makinesinin markası ve modeline bağlıdır. Adobe Creative Cloud (CC), AutoCAD, Siemens NX, Fusion 360, SketchUP, RhinoCeros, 3DsMax, Blender, Mudbox, ZBrush, SolidWorks, Cinema4D, Maya gibi programlar seramik malzemesine yönelik kullanılmakta olan bilgisayar destekli tasarım programlarıdır ve bu programlardan hangisinin kullanılacağı kişisel tercih ve proje gereksinimlerine bağlı olarak değişmektedir. Seramik alanında kullanılan ancak bunlarla sınırlı olmayan bilgisayar destekli programlar örneği (Görsel 76)'da sunulmuştur.

Görsel 76. Ceyda Sıkı, Seramik Alanında Kullanılan Bilgisayar Destekli Programlar, 2024.

Bu çalışmada CO_2 gaz lazer makinasında kullanılan program WeldMARK 2.0.'dır. WeldMARK, lazer işleme yazılım paketidir. Kullanıcının metin, barkod veya grafik öğeleri oluşturmasını veya içe aktarmasını ve kullanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu program, lazer parametrelerinin hassas kontrolüne olanak tanımaktadır. İşlem sırasında da ekrandaki nesnelerin ölçeklendirilmesi, taşınması ve döndürülmesi gibi otomasyon komut dosyalarının oluşturulmasına yönelik otomatik bir proses ortamına entegrasyon için gerekli tüm unsurları ve araçları içerir. Yazılım, (i) tüm düzenleme işlemleri, (ii) yalnızca operatör arayüzü, (iii) dokunmatik ekran yüzü olarak 3 farklı erişim düzeyine sahiptir tüm düzenleme işlevlerine sahip ara yüz görseli (Görsel 77)'de sunulmuştur (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 6-11).



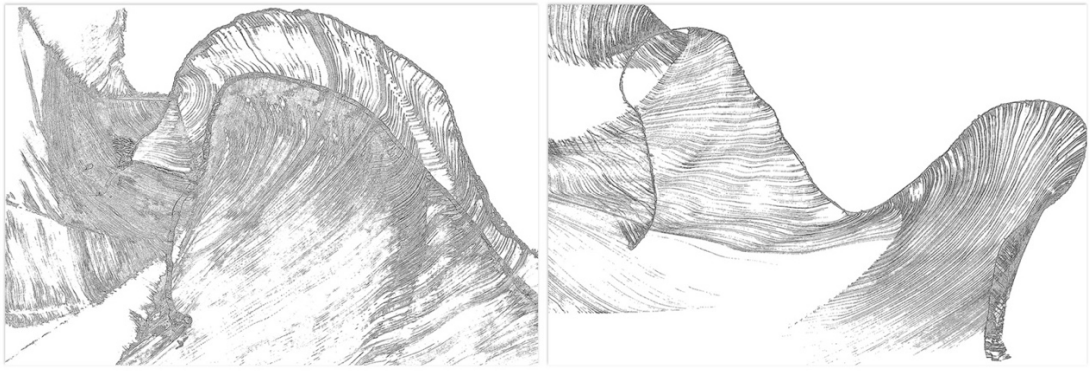
Görsel 77. WeldMARK 2.0 Tüm Düzenleme İşlemleri Ara Yüz Görseli (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 11).

Herhangi bir dijital proje üzerinde çalışırken her biri farklı şekillerde oluşturulan ve farklı projeler için daha uygun olan raster[68] ve vektör[69] olmak üzere iki farklı görüntü dosyası türü vardır. Matematiksel olarak vektör grafikleri, çizgilerle birbirine bağlanan bir dizi nokta olarak tanımlanmakta olup, veride kalite kaybı olmadan gerektiği gibi ölçeklendirilebilirler ve lazer işleme sistemleriyle kullanım için idealdirler. Bir bitmap[70], piksellerin dikdörtgen şeklinde gruplandırılmasıdır. Lazer için bitmap rasterleştirilmeli ve rasterin simüle edilmesi gerekir. WeldMARK, tek renkli, gri veya renkli içeriğe sahip bitmap dosyalarının içe aktarılmasını destekler. İçe aktarıldıktan sonra, tüm görüntüler otomatik olarak gri ölçekli görüntülere dönüştürülür. Bitmap nesnelerine, ekranda nasıl görüntüleneceklerini ve lazer işleme sırasındaki davranışlarını belirleyen özellikler atanır (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 31-38).

Bu çalışma kapsamında uygulanacak desenler sayısal ortama aktarılmış olup Adobe Photoshop yazılımında lazer makinasında işlem yapılacak WeldMARK 2.0 programına uygun şekilde hazırlanmıştır. Lazer ışını uygulanacak yüzey, lazer makinasına yerleştirilmeden önce ışının uygulanacağı alan belirlenmek üzere yüzeye işlenecek grafik ve ayrıca şablon olarak işlenmeli ve

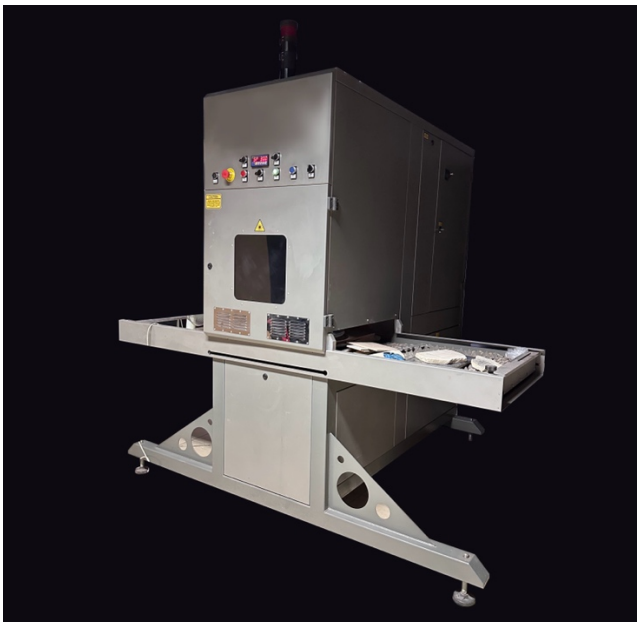
[68]Raster dosyaları, sabit sayıda kare pikselden oluşmaktadır. Yani, görüntünün piksellerin doldurması gereken alan miktarını aşacak şekilde yeniden boyutlandırıldığında raster dosyaları bozulabilir (Adobe, t.y.).
[69]Vektör görüntüleri piksel kullanmaz, ızgaraya sabitlenmiş noktalar kullanılarak matematiksel denklemlerle, çizgilerle ve eğrilerle oluşturulmaktadır. Böylece görüntüler, çözünürlükten ödün verilmeden sonsuz olarak daha büyük veya daha küçük hale getirilebilir. Temel olarak, vektörler yeniden boyutlandırıldığında kaliteleri değişmez. Vektör dosyaları, matematiksel formüller kullanılarak oluşturulduğundan, vektör dosyaları ne kadar büyük ya da küçük olursa olsun bulanık veya bozuk görünmez (Adobe, t.y.).
[70]Bitmap modunda, bir görüntüdeki pikselleri temsil etmek için iki renk değerinden (siyah veya beyaz) biri kullanılır. Bitmap modundaki görüntüler, bit derinlikleri 1 olduğundan, bit eşlemli 1 bitlik görüntüler olarak adlandırılır (Adobe, 2023).

obje ya da ürün o alana yerleştirilmelidir. Çalışma kapsamında bir projeye ait grafik görseli (Görsel 78)'de sunulmuştur.



Görsel 78. Lazer ile Isıl İşlem için Şablon Grafikler (Kişisel Arşiv).

Dekorlama ve pişirim için tercih edilecek lazer ışın gücü, proses verimliliğini en üst yüzeye çıkartma ve hasarı en aza indirmek doğrultusunda kullanılacak malzeme yüzeyinin ablasyon değerinden daha yüksek olarak tercih edilmelidir. Aksi halde işlem yüzey üzerinde istenilen sonuçlar vermeyecektir. CO_2 gaz lazerler düşük enerji seviyesinde olduğundan seramik bünyelerde uygulanan çalışmalar ile işlem sadece yüzey üzerinde gerçekleşir. Bu çalışma kapsamında kullanılan CO_2 gaz lazer makinası diğer lazer makinalarına göre daha düşük güçte olup oyma ve kesmeye yönelik değildir. Makina lazer ışığının yönlendirilmesi ve odaklanması için optik sistemler içermektedir ayrıca, lazer ışın kafası sabittir. Kabine yerleştirilen malzeme el ile yerleştirilmektedir. CO_2 gaz lazer makinası, gerekli olan yüksek voltajlı güç kaynağına sahiptir. Uygulama çalışmalarında kullanılan lazer makinesi (Görsel 79)'da sunulmuştur.



Görsel 79. Uygulama Çalışmalarında Kullanılan CO2 Gaz Lazer Makinası (Kişisel Arşiv).

Lazer parametrelerinin ayarlanması ve işlemin yönetilmesi için kontrol sistemi içermektedir. CO_2 gaz lazerin ısı işlemi için uygun parametreler belirlenmelidir. Bu parametreler, işlenecek malzemenin türüne, kalınlığına, işlemin hızına ve istenen sonuca bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Lazerin gücü, odak uzaklığı, hızı ve yoğunluğu gibi faktörler, işlemin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için ayarlanmalıdır. Uygulama çalışmalarında tercihe bağlı olarak 50-70 W/ mm^2, frekans değeri: 2-5.00 kHz değerleri arasında kullanılmıştır. İşleme başlamadan önce ışın atış hızı vb. gibi parametreler için test baskılar yapılmalıdır. Aksi halde telafisi edilemeyen hatalar meydana gelebilmektedir. İşlem süresi ve karmaşıklığı, işlenecek seramik parçasının özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Tercih doğrultusunda lazer parametreleri değiştirilebilir. Renk alternatifi yakalamak için yüzey sadece lazer ışınına maruz bırakılabileceği gibi yüzey üzerine farklı boyar maddeler de uygulanabilmektedir. İşlemin karmaşıklığına ve özel gereksinimlerine bağlı olarak değişkenlikler olabilmektedir.

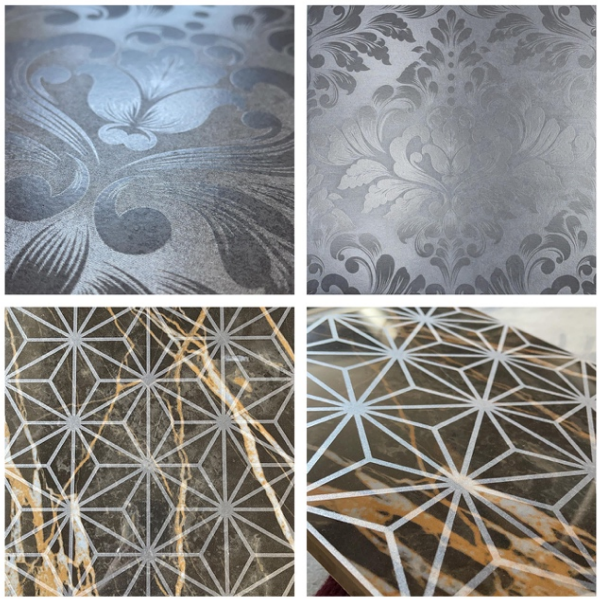
Lazer ışını gözlerde ve ciltte ciddi yaralanmalara neden olabilmektedir. Lazer işleme başlamadan önce ışın yolunda yansıtıcı nesneler olmadığından emin olunmalıdır. Görünüşte mat olan nesnelerin bile lazer ışınlarının dalga boyunu yansıtabileceğini unutulmamalıdır. Uygulama alanındaki tüm personel uygun lazer koruma gözlükleri takmalı veya kabin tamamen kapatılmalıdır (Raylase Focus on Laser, t.y., s. 117). Her aşama doğru bir şekilde yönetilmeli ve güvenlik önlemleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Lazerlerin kullanımıyla ilişkili belirli tehlikeler vardır, en dikkat çekici olanı gözlerin zarar görmesi riskidir. Yüksek güçlü lazerler cilt yanıklarına neden olabilir. Lazer kullanımının güvenliğiyle ilgili konular, uzun yıllardır yoğun bir şekilde araştırılmaktadır ve bu süre zarfında lazer güvenlik standartları geliştirilmiştir. Lazer güvenliğine genellikle lazer ışını tarafından yayılan ışığa odaklanılmıştır, ancak diğer potansiyel tehlikeler de mevcuttur. Bunlar arasında elektrik çarpması riski, lazerlerde ve ilgili ekipmanlarda kullanılan zehirli veya aşındırıcı maddeler, kanserojenlerin kullanıldığı boya lazerleri ve lazerle hedef malzemelerin buharlaşmasıyla oluşabilecek zararlı buharlar bulunur. Muhtemelen en tehlikeli yönü, lazerin güç kaynağı olan elektrik sistemidir. Lazer güç kaynaklarıyla temas, bir dizi kişiye elektrik verme riski taşır. Elektriksel tehlikeler, yalnızca lazerlere özgü değildir; diğer yüksek voltajlı elektrikli ekipmanlarla kullanılan önlemler de geçerlidir (Ready, 1997, s. 223). Dünyanın çoğu yerinde geçerli lazer güvenlik standardı, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) tarafından belirlenmekte olup lazerler veya lazer cihazları herhangi bir Avrupa ülkesinde ve ABD dışındaki diğer birçok uluslararası ülkede kullanılıyor veya satılıyorsa, sınıflandırma ve etiketleme amaçları için uygun standart, uluslararası IEC 60825 standardıdır. Avrupa'da bu standart, EN 60825 olarak bilinen bir Avrupa Normatif standardı olarak benimsenmiştir ve her Avrupa ülkesi, bu standardın, örneğin BS EN 60825 olarak

bilinen İngiliz Standartları versiyonu gibi kendi versiyonuna sahip olacaktır. EN 60825'in farklı ülkelerdeki versiyonları arasında küçük farklılıklar olabilir ve bunlar kısmen standardın o ülkenin ana diline çevrilme sürecinden kaynaklanmaktadır.[71]

2.2.2.3. Lazer Yüzey İşleme Teknolojisinin Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Tasarım Örnekleri:

Lazerin çok yüksek çözünürlüğü sayesinde, olağanüstü hassasiyetle işlenmiş yazıları, tasarımları ve görüntüleri yüzey üzerine temassız uygulamak mümkündür ve lazer işlemenin hassasiyeti, hasar ve çatlakları önleyerek malzemenin bütünlüğünü korumaktadır. İşlem sonucunda hem kalite hem de çok yönlülük açısından daha iyidir ve seri olarak kolayca çoğaltılabilen özel dekorasyonlara izin vermektedir. Lazer teknolojisi sayesinde seramikler üzerine özellikle ayrıntılı grafikler uygulamak ve olağanüstü bir kişiselleştirme düzeyi elde etmek de mümkündür (Alitim Laser, 2017). Alitim Laser firmasına ait seramik yüzeyine lazer ile dekor oluşturma uygulama örnekleri (Görsel 80)'de sunulmuştur.



Görsel 80. Alitim Laser, Lazer ile Seramik Yüzey Markalama ve Kazıma Örnekleri.
Erişim: 2.01.2024, https://www.alitim.it/marcature/marcature-e-incisione-laser-marmo-e-ceramica.html

Lazer ışını ile yüzeyde yapılan dekorlarda, işlemlerden dolayı atık üretmez ve kirletici mürekkeplerin kullanılmasını gerektirmez. Tüm bu hususlar, lazeri hem finansal açıdan hem de çok düşük çevresel etkisi açısından değerli bir kaynak haline getirmektedir. Bu şekilde, logolar, ifadeler, süslemeler, resimler porselen veya seramik yüzeylere hızlı bir şekilde ve düşük güç

[71]Lazer Güvenlik Standartları detaylı bilgi için bknz: Lucid: Optical Services Ltd. Erişim: 21.01.2024, https://www.lucidos.co.uk/lasersafety/lsstandards.htm

tüketimi ile uygulanabilmektedir. OT-LAS[72] firmasına ait farklı renklerde ve ebatlarda düz, yapılı veya hafif pürüzlü seramik yüzeylerinde uygulama örnekleri (Görsel 81)'de sunulmuştur.

Görsel 81. OT-LAS Firması Seramik Yüzeye Lazer Isıl İşlem Uygulama Örnekleri. Erişim: 21.10.2021, https://www.otlas.com/en/materials/ceramics/

Sartoceramica firmasına ait *Ricami* serisi, lazer teknolojisinin seramik alanında kullanımına örnektir. Maksimum 100x100 cm boyutuna kadar seramik yüzeyine hem klasik hem de çağdaş tarzlar için ideal süslemeler çalışmasını barındırmakta, yüzeyi süsleyen ışık yansımaları ve narin dokular ile yanardöner bir etki için sonsuz noktalar ve çizgiler oluşturarak yüzeyde yeniden yaratılan antik bir cazibeye sahip süslemelerden oluşmaktadır (Sartoceramica, 2021). Lazer teknolojisinin seramik alanında kullanımı özellikle karo için alt tabakayı hafifçe çizerek, ağırlık yapmadan süsleyen hassas desenler ortaya çıkarılmasına olanak tanımaktadır. Lazer ile ısıl işlem, yüzeye ışık geldiğinde ve yansıdıkça her zaman yeni dokular ve görsel efektler yaratmaktadır. Bu tür yüzey işemeden sonra özel bir bakım gerektirmemekte olduğu için günümüzde en sık tercih edilen desenleme yöntemlerindendir. (Sartoceramica, t.y.). Satoceramica firmasının seramik karo yüzeyine lazer ile dekor uygulama örnekleri (Görsel 82, 83)'de sunulmuştur.

[72]OT-LAS. Ceramics. Erişim: 21.10.2021, https://www.otlas.com/en/materials/ceramics/

Görsel 82. Ricami, Lazer ile Yüzey Dekorlama Seramik Karo Örnekleri. Erişim: 2.01.2024, https://sartoceramica.it/?tag=formigine

Görsel 83. Ricami, Lazer ile Yüzey Dekorlama Seramik Karo Örnekleri. Erişim: 2.01.2024, https://sartoceramica.it/?page_id=40

2.2.2.4. Lazer Yüzey İşleme Teknolojisinin Seramik Alanında Kullanımına Yönelik Güncel Sanat Örnekleri:

Betül Aytepe *"Lazer Aşındırma Yönteminin Grafik ve Seramik Alanlarında Uygulanmasına İlişkin Öğretim Programı Tasarısının ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi"* adlı doktora tezi çalışmasında (2013), grafik ve seramik alanlarında lazer aşındırma yöntemi kullanılarak ürün oluşturulabilmesine yönelik öğretim programı modeli hazırlamak, uygulamak ve sonucu değerlendirmek amacı ile çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı, elle şekillendirme yaptığı ve 1050 ^{o}C bisküvisi yapılmış bünye üzerine lazer aşındırma çalışmaları yapmıştır ve çalışma görseli (Görsel 82)'de sunulmuştur. Yine aynı şekilde seramik ana bilim dalı seramik öğrenci uygulaması olan *"Kobalt ve Opak Sırlı Seramik Yüzey Üzerine Lazer Aşındırma"* uygulaması yapılan birinci pişirimi 980 ^{0}C ve ikinci ve üçüncü pişirimi 1030 ^{0}C'de pişirilen modüler duvar panosu örneği (Görsel 84)'de sunulmuştur.

Görsel 84. Betül Aytepe, Kadının Halleri, Seramik Elle Şekillendirme, 1050 oC, Füzyon Cam, 970 oC, Lazer Uygulama: Bisküvisi Yapılmış Bünye Üzerine Lazer Aşındırma (Aytepe, 2013, s. 172).

Görsel 85. Seramik Öğrenci Uygulaması II. Kobalt ve Opak Sırlı Seramik Yüzey Üzerine Lazer Aşındırma. Modüler Duvar Panosu, Döküm. I. Pişirim 980 oC., II.ve III. Pişirim 1030 oC (Aytepe, 2013, s. 168).

Efe Türkel, CO_2 Gaz lazer ile seramik yüzeyler üzerinde desenlemeye yönelik çalışmalarını kapsayan *"Başka Bir Dünya"* adlı sergisinde, farklı ebatlarda seramik karo yüzeyine desen çalışması yapmıştır. Çalışmasında, tarihin ve belleğin kadim dönemlerine dair hayali bir yolculuk yaparak semboller, inanışlar ve kültürlerin etkisinde yeni nesneler ve ütopik tasvirler sunmaktadır. Sanatçının 2022 yılında gerçekleştirdiği *"İz"* adlı 40x40 cm ve *"Gölge"* adlı 30x30 cm seramik karo yüzeyine lazer ile dekor uygulama çalışma örnekleri (Görsel 86, 87)'de sunulmuştur.

Görsel 86. Efe Türker, İz, 40 x 40 cm Seramik Karo Yüzeyine Lazer ile Dekor Tekniği, 2022 (Kişisel Arşiv).
Görsel 87. Efe Türker, Gölge, 30x30 cm Seramik Karo Yüzeyine Lazer ile Dekor Tekniği, 2022 (Kişisel Arşiv).

Selami Torun, kırmızı bünyeli 30 cm çapındaki farklı tasarımlara sahip seramik tabaklar yüzeyine lazer ile dekorlama çalışmaları yapmıştır. Çalışmalarında doğal motiflerin yanı sıra geometrik ve mitolojik figürlerin yeniden işlenmesi odaklı olarak farklı frekanslarda çalışmalarını sürdürmüştür. Soyut ve minimalist bir yaklaşımla figürleri yeniden yorumlamıştır. Bu figürleri teknolojik yeniliklerle birleştirmiştir ve teknoloji ile daha detaylı ve hassas desenler oluşturmuştur. Lazer ile dekorlama örnekleri (Görsel 88)'de sunulmuştur.

Görsel 88. Selami Torun, 30 Ø Seramik Yüzeyine Lazer ile Dekor Uygulamaları, 2014 (Kişisel Arşiv).

Eskişehir Tepebaşı Belediyesi tarafından düzenlenen, 10. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu davetli sanatçısı Selami Torun tarafından 20x20 cm kırmızı bünyeli seramik karolar yüzeyine lazer teknolojisi ile desen uygulama çalışması yapılmıştır. Çalışmalar, Eskişehir Tepebaşı Belediyesi binası girişi dış mekân ve meclis salonu iç mekân olarak uygulanmıştır. Uygulama çalışmaları (Görsel 89)'da sunulmuştur.

Görsel 89. Selami Torun, Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, Lazer ile Seramik Yüzey Dekor Çalışması, 2016. Erişim: 10.08.2023, http://pismistoprak.tepebasi.bel.tr/sanatcilardetay.asp?id1=10

Temassız baskı olarak dijital dekorasyon teknolojileri inkjet ve lazer teknolojileri ile, sanat tasarım ve mimari alanlarını daha da yakınlaştırmakta bilim insanları ile birlikte hem teknolojiden faydalanmak hem de teknolojik gelişmelere destek olmak adına uygulayıcılarına birlikte çalışma imkânı sunmaktadır. Bu teknolojiler, geleneksel yöntemlerle elde edilemeyen detaylı ve hassas desenler oluşturabilir, bu da deneysel tasarım sürecini zenginleştirmektedir. Deneysellik doğası gereği, fikirlerin hızla test edilmesi ve uygulanması içermektedir. İnkjet baskı teknolojisi ve lazer ile ısıl işlem teknolojileri tasarım değişikliklerini kolayca uygulama ve prototipleri hızla üretme imkânı sunarak hız ve esneklik sağlamaktadır. Deneysellik, sanatın sınırlarını zorlarken, lazer ve inkjet baskı teknolojileri de bu sınırları genişletmek için bir araç sunmaktadır.

Bu teknolojiler, seramik malzeme yüzeyine dekor uygulamasında hassaslığı arttırarak daha karmaşık tasarımların ve detayların üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra uygulama aşamasında tasarımlara dijital müdahaleler edilebildiğinden daha hızlı ve verimli bir üretim süreci sunmaktadır. Tercih doğrultusunda farkı ebatlarda seramik yüzeylerinde uygulama yapılabilmektedir. Bu da çeşitliliği desteklemektedir.

Seramik sanat, tasarım ve mimari alanlarında eğitim, araştırma ve üretimde bilgisayar başta olmak üzere bilimsel gelişmeler ve yeni teknolojiler ile üretim metodlarındaki gelişmelerden üstüne düşeni almış olup birçok değişim ve dönüşümleri barındırmaktadır. Uygulayıcıların, çalışmalarını oluşturma ve sunma yöntemlerinden bunların gerçekleştirilme biçimlerine kadar olan süreçte kullanabileceği teknolojiler vardır ve bunlar çok sayıda farklı teknikler barındırması ile sayısız yenilikçi ve deneysel fırsatlar sunmaktadır.

Dezavantajları ise, kullanılan sarf malzemeler ve yazılımların maliyeti ile yatırım maliyeti yüksektir. Bu durum erişilebilirliği kısıtlamaktadır. Ayrıca makinalar, düzenli bakım ve onarıma ihtiyaç duymaktadır. Karmaşık mekanik ve elektronik bileşenlere sahip olduklarından, arızalar veya performans düşüşleri meydana gelebilmekte ve bu da işletme maliyetlerini artırabilir ve üretim

sürekliliğini etkileyebilmektedir. Bu teknolojilerin endüstride kullanılabilmesi seri üretime uygun seramik beseleme bant ile birlikte kullanılması ile desteklenmektedir. Üretimde bir aksama olduğunda özellikle inkjet baskı makinası kafaları için önlem alınmalıdır. Bu teknolojiler henüz rölyefli yüzeyler dahil 2 boyutlu yüzeylere işlem yapabilmektedir. Bu da form yüzeylerine baskıyı imkansız hale getirmektedir. Baskı kafalarında ilerlemeler ile gelecek yıllarda bu kısıtlamanın ortadan kalkması beklenmektedir. Ve son olarak inkjet baskı ve lazer teknolojisinin çevresel etkileri de göz ardı edilmemelidir. Özellikle, baskı mürekkepleri veya lazer işleme kimyasalları gibi potansiyel olarak zararlı atıkların yönetimi ve bertarafı önemli bir endişe kaynağı olabilmektedir. Bu dezavantajlar, inkjet baskı ve lazer teknolojisinin seramik alanında yaygın olarak kullanılmasını kısıtlayabilir veya belirli uygulama senaryoları için uygun olmayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, kullanıcılar, bu teknolojileri kullanmadan önce dikkatlice değerlendirme yapmalı ve avantajları ile dezavantajları arasında denge kurmalıdır.

Bu bölümde ileri teknolojilerden inkjet baskı ve lazer teknolojisinin ele alınmasının sebebi deneysellik kavramı bu teknoloji olanakları ile seramik malzemesine uygulanacak yeni fırsatlar yaratılacaktır. Bu teknolojiler henüz çok yeni ve gelişmeye açık teknolojilerdir. Her geçen gün alana yeni malzeme olanakları da dahil olmak üzere tasarlama ve üretme alanında yeniliklerle karşılamak mümkündür. Bu teknolojiler tek başına kullanılabildiği gibi birliktelik ile yeni teknolojilerin ya da süreçlerin doğmasına olanak sağlayacağı görülmektedir.

Kuantum fiziği, ileri teknolojik gelişmelerin temelinde yatan birçok ilginç olgu ve prensibe sahiptir ve bu nedenle gelecekte daha fazla keşif ve uygulamaya yol açabilir. Lazer ve inkjet baskı, sanatın dijitalleşmesini hızlandırırken, sanatsal eserlerin kuantum dünyasıyla olan ilişkisi, izleyiciyi hem düşünmeye hem de hayranlıkla izlemeye yönlendirir.

3. BÖLÜM: KOLEKSİYON VE UYGULAMALAR

Bilimin temeli olan deney kavramı, farklı zamanlarda farklı anlamlara gelmektedir. Bugün bile deneyler ve teoriler arasındaki etkileşimin doğası tartışmalı olmaya devam etmektedir. Geçmişteki araştırmalar, bazen ima edildiği gibi, bugün memnuniyetle deney diyebileceğimiz araştırma yöntemlerinden hiçbir şekilde yoksun değildi. Antik Yunan yazarları hidrolik, hava ve su basıncı üzerine yapılan deneyleri anlatırlar. Yunanca metinler şu iddialarla doludur: "X yaparsan Y'yi görürsün". Bu iddialardan bazılarının teste tabi tutulmamış olması muhtemeldir, fakat bunlar sadece soyut akıl yürütmeye değil, deneyime de değer verildiğini göstermektedir. Klasik ve Orta Çağ metinlerinde *Experientia* ve *Experimentum* kelimeleri daha çok kullanılır. Böylece deneyler, Orta Çağ'da genellikle bir teoriyi ya da fikri değerlendirmekten ziyade kanıtlamak için yürütülmüştür. Fakat bilim insanları, modern bilim insanının tanıyacağı şekillerde tesadüf sonuçtan ziyade, kontrollü koşullar altında gözlemlenebilen süreçleri içeren çalışmaya on yedinci yüzyılda başlamıştır (Ball, 2023, s. 6-24). Gözlem ve ölçümle birlikte deneyin temel araştırma yöntemi olarak sistematik kullanımı, modern doğa bilimlerinin en karakteristik özelliklerinden biridir. Bu dönemde, gözlem ve deneyler yoluyla doğrulanabilen bilimsel teoriler geliştirilmiş ve bilgiye deneysel dayanaklar eklenmiştir. Daha sonra da deneysel gözlemlerle birlikte teorik çalışmaların bir ürünü olarak atom modeli evrimi ortaya çıkmıştır. Atomun varlığı ve özellikleri hakkındaki düşünceler, Antik Yunan'dan itibaren var olmuştur; ancak, modern atom teorisi deneysel gözlemler ve teorik çalışmaların birleşimiyle şekillenmiş, deneysel doğrulamalarla desteklenmiş ve bilimin anlayışını daha da derinleştirmiştir.

Atom kavramı, 2400 yıl önce formüle edilen bir Yunan fikrinden türetilmiştir. Filozof Demokritos, maddenin atomos adını verdiği bölünmez, yok olmayan ve değişmeyen parçacıklardan oluştuğunu savunmuştur. Mantıksal argümana dayanan parlak bir içgörüydü bu, ancak Demokritos kavramlarından hiçbirini deneysel olarak test etmeyi seçmemiştir. Çağdaşlarının çoğu gibi o da, doğanın gizemlerini tek başına mantığın çözebileceğini düşünmüştür. Sonraki 22 yüzyıl boyunca atom, insanın hayal gücü üzerinde neredeyse hiçbir etki yaratmamıştır. 19. yüzyılın sonuna gelindiğinde, bilim aynı zamanda doğanın sırlarını en derin düzeylerde açığa çıkarabilecek kapasitede görünüyordu. Atom yararlı bir fikirdi ama herhangi bir mikroskopta görülemeyecek kadar küçüktü, dolayısıyla varlığı doğrulanamadı. Hiç kimse moleküllerin şekillerinin, kimyasal bileşiklerdeki atomların özel dizilişlerinin bir ağaca güç verebileceğinden, bir başka düzenlemenin de yapraklarının şeklini kontrol edebileceğinden şüphelenmedi. Bilimde sıklıkla, bir araştırma alanındaki gözlemin sonunda başka bir alana şaşırtıcı yeni bir ışık tuttuğu görülür. Botanik alanındaki bir gözlem beklenmedik bir şekilde modern bilimin en önemli keşiflerinden birinin temellerini attı: atomun keşfidir (Bizony, 2007, s. 8- 12). Atomun içinde bulunan, atomdan daha

küçük boyutlardaki parçacıkları inceleyen teoriye ise kuantum (quantum) teorisi denmektedir (İnan, 1996, s. 50). Kuantum kavramı, etkileşim halindeki fiziksel bir varlığın en küçük parçasını ifade etmektedir (Işıklı, 2012, s. 4). Kuantum kuramının fikir babası Max Planck'tır ve sanki yoğun bir düşünce yüzyılını açarmış gibi fikrin tam 1900 yılında doğduğu söylenmekte olup benzersiz bir deneysel başarı elde etmiş, gündelik yaşamımızı değiştiren uygulamaların doğmasını sağlamıştır örneğin bilgisayar gibi. Kuantum kuramı, doğadaki olayların çoğunun anlaşılmasına yardımcı olmuştur ve bilim tarihinin en önemli buluşlarından biridir (Rovelli, 2017, s. 21-22).

Atomu yani maddeyi meydana getiren, atomdan daha küçük parçacıkların hiçbir kaideye uymayan tuhaf davranışlarını açıklayan kuantum, bilimde bir çığır açmıştır. Yürütülen deney çalışmaları ile bir atomun içindeki dünya anlaşılmış olup maser ve lazer, bilgisayar, hesap makinası gibi binlerce cihaz onun sonucu olarak, daha küçük boyutlardaki daha hızlı ve verimli olarak üretilmiştir (İnan, 1996, s. 52-53). Bu tür buluşlarda, yalnızca deneyler bu kadar garip gerçekleri ortaya çıkarabilir ve bizi dünya anlayışımızı gözden geçirmeye devam etmeye zorlayabilmektedir (Ball, 2023, s. 154). Kuantum kuramının denklemleri ve sonuçları, fizikçiler, mühendisler, kimyacılar, biyologlar tarafından pek çok farklı alanda her gün kullanılmaktadır (Rovelli, 2017, s. 24-25). Bunun yanı sıra kuantum ile ilgili yaklaşık 120 yıllık bir birikim söz konusudur ve bu süreç içerisinde dünya görüşümüz üzerine, felsefe ve diğer toplum bilimleri üzerine çeşitli ve derin etkileri olmaktadır (Işıklı, 2012, s. 8-9). Kuantum kavramı, soyut ve karmaşık bir kavramlar bütünüdür ve sanat eserlerinde yorumlanışı, soyut ve deneysel bir yaklaşımı gerektirir. Bu çalışmada eserlerde esin kaynağı kuantum kuramıdır ve eserler ile kuantum dünyasının gizemli doğası yansıtılması amaçlanmıştır. Kuantum kuramının teknolojiyle olan ilişkisi, eserlere modern bir dokunuş katmaktadır, ileri teknolojik sistemler olan inkjet baskı teknoloji ve lazer ile ısıl işlem teknolojisinin izlerini taşımaktadır. Uygulama çalışmaları kuantum kavramı temelinde her biri bir bileşen ile ilişkilendirilen 4 koleksiyondan[73] oluşmaktadır.

3.1. Koleksiyon 1: "ŞİMDİ NEREYE?"

Kuantumda, bir başka cisimle çarpışmadığı sürece hiçbir cismin belirli bir konumu yoktur. Parçacığın konumunu belirlemek için soyut matematiksel kavramlar kullanılır, gerçek uzay yerine soyut bir formülasyonla ifade edilir. Ve her bir cismin bir etkileşimden diğerine geçmesini sağlayan bu sıçramalar öngörülebilir bir biçimde değil, büyük ölçüde rastlantısal biçimde gerçekleşir. Bu durum, bir parçacığın belirli bir noktada yeniden ortaya çıkmasını önceden tahmin etmenin mümkün olmadığını, sadece olasılıkların hesaplanabileceğini göstermektedir (Rovelli, 2017, s. 24-

[73]Koleksiyon, "Öğrenme, yarar sağlama veya zevk amacıyla bir araya getirilmiş ve özelliklerine göre sınıflara ayrılmış nesnelerin bütünü, derlem" olarak tanımlamaktadır (TDK, 2023).

25). Kuantum kuramında belirsizlik ilkesi, bir parçacığın aynı anda hem konumunu hem de momentumunu kesin olarak belirlemenin imkânsız olduğunu belirtmektedir. Belirli bir şekil veya desenin tam olarak nasıl oluşacağını önceden tahmin etmeden, deneysel olarak belirsizlik temalı öngörülemeyen izler için bu çalışmada suluboya, guaj boya ve mürekkep ile farklı gramaj ve yüzeylerdeki kağıtlara farklı gramaj ve dokudaki iplikler ile iplik baskı tekniği uygulanmıştır. Suluboya, guaj boya ve mürekkep ile farklı renklerin ve desenlerin bir araya gelmesi, izleyicilere farklı kuantum durumlarının birleşimini düşündürmesi amaçlanmıştır. Buradaki ipliklerin kâğıda baskılarında oluşan desenler, kuantum dünyasının gizemli doğasını yakalamak için bir araç olarak kullanılmıştır.

Kuantum kuramında, bir parçacığın tam olarak nerede olduğunun ve hangi hızda hareket ettiğinin aynı anda belirlenemeyeceğini ifade edilmektedir. İp baskı tekniği ile de kâğıdın üzerinde rastgele ve beklenmedik desenler oluşturur, her bir baskının sonucunu tam olarak tahmin etmeyi zorlaştırır ve sonucun tam olarak kontrol edilmesini sınırlandırır. Bu süreç, kuantumda belirsizlik ilkesiyle paralellik gösterir, çünkü her adımda sonucu tam olarak önceden tahmin etmek mümkün değildir. Her bir baskı, belirli bir anı temsil ederken, aynı zamanda sonsuz olasılıkları da barındırmakta ve belirgin sınırları olmayan akışkan bir süreç barındırmaktadır. Bu eser çalışmaları ile izleyicilere kuantum dünyasının belirsiz doğasını anımsatması amaçlanmıştır.

İplik baskılar, çocukluk döneminde el becerilerini geliştirme ile dokunsal bir ifadeye olanak tanımaktadır. İplikleri kullanarak dokunma ve hissetme duyuları geliştirir. Bu da nesneler arasındaki farkları tanımaya ve deneysel olarak çalışmaya imkânı barındırmaktadır. Çalışmanın temelindeki iplik baskı tekniğinin bu eserlerde yeniden ortay çıkması, geçmişin geleceğe nasıl şekil verdiğini ve zamanın karmaşık doğasını özünde barındırmaktadır. Bu tür bir deneyin seçilmesinin amacı hem sanatsal ifadenin hem de yaratıcılığın keşfedilmesi odaklıdır. Süreç içerisinde su bazlı suluboya ve guaj boya ile mürekkep serbest ve akışkan bir şekilde renkleri bir araya getirirken, uygulanan iplik ise dokusal bir deneysel yapı oluşturmakta olup uygulama aşamasında katmanlar oluşturarak zenginlik eklemiştir. Renklerin bir araya gelmesi ve birbirleri ile etkileşmesi gözlemlenmiş, bir sonraki adım için ilham kaynağı olmuş, yeni kompozisyonlar bu doğrultuda geliştirilmiştir. Yüzey üzerinde hem görsel hem de dokusal çeşitlilik elde edilmiştir. Uygulama çalışmaları (Görsel 90, 91, 92, 93, 94, 95)'de sunulmuştur.

Görsel 90. Ceyda Sıkı, Farklı Gramajlara Sahip İpler ile Farklı Kâğıt Yüzeylerine İplik Baskı Uygulama Süreci, 2021.

Görsel 91. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Guaj Boya ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021.

Görsel 92. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Guaj Boya ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021.

Görsel 93. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Guaj Boya ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021.

Görsel 94. Ceyda Sıkı, Suluboya, Guaj Boya ve Mürekkep ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021.

Görsel 95. Ceyda Sıkı, Suluboya ve Mürekkep ile Farklı Gramajlarda Kağıtlara İplik Baskılar, 2021.

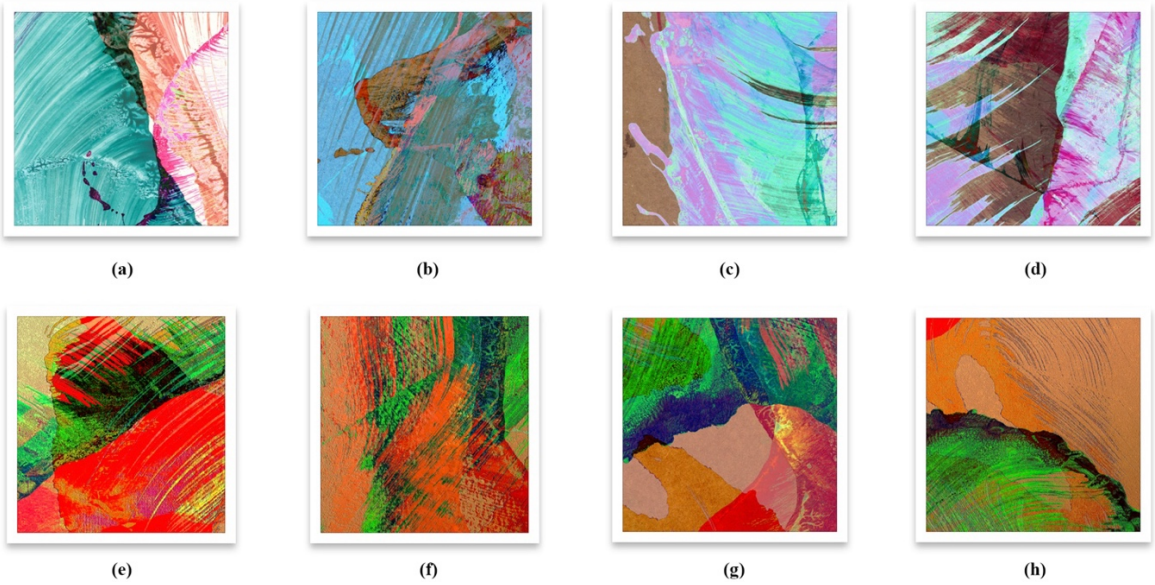
3.2. Koleksiyon 2: “ZAMANIN DIŞINDA”

Kuantum ve parçacık kuramının tanımladığı dünyada, kuantum mekaniği ve parçacık deneyleri bize evrendeki nesnelerin sürekli olarak kıpır kıpır kaynaması olduğunu ve bunların bir var, bir yok olan anlık varlıklar olduğunu öğretmiştir. Nesneler değil bir olaylar dünyası; yani Uzayın içinde atom olmayan boş bir köşesinde bile, tam olarak bir boşluk yoktur. Tamamen durgun görünen bir deniz yüzeyinin yakından bakıldığında hafifçe dalgalanması ve titreşmesi gibi, dünyayı oluşturan alanlar da küçük ölçeklerde dalgalanan temel parçacıkları vardır (Rovelli, 2017, s. 36-37).

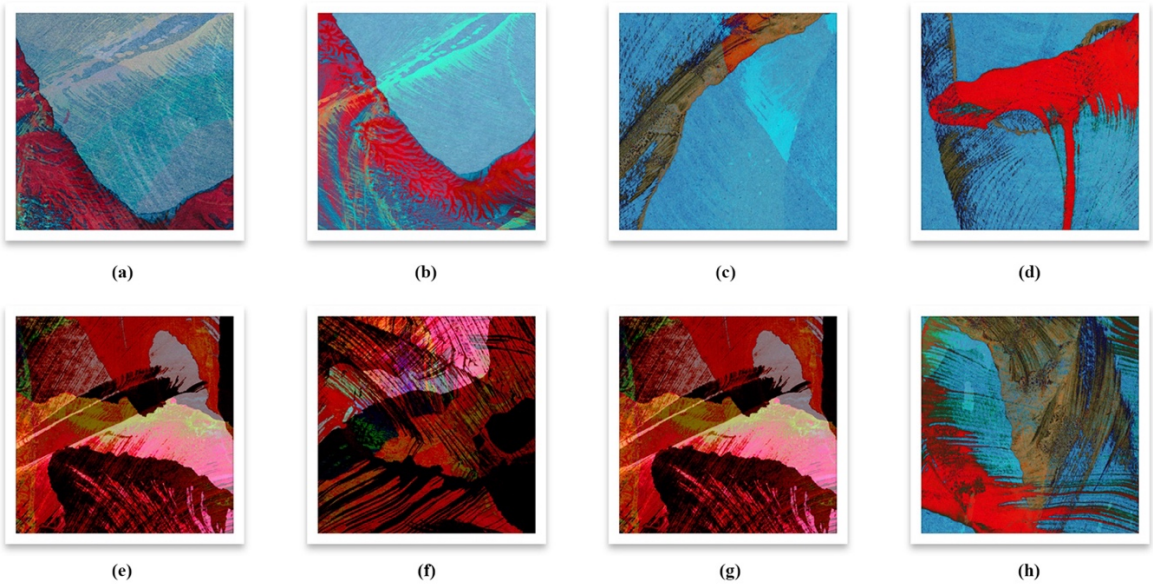
Deneysel olarak geliştirilen su bazlı suluboya ve guaj boya ile mürekkep temelli iplik baskılarda oluşan öngörülemeyen desenler, boyaların değişken ve akışkan doğası ile kuantum dünyasının sürekli hareket ve değişim içinde olduğu temelinde evrenin temelindeki dalgalanmalarını yansıtabilmesi sağlanmıştır. Süreksizlik ve kesiksizlik kavramları vurgulanmak amacı ile desenlerin belirsiz ve dalgalı doğasını ön plana çıkartılmış desenlerin dalga gibi yayıldığı ve sonsuzca bölünebilir olduğu bir etki oluşturulmuştur. Bu oluşan desenler, kuantum kavramının soyut anlamını yansıtabilmek amacı ile dijital ortamda geliştirilmiştir.

Bu koleksiyon serisinde, baskılarda desenlerin bir an var olduğu gibi, bir sonraki aşama olarak farklı bir şekle veya desene dönüştürülmesi ile kuantum dünyasının belirsizliğini yansıtılması odaklıdır. Bu aşamada desenlerde renk ile süreç kontrol edilebilir ve yönlendirilebilir olarak ilerletilmiştir. İşte burada, her bir iplik baskısının hem dalga benzeri hareketi hem de belirgin bir parçacık yapısı bulunur. Bu ikili doğa, boyaların akışkanlığıyla ve iplik baskılarının belirgin desenleriyle birleştiğinde, sanat eserleri, izleyicilere kuantum dünyasının benzersiz karmaşıklığını sunar. Renklerin ve desenlerin gizemli dansı, kuantum dünyasının temel özelliklerinden biri olan dalga-parçacık ikiliğini de yansıtmaktadır.

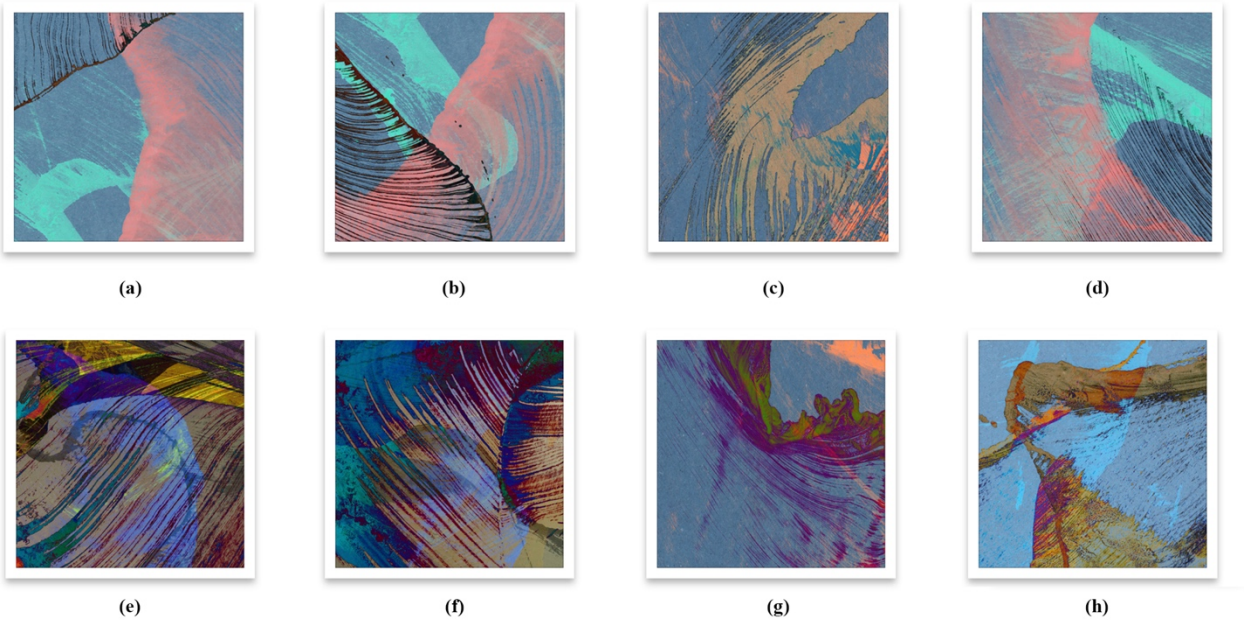
Koleksiyon 1 “Şimdi Nereye” serisinde iplik baskı tekniği ile elde edilen desenler yüksek çözünürlüklü tarayıcı aracılığı ile 600 dpi’da taranmış ve dijital ortama aktarılmış olup Adobe Photoshop programı ile iplik baskı görüntüsünden uzaklaştırarak dijital ortamda yeniden geliştirilmiştir. Uygulama örnekleri (Görsel 96, 97, 98, 99, 100)’de sunulmuştur.



Görsel 96. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022.



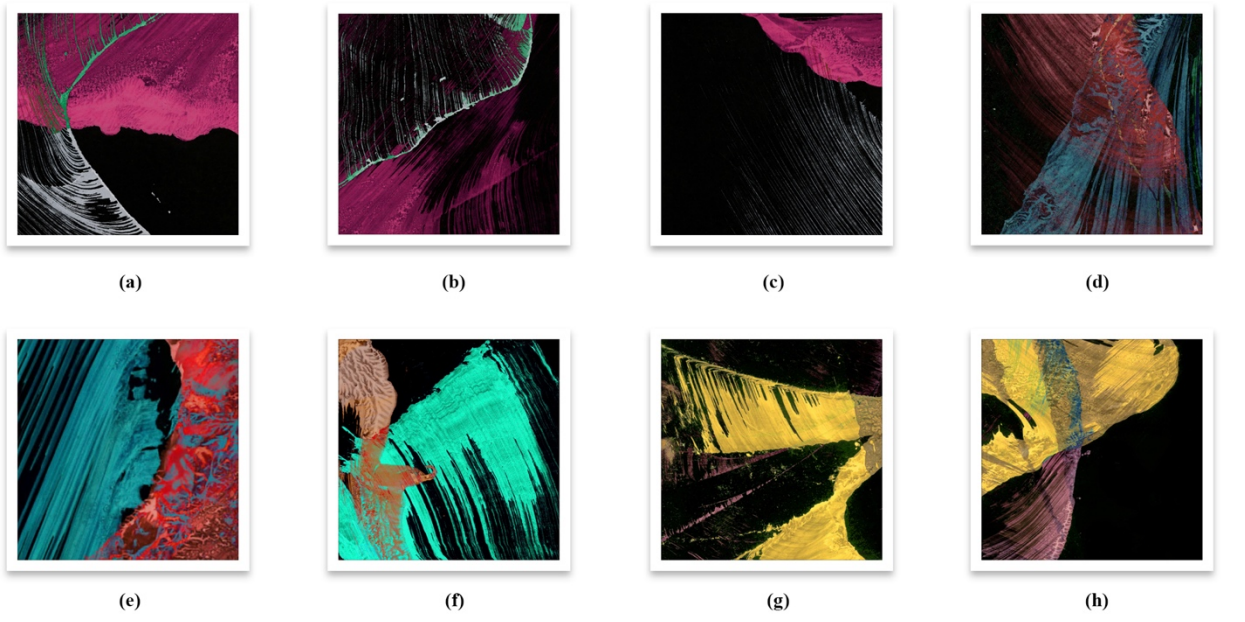
Görsel 97. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022.



(a) (b) (c) (d)

(e) (f) (g) (h)

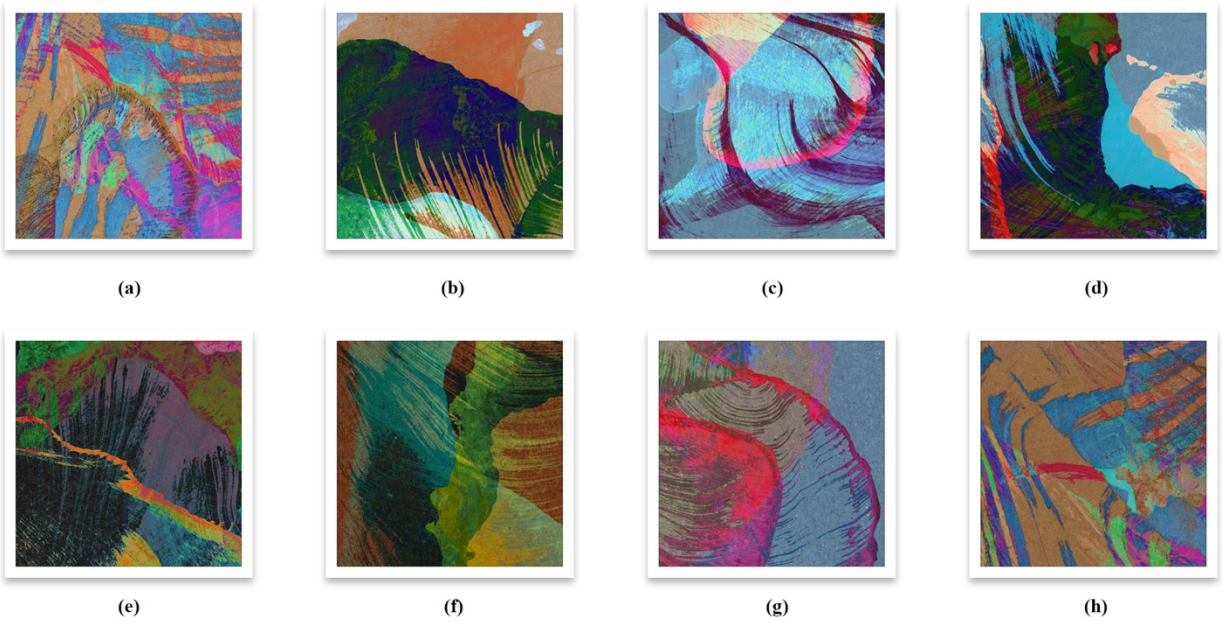
Görsel 98. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022.



(a) (b) (c) (d)

(e) (f) (g) (h)

Görsel 99. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022.



Görsel 100. Ceyda Sıkı, El ile Uygulanan Desen Taramalarının Adobe Photoshop Programında Yeniden Geliştirilen Çalışmalar, 2022.

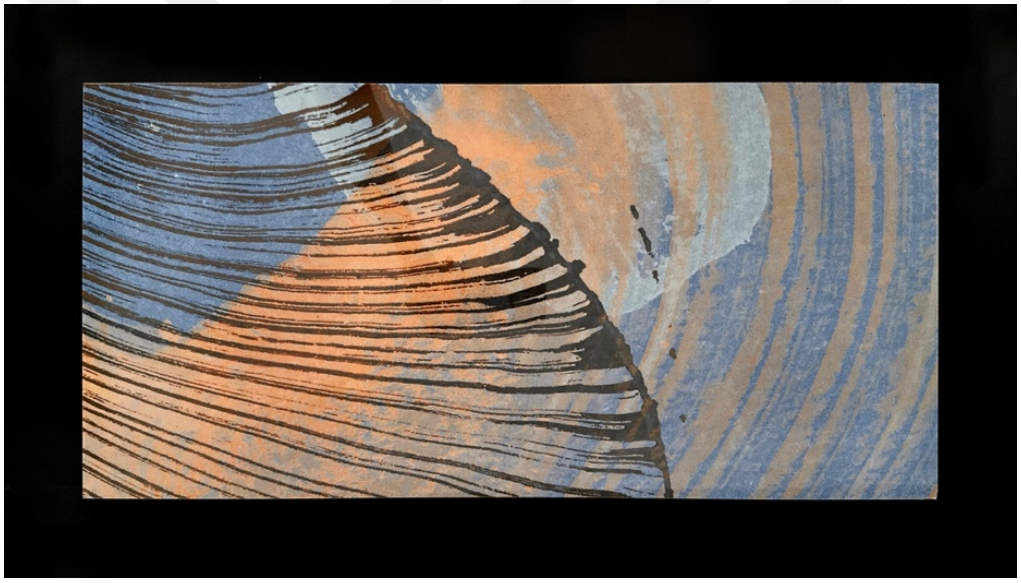
Dijital ortamda oluşturulan her bir desen, kuantum parçacıklarının belirsiz hareketleri gibi, sıradanın ötesinde bir karmaşıklık ve benzersizlik taşımaktadır. Bir desen, kuantumun karmaşık dünyasının bir yansıması olarak, farklı bir bakış açısıyla her defasında yeniden yorumlanabilmektedir. Bu, kuantum dünyasındaki süperpozisyon kavramını vurgular; farklı kuantum durumlarının birleşimiyle oluşan karmaşık desenler, seramik yüzeylerde fiziksel bir varlık kazanır. İzleyiciler, bu her bir ip baskısının yarattığı desenlerin uygulandığı formlar ile etkileşime geçerken, kuantum etkileşimlerinin karmaşıklığını deneyimlemektedir. Ve bu desenlerin, seramik yüzeylerine uygulanması ile renklerin ve desenlerin akışkanlığı, izleyiciye sonsuz olasılıkların dünyasını hatırlatması amaçlanmıştır. Bir yandan yüzeydeki hareketin dalga benzeri özelliklerini vurgularken, diğer yandan yapılanmış parçacıkların belirginliğini gözlemlemektedir. Benzer şekilde, kuantumda parçacıklar arasındaki etkileşim, gerçekliğin oluşumunda merkezi bir rol oynamaktadır. Desenlerin birleştirici ve ayrıştırıcı özellikleri, kuantumun temel prensiplerine bir yansıma sunmaktadır. Birleşim, çatışma ve denge arasında sürekli bir dansla, evrenin karmaşıklığına ve sırlarına bir pencere açılması hedeflenmiştir.

Dijital ortamda geliştirilen desenler farklı ebatlardaki seramik karo yüzeylerine inkjet baskı tekniği ile uygulanmıştır. Desenlerin seramik karo yüzeyine uygulanması ile benzersiz bir görünüm ve karakter kazandırılması amaçlanmıştır. Seramik karolarda desenler hem görsel hem de dokunsal olarak deneyimlenebilmektedir bu sebepten birleştirici bir deneyim sunulmaktadır. Uygulama çalışmaları (Görsel 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108)'de sunulmuştur.

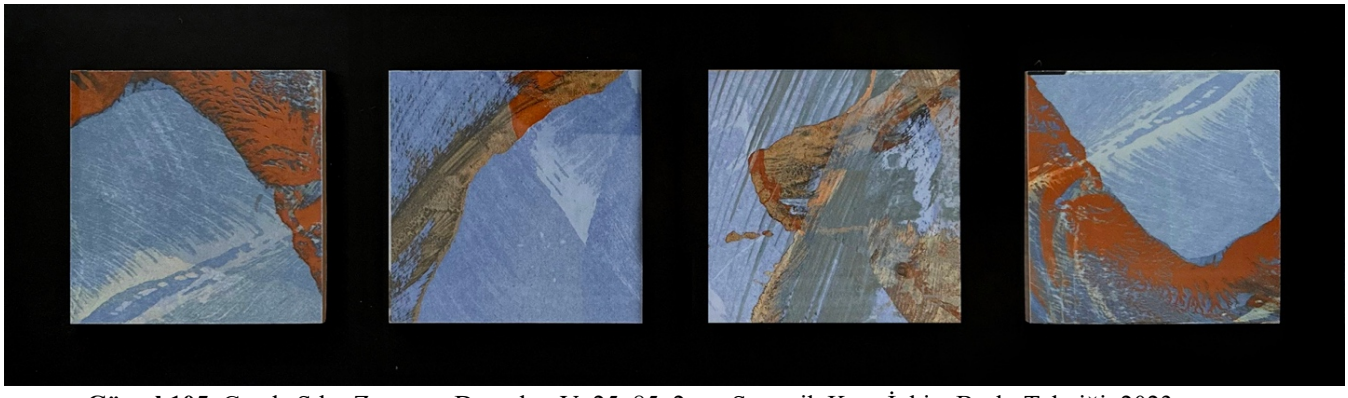
Görsel 101. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - I, 60x120x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.

Görsel 102. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında -II, 60x120x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.

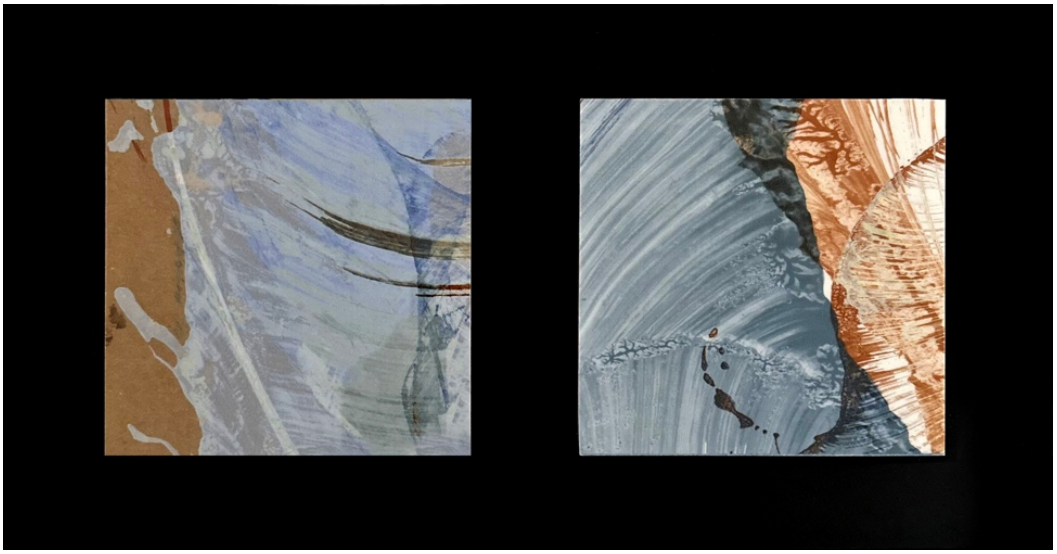
Görsel 103. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - III, 40x40x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.



Görsel 104. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - IV, 40x75x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.

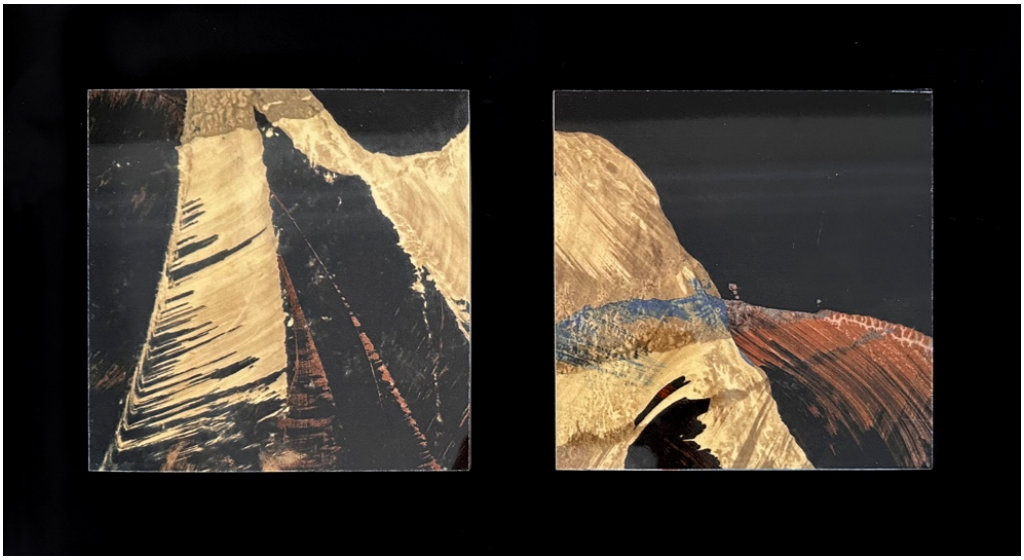


Görsel 105. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - V, 25x85x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.



Görsel 106. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - VI, 30x55x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.

Görsel 107. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - VII, 40x40x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.



Görsel 108. Ceyda Sıkı, Zamanın Dışında - VIII, 30x55x2 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2023.

3.3. Koleksiyon 3: "MESAFELERİN ÖTESİ"

> Doğa, temel parçalarında bir *süreklilik* değil, *süreksizlik* ve *kesiklilik* tavrı sergilemektedir. Bu durum süreksizlik doktrinini destekler; dalga özelliği ise sonsuzca bölünebilirliği göstererek süreklilik doktrinini destekler. Doğanın birbirine indirgenemeyen ancak birbirine bağımlı iki yüzü vardır. Bunlardan birincisi parçacık, diğeri dalgadır. Doğa, sonsuza değin bölünebilir değildir; bir takım temel parçacıklardan müteşekkildir (Işıklı, 2012, s. 37).

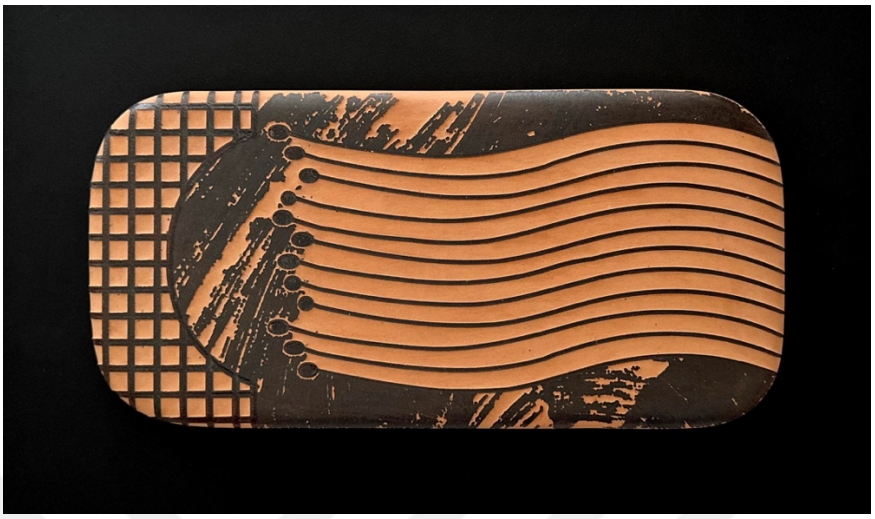
Kuantum kuramı, doğanın en derin katmanlarına inen, sezgisel sınırlarımızı zorlayan bir keşif yolculuğudur. Burada, doğanın temel yapı taşları parçacıklar ve dalgalar sıklıkla birbiriyle iç içe geçmiş bir şekilde var olurlar. Çalışmalarda bir parçacık gibi katı ve belirgin olabilen bir şeyin, aynı zamanda bir dalga gibi yayılabileceği fikri ip baskılar ve geometrik formlar ile ilişkilendirilerek yansıtılmıştır. İpler, katı ve belirgin bir yapıya sahipken, aynı zamanda hareketli ve dalgasal bir formda şekillendirilerek farklı renklerde desen oluşumuna olanak tanımaktadır.

Öncelikli olarak malzeme araştırması yapılmış ve yüksek basınçlı kuru presler ile kalıplanan 60x60x2 cm ebatlarında atık seramik karo, pişirimi yapılmadan ham olarak farklı ebatlarda düzenlenmiştir. Bu karolar endüstride kullanılmakta ve yapılan araştırmalar doğrultusunda daha önce bu çalışmada izlenecek yol olarak sanatsal olarak çalışmalar yapılmamıştır. Teknik olarak ham karo yüzeyine deneysel olarak geliştirilen desenler işlenmiştir. Ham karo yüzeyinde uygulamalar hem pişirilmeden hem de 800 derecede pişirimi yapılarak denenmiştir. Buradaki amaç farklı bakış açıları ve deneyimler geliştirmektir. Kullanılan seramik karo ebatları doğrultusunda tasarım çalışmaları lazer ile ısıl işlem ile yüzeylere işlenmiştir. Lazer ile uygulama aşamasında tercih doğrultusunda seçilen eserler farklı renkler elde edilmek amacı ile yüzey boyar maddeler ile bezenmiştir. Lazer uygulamanın ardından yüzeyler su ile temizlenmiş ve kuruduktan sonra pişirimi yapılmıştır.

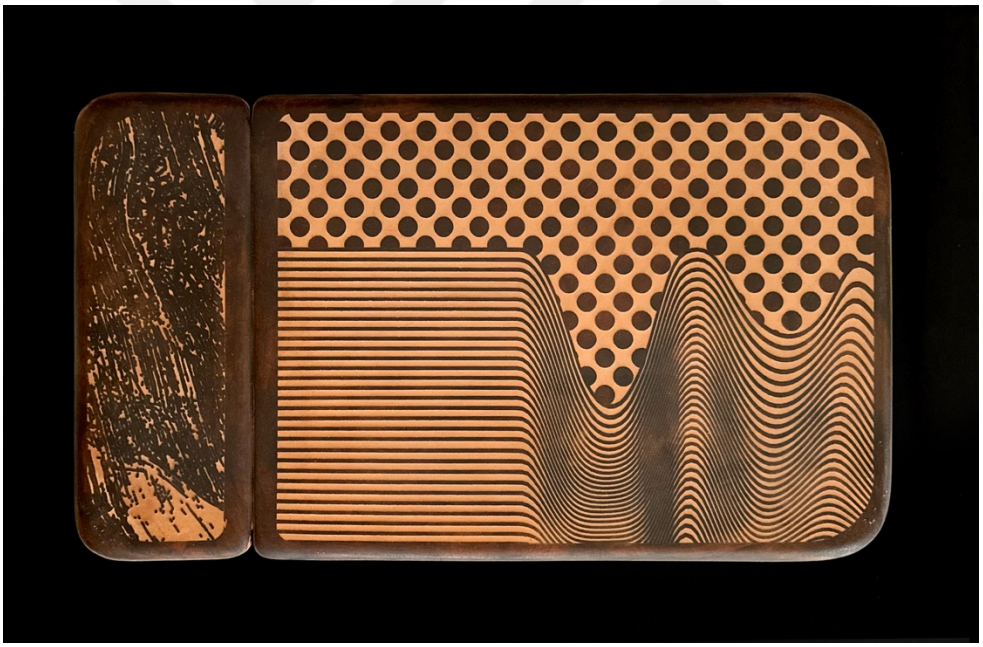
Lazer makinesi, işlenecek seramik malzemenin özelliklerine ve işlem için gereken sonuçlara göre uygun ayarlarla yapılandırılmalıdır. Bu ayarlar, lazerin gücü, hızı ve odaklanma derinliği gibi faktörleri içermektedir. Çalışma kapsamında lazer ile işlem desen uygulamaya yöneliktir ve makine parametreleri deneysel çalışmaya olanak tanımaktadır. Uygulama çalışmaları için hem pişmiş hem de pişmemiş seramikler tercih edilmiştir. Bu çalışmada pişirim düşük derecede yapıldığı için seramikler uygulama sonrasında yeniden pişirilmiştir. Fakat genellikle lazer ile ısıl işlem sonrası yeniden bir pişirim gerekmemektedir. Lazerle işlenmiş seramik yüzeyleri genellikle doğrudan kullanılabilir veya sonraki adımlar için hazırdır.

Lazer ışını ile seramik yüzeyine uygulamada ışın etkisi, kullanılan lazerin türüne, gücüne, dalga boyuna ve seramik malzemenin özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Seramik malzemelerin bileşimi, yoğunluğu, renkleri ve yüzey dokusu gibi faktörler, lazerle işleme sürecini etkilemektedir. İşlem için doğru lazer türü ve parametrelerin seçilmesi, istenen sonuçların elde edilmesi için

önemlidir. Bu çalışmada deneysel olarak her biri farklı hızlarda uygulama çalışmaları yapılmıştır. Bünye rengine ve ham ya da pişmiş yüzey doğrultusunda farklı etkiler elde edilmektedir. Uygulama çalışmaları (Görsel 109, 110, 111, 112, 113, 114)'de sunulmuştur.



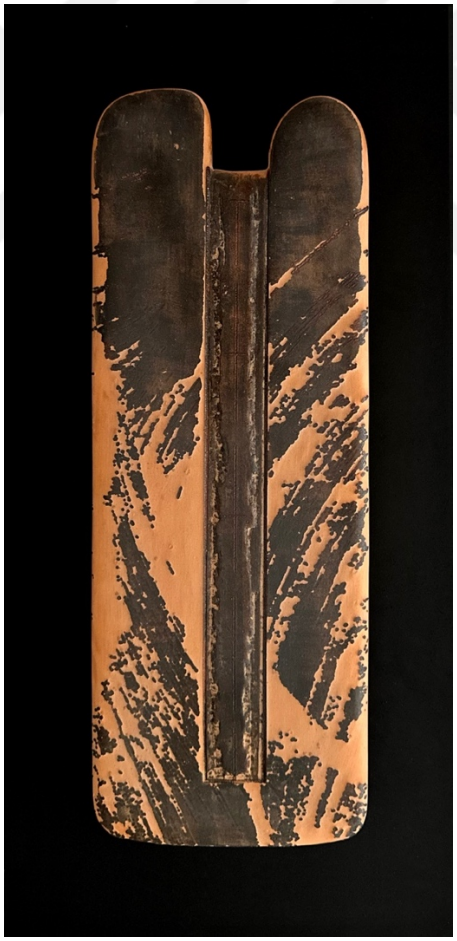
Görsel 109. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - I, 25x42x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024.



Görsel 110. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - II, 35x55x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024.

Görsel 111. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - III, 9x32x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024.

Görsel 112. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - IV, 23x45x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024.



Görsel 113. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - V, 24x50x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024.

Görsel 114. Ceyda Sıkı, Mesafelerin Ötesi - VI, 42x42x3 cm Seramik Karo Lazer İle Isıl İşlem, 2024.

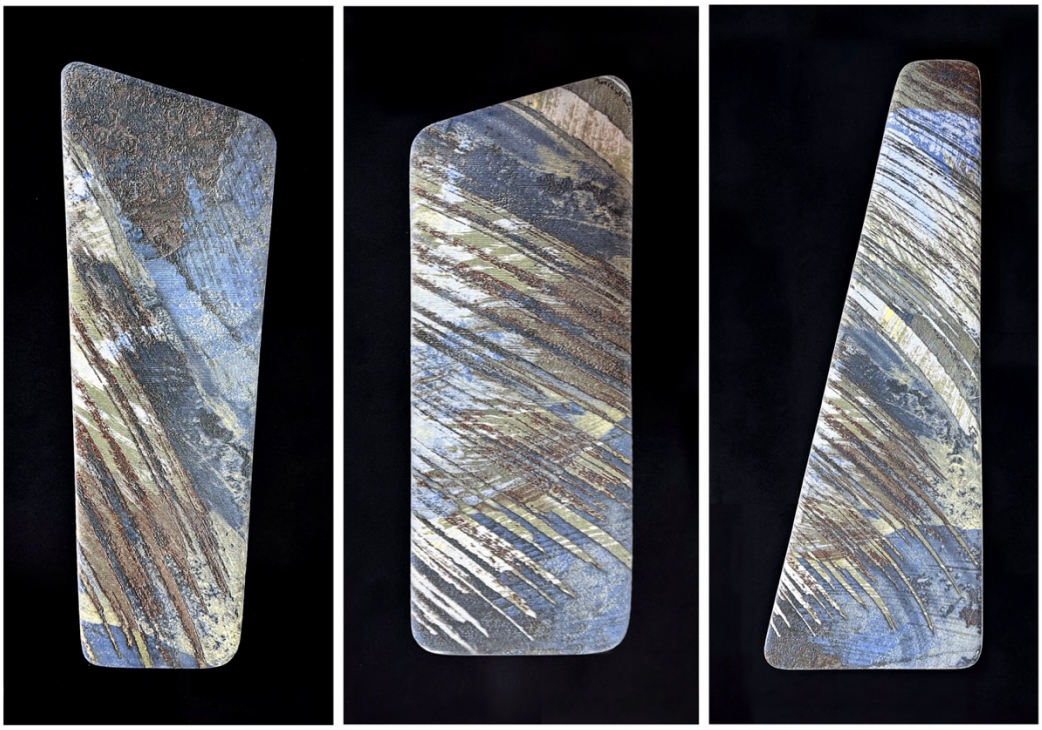
3.4. Koleksiyon 4: "BURASI"

> Var olan şeylerin, şimdi var olanlar olduğunu söyleriz: Geçmiş (artık) yoktur, gelecek de (henüz) var olmamıştır. Gelgelelim fizikte "şimdi" kavramına karşılık gelen bir kavram yoktur. "Şimdi"yi "burası"yla karşılaştırın. "Burası" konuşan kişinin yerine belirtir: İki farklı kişi için "burası" iki farklı yer gösterir. Bu nedenle "burası", anlamı nerede söylendiğine bağlı olan bir sözcüktür (bu tür sözcüklere teknik olarak indeksikal yani kişi özellikli sözcük denir). "Şimdi" de söylendiği anı belirtir "şimdi" de indeksikal bir terimdir. Kimse "buradaki" şeylerin var olurken "burada" olmayan şeylerin var olmadığını hayal dahi edemez. Öyleyse neden "şimdi" olan şeylerin var olduğunu, diğerlerinin var olmadığını söyleriz? Şimdi "akan" ve şeylerin peş peşe "var" eden, dünyaya ait nesnel bir şey midir yoksa "burası" gibi yalnızca öznel bir şey mi? (Rovelli, 2017, s. 54).

Her bir ip baskısı, kuantum parçacıklarının belirsiz doğasını yansıtmaktadır. İplerin izlediği yollar, dalga benzeri bir desen oluşturarak, parçacıkların olası konumlarını temsil etmektedir. Ancak, bu desenlerin her biri, bir sonraki an ne olacağını tahmin etmenin imkansızlığını hatırlatıyor; çünkü kuantum dünyasında, belirsizlik ve olasılıkların bulanık sınırlarıyla dolu bir gerçeklik mevcuttur. Renklerin ve desenlerin bir araya gelmesiyle, izleyiciler, sanat eserleriyle etkileşime girerken kendi algıları ve duygularıyla etkileşim halindedirler. Bu etkileşim, izleyici ile eser arasındaki bağı güçlendirir ve her bir gözlemci için farklı bir deneyim yaratır, tam olarak kuantum dünyasının etkileşimli doğası gibi. Renklerin ve desenlerin sonsuz olasılıklarıyla dolu bu dünya, izleyicilere kuantum fiziğinin büyüleyici dünyasını keşfetme fırsatı sunmaktadır. Bu süreçte sanat eser çalışmaları ile, sadece estetik bir deneyim sunmakla kalmayarak, aynı zamanda bilimsel ve felsefi düşünceleri de tetiklemesi amaçlanmıştır. Bu koleksiyonda 60x60x2cm preslenmiş ve pişirimi yapılmadan seramik karolar el ile yeniden şekillendirilmiştir. Şekillendirilen çalışmalar 800 ^{o}C'de pişirimi yapılmıştır. Yüzeye engob ve sır uygulanarak inkjet dijital baskı tekniği ile tasarımlar

aktarılmıştır. İnkjet baskı tekniği sonrası gelişen transparan sır uygulanmış olup 1100 ºC'de yeniden pişirimi yapılmıştır. Uygulama çalışmaları (Görsel 115, 116)'da sunulmuştur.

Görsel 115. Ceyda Sıkı, Burası - I, 67x74x3 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2024.



Görsel 116. Ceyda Sıkı, Burası - II, 82x64x3 cm Seramik Karo İnkjet Baskı Tekniği, 2024.

SONUÇ

Bu araştırma, sanatta deneyselleştirme odaklı olarak, malzeme düzeyinde, yapım yöntemleri ve süreçleri ile izleyiciye hitap etmesi sürecinde yeni prosedürlerin pratik olarak uygulanması deneyler ile yürütülmüş olup, deneysel bir tarzda ilerleme kaydedilerek deneysel eserler üreterek farkındalık hedeflenmiştir. Çalışmada deneysellik, çalışmalara rehberlik eden veya ilham veren konumdadır. Bu noktada sanatsal pratikler perspektifinden farklılaşma ilişkisi üzerine sanatın sınırlarını malzeme veya teknikler açısından genişletilmesi ele alınarak teknoloji olanakları ile çeşitliliğini ve esnekliğini vurgulamaktır. Raporun ilk bölümünü oluşturan deneysellik odaklı yazınsal metin ikinci ve üçüncü bölüme destekleyici bir yapı oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada, farklı gramajlarda iplik baskılar ile farklı yüzeylere uygulama çalışmaları ile başlamış bu görseller dijital ortamda geliştirilerek farklı ebatlardaki seramik yüzeylere ileri teknolojik sistemler olan inkjet baskı teknolojisi ve lazer ile ısıl işlem ile uygulanmıştır. İplik baskılar kuantum kavramı ile ilişkilendirilmiş olup sanat eserlerinin teknoloji aracılığıyla yaratılması ve izleyici ile buluşarak sanatı deneyselleştirme süreci incelenmiştir. Burada her bir iplik baskısı, farklı bir deneysel yaklaşım içermekte olup sonuçlar sürekli olarak değerlendirilmiştir. Bu süreçte 4 farklı başlık altında koleksiyon çalışmaları yapılmış ve elde edilen çeşitli desenler ile farklı ebatlarda seramik uygulamaları, kuantum kuramı ilkelerini görsel olarak ifade etmektedir. İleri teknoloji olanakları ile, ipliklerin benzersiz dokusu ve desenini seramik yüzeylerde yüksek çözünürlüklü ve geniş renk alternatifleri ile başarıyla yansıtılmıştır. Çalışmalarda, seramik ile kuantum kuramının sanatsal bir yorumunu sunmak, izleyicilere bilim ve sanat arasındaki derin bağlantıları keşfetme fırsatı sunması amaçlanmıştır.

Seramik malzeme ve teknik yeniliklerin keşfedilmesini desteklemekte olup farklı malzemelerin ve üretim tekniklerinin keşfedilmesini içeren deneysellik ile bu alandaki sınırları genişletmekte olup hem tasarım oluşturmada estetik ve fonksiyonel açıdan geliştirilmesine hem de sanatta da üretim süreçlerinin verimliliğinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Seramik yüzeylerde iplik baskıları ve kuantum kuramını birleştirerek, sanatsal ve bilimsel alanlarda yenilikçi bir yaklaşım sunularak elde edilen sonuçlar, sanatsal açıdan izleyicilere farklı perspektifler sunmuştur. Sanat, tasarım ve ileri teknolojinin buluştuğu bu noktada, yeni yaratıcı ve düşünsel yollar açılmıştır.

İleri teknolojik sistemler olan inkjet baskı ve lazer ile ısıl işlem teknolojilerinin seramik malzeme ile kullanımı, sanatçıları ve araştırmacıları yeni keşiflere ve yaratıcı ifadelerin yeni yollarına yönlendirirken, sanatın deneysel doğasını ve bilimle olan etkileşimini güçlendirmektedir. Yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve bilimsel yöntemlerin iyileştirilmesi de bu süreci desteklemiştir.

Bilgi ve bilimin temel aldığı çağımızın merkezinde yer alan ileri teknolojiler, tasarım ve üretim aşamalarının süreçlerine sadece kolaylık değil başkalaşım ile araştırma ve geliştirme nosyonunu üstlenmiştir. Dijital baskı teknolojileri yeni ifade biçimleri getirerek tasarımcılara ve üreticilere yeniyi ve farklıyı aramalarına yol açmaktadır. İleri teknolojiler, seramik yüzeylerin estetik değerini artırmanın yanı sıra dayanıklılığını, işlevselliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için de tercih edilmektedir. Ayrıca, seramiklerin farklı uygulama alanlarında daha geniş bir kullanımını teşvik etmektedir. Bu kaplamalar geniş renk skalası ve parlaklık özellikleri ile estetik ve ticari değer katmaktadır. Küresel rekabette aktif rol alarak, sürdürülebilir bir başarı için işletmelerin bu teknolojik değişim ve gelişmelerini etkin bir şekilde kullanabilmeleri gerekmektedir.

Masaüstü bilgisayarın yanı sıra tablette de uygulama alanı olan programlar, daha akıllı otomatik düzenleme, yapay zekâ tabanlı öneriler ile görsel tanıma, gerçek zamanlı iş birliği, otonom grafik tasarımı ve hızlı maskeleme seçenekleri ile gelecekte daha fazla yenilik beklenmektedir. Bu gelişmeler, kullanıcıların grafik tasarım süreçlerini daha etkili hale getirerek yaratıcılıklarını arttırıcı keşif odaklı deneysel çalışmalarına olanak sunması beklenmektedir. Gelişen internet teknolojisi birçok programda coğrafi kısıtlamalar ortadan kalkmakta, eşzamanlı olarak kullanıcılarına aynı proje üzerinde çizim çalışmasına olanak tanımaktadır. Farklı coğrafyalardan gelen tasarımcılar, farklı kültürlerden gelen fikirleri bir araya getirerek daha çeşitli ve yaratıcı tasarımlar oluşturabilir ve bu da hızlı bir ilerleme ile küresel iş birliği avantajı sağlamaktadır. Aynı şekilde uzaktan çalışma imkânı ile daha az fiziksel seyahat gereksiniminden dolayı daha sürdürülebilir olarak hem çalışan için hem de fiziksel ofislerin ihtiyaçlarını azaltacağı için maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Şifreleme, veri güvenliği, fikri mülkiyet ve telif hakları konuları dikkate alınarak güvenlik önlemleri alınmalıdır. Tasarım tescilleri ve patentler ile de tasarım işleri ülke kuralları gereğince güvence altına alınmalıdır.

Gelecek çalışmalarda, iplik baskıları ve kuantum kuramı arasındaki bağlantıyı daha da derinlemesine incelemek mümkündür. Ayrıca, farklı seramik malzemeler ve teknolojiler kullanarak bu deneysel sanat sürecini geliştirmek ve çeşitlendirmek, yeni sanatsal ve bilimsel keşiflere yol açmasına yönelik çalışmalar yürütmek mümkündür.

KAYNAKLAR

Adobe (t.y.). *Bitmap.* Erişim: 10.12.2023, https://www.adobe.com/tr/creativecloud/file-types/image/raster/bmp-file.html

Adobe (t.y). *Raster.* Erişim: 10.12.2023, https://www.adobe.com/tr/creativecloud/file-types/image/raster.html

Adobe (t.y.). *Vektör Dosyaları.* Erişim: 19.04.2024, https://www.adobe.com/tr/creativecloud/file-types/image/vector.html

Alitim Laser (2017). *Marcature E Incisione Laser Marmo E Ceramica.* Erişim: 2.01.2024, https://www.alitim.it/marcature/marcature-e-incisione-laser-marmo-e-ceramica.html

Anderson, Virginia. (2013). Whatever Remains, However Improbable British Experimental Music and Experimental Systems. Micheal Schwab (Ed.). *Experimental Systems Future Knowledge in Artistic Research*. s. 55-67. Belgium: Leuven University Press.

Armstrong, Rachel. (2020). *Experimental Architecture: Designing the Unknown*. Routledge: Taylor&Francis Group.

Artun A., Örse N. (2014). *Çağdaş Sanat Nedir? Modernlik Sonrasında Sanat*. İstanbul: İletişim Yayınları.

ASTM-International. (2013). ASTM Standard F2792-12a: *Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies*. Erişim: 30.05.2021, https://web.mit.edu/2.810/www/files/readings/AdditiveManufacturingTerminology.pdf

Attridge, Derek. (2018). What Do We Mean by Experimental Art. *Angles. New Perspectives on the Anglophone World*, 6, s. 5-17. Erişim: 19.02.2023, https://doi.org/10.4000/angles.962

Aytepe, Betül (2013). *"Lazer Aşındırma Yönteminin Grafik ve Seramik Alanlarında Uygulanmasına İlişkin Öğretim Programı Tasarısının ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi"* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Uygulamalı Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı, Grafik Eğitimi Bilim Dalı. Akara.

Bale, Mark. (2018). A System Approach to Develop New Platforms of Industrial Inkjet Inks. Werner Zapka (Ed.) *Handbook of Industrial Inkjet Printing.* s. 25-58. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Ball, Philip. (2023). *Beatiful Experiments An Illustrated History of Experimental Science.* Chicago: The University of Chicago Press.

Banger, Gürcan. (2018). *Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi.* Eskişehir: Dorlion Yayınları.

Bann, Stephen. (1970). *Experimental Painting Construction, Abstraction, Destruction, Reduction.* New York City: Universe Book.

Baratalı, Saliha. (2012). *1980 Sonrasında Sanatta Deneysel Yaklaşımlar.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü. Resim Anasanat Dalı. Kayseri.

Bekir Gökalp Bingül. (2023). *Unicera Pano.* Erişim: 04.05.2024, https://www.gokalpbingul.com/copy-of-seramik-park

Bennett Jill. (2012). What Is Experimental Art?". *Studies in Material Thinking*, *8*, s. 1-5.

Bensghir, Türksel Kaya. (1996). *Bilgi Teknolojileri ve Örgütsel Değişim* (1. Baskı), Ankara: Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü.

Berbesz, Anna Maria. (2018). Experimental Architecture. Intuitive Searching For Innovative solutions or A Rational Attempt to Shape The Architecture of The Future. Defining The Architectural Space: Rationalistic Or Intuitive Way To Architecture: Monograph. 6. s. 7-16. Kraków: Wydawnictwo PK https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/41579

Bippus Elke. (2013). Artistic Experiments as Research. Michael Schwab (Ed.). *Experimental Systems Future Knowledge in Artistic Research.* s. 122- 135. Belgium: Leuven University Press.

Bizony, Piers. (2007). *Atom*. Londra: Icon Books Ltd.

Bouton, G. D., Bouton, B. M., Will-Harris, D., Nathanson, M. Z., Hamlin, J. S., Stanley, R. (2005). *Inside Photoshop 7 İleri Seviye.* Hatice Cesur (Çev). İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Brook, Donald. (2011). Experimental Art. *NIEA Experimental Arts Conference*, UNSW. s. 1-10. Erişim: 19.02.2023, https://blogs.unsw.edu.au/niea-experimentalartsconference/files/2011/08/DONALD-BROOK-Experimental-Art.pdf

Campbell, T. A., Tibbits, B. G. S., Garrett, B. (2014). The Next Wave: 4D Printing Programming the Material World*, Atlantic Council,* Washington. DC, Technical Report. Erişim: 26.04.2021,

https://www.files.ethz.ch/isn/182356/The_Next_Wave_4D_Printing_Programming_the_Material_World.pdf

Chanan, Micheal. (1972). Art as Experiment. *The British Journal of Aesthetics*, Volume 12/ 2, Spring. s. 133–147, https://doi.org/10.1093/bjaesthetics/12.2.133

Chilvers, I., Glaves-Smith, J. (2009). *A Dictionary of Modern and Contemporary Art*. United States of America: Oxford University Press.

Chryssolouris, George. (1991). *Laser Machining Theory and Practice.* New York: Springer Science+Business Media.

Clausell, JJ., Ortiz, L., Mira, J. (2012). The Ceramic Design Process Adapted to Digital Printing. *XIIth World Congress on Ceramic Tile Quality Qualicer'12.* http://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/2012080.pdf

Cline, Lydia Sloan. (2016). *3D Printing and CNC Fabrication with SketchUp.* USA: McGraw-Hill Education.

Colorobbia (t.y.). *Colorobbia Digital Space.* Erişim: 17.04.2024, https://digital.colorobbia.com/en/

Cook, Peter. (1973). *Archigram.* United States of America: Praeger Publishers.

Degraff, J., Degraff, S. (2020). *The Creative Mindset: Mastering the Six Skills That Empower Innovation*. Broadway: Berrett-Koehler Publishers.

Demirbek, Doğa Can. (2020). *Mimari Koruma Uygulamalarında İleri Teknolojik Yöntemlerin Kullanımının İrdelenmesi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Mimarlık Anabilim Dalı. İzmir.

Dönmez, Benan. (2015). *Deneysel Mimarlık Üzerine Bir Okuma Denemesi: Serpentine Galeri Pavyonları.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Mimarlık Anabilim Dalı. Ankara.

Dönmez, Benan. (2016). Deneyselin Zemininde Bir Mimarlığı Okuma Denemesi: Vitruvius Üzerinden Serpentine Galeri Pavyonları Okumaları. DOI: dx.doi.org/10.12658/TLCK.5.1.B017 s. 285- 300. *Bildiri Kitabı: V. Türkiye Lisansüstü Çalışmalar Kongresi Bildiriler Kitabı- I* https://www.researchgate.net/profile/Umit-Gunes/publication/313026020_V_Turkiye_Lisansustu_Calismalar_Kongresi_TLCK_Bildiriler_K

itabi_12-15_Mayis_2015_Isparta/links/588d2f55a6fdcc8e63c9829f/V-Tuerkiye-Lisansuestue-Calismalar-Kongresi-TLCK-Bildiriler-Kitabi-12-15-Mayis-2015-Isparta.pdf#page=286

E.A.T. Experiments in Art and Technology (t.y.). Experiments in Art and Technology. Erişim: 27.08.2023, https://www.experimentsinartandtechnology.org

EBSO Araştırma Müdürlüğü. (2015). "Sanayi 4.0", Ege Bölgesi Sanayi Odası. Türkiye: İzmir.

Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi (1997). 1. Cilt. İstanbul: YEM Yayın Yapı- Endüstri Merkezi Yayınları.

Erkanı, Emrah. (2013). Sinemasal Şiddet. *Sanat Tasarım Dergisi,* 1/4, s. 15-21. https://dergipark.org.tr/tr/pub/marustd/issue/296/1447

Etymologeek. (t.y). *Experiment*. Erişim: 17.02.2023, https://etymologeek.com/eng/experiment

Faulkner, A., Chavez, C. (2018). *Adobe Photoshop CC Classroom in a Book 2018 Release.* (e-book). United States of America: Adobe Press.

Focillon, Henry. (1989). *The Life of Forms in Art.* New York: Zone Books.

Ford, Edward. (2016). *Make: Getting Started with CNC*. United States of America: Maker Media.

Freire, E. Mariano. (2006). Ink jet Printing Technology (CIJ/DOD). H. Ujiee (Ed.). *Dijital Printing of Textiles.* s. 29- 52. New York: Woodhead Publishing Limited ve CRC Press LLC.

Gabriel, Patrik. (2007). *Experimente in Physik und Kunst–Entwurf für einen fächerübergreifenden Unterricht.* Hausarbeit im Hauptstudium Kunstpädagogik an der Universität Duisburg-Essen.

Gebhardt, Andreas. (2011). *Understanding Additive Manufacturing.* Munich: Hanser Publishers.

Georgantzinos, S. K., G. I. Giannopoulos, and P. A. Bakalis. (2021). Additive Manufacturing for Effective Smart Structures: The idea of 6D Printing. *Journal of Composites Science* 5/5, 119. doi: 10.3390/ jcs5050119.

Gibson, Ross. (2010). The Known World. *TEXT Spesiel Issue, Symposium: Ctreative and Practice-led Research—Current Status, Future Plans*. s. 1-11. Sydney College of the Arts at the University of Sydney. Erişim: 23.01.2023, http://www.textjournal.com.au/speciss/issue8/Gibson.pdf

Glaveanu, Vlad. (2021). *Creativity* a *Very Short Introduction*. United States of America: Oxford University Press. (ibooks).

Goldman, Gerd., Kastner, Ralf. (2005). Océ High Performance Printing. Arieberthe Hoffmann-Falk (Ed.). *Digital Printing Technology and Printing Techniques of Océ Digital Printing Presses.* s. 1-14.

Gombrich, Ernst H. (1997). *Sanatın Öyküsü.* İstanbul: Remzi Kitabevi.

Goorha, P., Potts, J. (2019). *Creativity and Innovation A New Theory* of *Ideas*. Switzerland: Spring Nature. (eBook).

Görçün, Ömer Faruk (2020). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0.* İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.

Gribbin, John. (2010). *Schröndinger'in Kedisininin Peşinde Kuantum Fiziği ve Gerçeklik*. (N. Çatlı, Çev.). İstanbul: Metis Yayınları.

Groover, M. P., Zimmers, E. W. (1984). *CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing.* New Jersey: PTR Prentice Hall.

Güttler, S., Gier, A. (2016). Ceramic Inks. Shlomo Magdassi (Ed.) *The Chemistry of Inkjet Inks.* s. 319- 339. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Haefele, John W. (1962). *Creativity and Innovation.* New York: Champman&Hall.

Hall, Ashley. (2011). *Experimental Design: Design Experimentation.* 27/ 2. s. 17-26.

Hinkelmann, K., Kempthorne, O. (2007). *Design and Analysis of Experiments. Introduction to Experimental Design.* 1. New Jersey: John Wiley & Sons.

Hitz, B.C., Ewing, J., Hecht, J. (2012). *Introduction to Laser Technology.* Fourth Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Hsiao, W., Betton, E. S. (2016). Coalescence and Line Formation. Stephen Hoath (Ed). *Fundementals of Inkjet Printing The Science of Inkjet and Droplets.* s. 219- 274. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH &C*o.*

Hudd, Alan. (2010). Inkjet Printing Technologies. Shlomo Magdassi (Ed.) *The Chemistry of Inkjet Inks.* s. 3-18. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Hutchings Ian (2010). Ink-Jet Printing For The Decoration of Ceramic Tiles: Technology and Opportunities. *Qualicer'10.* s. 1-17.

Hutchings, I. M., Martin, G. D., (2013). Introduction to Inkjet Printing for Manufacturing. Ian M. Hutchings, Graham D. Martin (Ed.). *Inkjet Technology for Digital Fabrication.* s. 1-20. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd. Publication.

Hutchings, I. M., Martin, G. D., Hoath, S.D. (2016). Untroductory Remarks. Hoath, Stephen D. (Ed.). *Fundamentals of Inkjet Printing The Science of Inkjet and Droplets.* s. 1- 12. Germany: Wiley-VCH.

Ion, John C. (2005). *Laser Processing of Engineering Materails Principles, Procesure and Industrial Application.* Oxford: Elsevier.

Işıklı, Şevki. (2012). *Kuantum Felsefesi Postmodern Bilimin Doğuşu*. Ankara: Birleşik Yayınevi.

İhlas Haber Ajansı. (03.10.2022). *Akcoat'un 'Lessbox Projesi'ne Ödül.* Erişim: 10.05.2024, https://www.iha.com.tr/haber-akcoatun-lessbox-projesine-odul-1116796

İnan, Yalçın. (1996). *Kozmos'dan Kuantum'A 2 (Bilim ve Bilimadamları).* Ankara: Emek Ofset Ltd. Şti.

Johnson, Harald. (2005). *Digital Printing Start-Up Guide.* United States of America: Thomson Course Technology.

Kaprow, Allan. (2003). *Essays on the Blurring of Art and Life.* Jeff Kelley (Ed.). *Expanded Edition*. England: University of California Press.

Kara, Cem. (2019). Çocuk Kitapları İllüstrasyonunda Karakter Tasarım Yöntemlerinin Sınıflandırılması. *Social Sciences Studies Journal*. 42. S. 33-50. *https://doi.org/10.26449/sssj.1269*

Keskin, Ebru. (2012). *Dokuma Eyleminde Sanatsal Yaratıcılık ve Deneysellik İlişkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü. Tekstil Anasanat Dalı. İstanbul.

Kipphan, Helmut. (2001). *Handbook of Print Media Technologies and Production Methods*. Germany: Springer Science Business Media GmbH.

Kirschner T., Luedtke O., Seguda, Jan (2022). Software – Connecting Industrial Print Hardware with the Outside World. Werner Zapka (Ed.). *Inkjet Printing in Industry Materials, Technologies, Systems, and Applications.* s. 1067-1080. Germany: Wiley-VCH GmbH.

Klüver, Billy. (1969). Experiments in Art and Technology. Members Newsletter, Moma The Museum of Modern Art. 3. s. 4-7. The Museum of Modern Art. Erişim: 21.10.2023, http://www.jstor.org/stable/4380551

Korkmaz, Tuba. (2016). *Kimlik-Bellek: 'İstedim Ki Bilineyim!'.* (Yayımlanmamış Sanatta Yeterlik (Eser Metni)). Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü. Seramik ve Cam Anasanat Dalı. İstanbul.

Köken, Burcu. (2015). *Drawing as a "Critical Act": Fiction and The Unconventional Architecture Of Lebbeus Woods.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Mimarlık Bölümü. Ankara.

König, Susanne. (2013). A Work of Art as an Experimental Exhibit. Broodthaers and the Eagle. *Angles. New Perspectives on the Anglophone World*, 6. s. 95-109.

Köse, Erdoğan. (2006). Renk Yönetiminde Kullanılacak Dijital Prova Sistemleri ve Monitör Görüntülerindeki Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

Kreuzer, Stefanie. (2012). *Experimente in den Künsten: Transmediale Erkundungen in Literatur, Theater, Film, Musik und bildender Kunst*. Bielefeld, Transcript Verlag.

Küçüksayraç, Elif. (2007). *Exploring The Term "Experiment" in Industrial Design*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Endüstriyel Ürün Tasarımı. İstanbul.

Lal, B., Jain, P. (2013). Laser in Ceramics Processing. *International Conferance on Ceramics, Bikaner, India. International Journal of Modern Physics: Conferance Series* Vol. 22. s. 701-707. World Scientific Publishing Company. DOI: 10.1142/S201019451301088X

Longman Çağdaş İngilizce Sözlüğü. (t.y). *Experimental.* Erişim: 14.02.2023, https://www.ldoceonline.com/dictionary/experimental

Majumdar, J. D., Manna, I. (2003). Laser Processing of Materials. *Sadhana.* Vol 28, Parts 3&4, June/August s. 495-562. India.

Marmur, Abraham. (2010). Equilibrium Wetting Fundamentals. Shlomo Magdassi (Ed.) *The Chemistry of Inkjet Inks.* Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. s. 43- 54.

Martin, G. D., Hutchings, I. M., (2013). Fundamentals of Inkjet Technology. Ian M. Hutchings, Graham D. Martin (Ed.). *Inkjet Technology for Digital Fabrication.* s. 21-44. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd. Publication.

Martin, G. D., Hoath, S. D., Hutchings, I. M. (2008). Inkjet Printing-The Physics of Manipulating liquid Jets and Drops. *Journal of Physics: Conference Series*. 105/1, s. 1-14. Erişim: 27.02.2023, Doi:10.1088/1742-6596/105/1/012001

Martin, G. D., Wills, M. (2016). Inkjet Technology: What Next?. Hoath, Stephen D. (Ed.) *Fundamentals of Inkjet Printing The Science of Inkjet and Droplets.* s. 419- 444. Wiley-VCH.

Martinez, A., Rudersdorf, B. (2022). Ceramic Inks. Werner Zapka (Ed.). *Inkjet Printing in Industry Materials, Technologies, Systems, and Applications.* s. 357- 368. Germany: Wiley-VCH GmbH.

Molderings, Herbert. (2010). *Duchamp and the Aesthetics of Change: Art as Experiment*. United States of America: Columbia University Press.

Noguera-Orti, J.F., Paya, M., Lazora, V., Bou, E., Moreno, A. (2004). Application of Laser Technology to Ceramic Design. *Qualicer 2004,* https://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/0413141e.pdf s.179- 187.

Ocak, Mahir E. (2024). Genel Görelilik ile Kuantum Fiziğini Bir Araya Getiren İlk Tutarlı Kuram. *Tübitak Bilim ve Teknik Aylık Popüler Bilim Dergisi.* Yıl 57/678. s. 48-59.

Oliver Van Herpt. (2023). *Dunes 2020-2023.* Erişim: 4.11.2023, https://oliviervanherpt.com

Orfa. (2022). *Aktüatör Nedir?* Erişim: 20.04.2024, https://www.orfa.com.tr/blog/icerik/aktuator-nedir

Özer, Burak. (2008). *Yeni Bir İş Modeli Olarak İnternet Tabanlı Dijital Baskı Sistemleri.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Ana Bilim Dalı. İstanbul.

Özeskici, Ş, Avcıoğlu C., Nükte M. (2019). İnkjet Dijital Baskı Teknolojisi ile Deneysel Seramik Karo Tasarımı ve Uygulaması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.* Özel Sayı, s. 67-80.

Paul, Andreas. (2005). Colour. Marieberthe Hoffmann-Falk (Ed.). *Dijital Printing Technology and Printing Techniques of Océ Dijital Printing Presses*. S. 29- 46.

Peker, Ahmet Osman. (2020). *Dijital İnkjet Yazıcılarla Sofra Eşyası Ürünlerinin Dekorlanması ve Örnek Uygulamalar.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü. Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı. İzmir.

Preston, E. J., Crawford, G. W., Coticciha, M.E. (1985). *CAD/CAM Dictionary.* New York: Marcel Dekker, Inc.

Raylase Focus on Laser (t.y.). *Software Manuel WeldMARK 2.0. MN013 / v2.0.* Erişim: 19.04.2024, http://alaser.com.tw/db/upload/webdata4/5alaser_201411270504826605.pdf

Ready, John. F. (1997). *Industrial Appliations of Lasers.* (Second Edition). United States of America: Academic Press.

Reddy, P. R., Devi, P. A. (2018). Review on The Advancements to Additive Manufacturing-4D and 5D Printing. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development* 8/4. s. 397–402.

Rovelli, Carlo. (2017). *Fizik Üzerine Yedi Kısa Ders.* (T. Esmer, Çev.). İstanbul: Can Sanat Yayınları A.Ş.

Runco, M, A., Pritzkeri S. R. (2011). *Encyclopedia of Creativity*. United States of America: Elsevier, Academic Press.

R&D Colorobbia Department. (2018). Ceramic Inkjet Inks. Werner Zapka (Ed.) *Handbook of Industrial Inkjet Printing.* S. 151-161. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.

Salgues, Bruno. (2018). *Society 5.0: Industry of the Future, Technologies, Methods and Tools British Library Cataloguing.* ISTE Ltd, John Wiley & Sons, Inc.

San, İnci. (2008). *Sanat ve Eğitim Yaratıcılık Temel Sanat Kuramları Sanat Eleştirisi Yaklaşımları*. (4. Baskı). Ankara: Ütopya Yayınevi.

Sanz, V., Ribes, C., Bautista, Y., Feliu, C., Reig, Y. (2011). Technical Evolution of Ceramic Tile Digital Decoration. *Society for Imaging Science and Technology.* S. 532-536.

Sanz, V., Reig, Y., Feliu, C., Bautista, Y., Ribes, C., Edwards, M. (2012). Technical Evolution of Ceramic Tile Printing. *Journal of Imaging Science and Technology.* 56/5. S. 050402-1 – 050402-7.

Sarıdal, Canan. (2007). *A Research on Architectural Design Techniques and Manufacturing Processes in The Digital Age.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Mimarlık. İstanbul.

Sartoceramica (2021). *RICAMI by Sarto.* Erişim: 18.02.2024, https://sartoceramica.it/?tag=formigine

Sartoceramica (t.y.). *Laser Decor Monocolore.* Erişim: 18.02.2024, https://sartoceramica.it/?page_id=40

Sawyer, R. Keith. (2006). *Explaning Creativity*. New York: Oxford University of Press.

Schewe, Jeff. (2014). *The Digital Print Preparing Images in Lightroom and Photoshop for Printing*. United States of America: Peachpit Press.

Schwab, Klaus. (2016). *The Fourth Industrial Revolution.* Switzerland: World Economic Forum.

Sesli, Yasemin. (2014). *Dijital Baskı Sistemlerinde Baskı Kalitesine Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Sevim, Sıdıka Sibel. (2007). *Seramik Dekorlar ve Uygulama Teknikleri*. İstanbul: Yorum Sanat.

Sezgin, Meral. (2010). *Basım Endüstrisi ile ilgili Teknolojilere Ait Temel Kavramların İncelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı. İstanbul.

Smith, P. J., Stringer, J. (2016). Applications in Inkjet Printing. Stephen D. Hoath, (Ed). *Fundementals of Inkjet Printing The Science of Inkjet and Droplets.* s. 397- 441. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH &C*o.*

Sözen, M., Tanyeli, U. (2011). S*anat Kavram ve Terimleri Sözlüğü. İstan*bul: Remzi Kitabevi.

Stallschus, Stefanie. (2013). A Theory of Experimentation in Art? Reading Kubler's History of Art after Rheinberger's Experimental Systems. Micheal Schwab (Ed.). *Experimental Systems Future Knowledge in Artistic Research.* s. 15-25. Belgium: Leuven University Press.

Stamm, Bettina Von. (2003). *Managing Innovation, Design and Creativity.* England: John Wiley & Sons Ltd.

Steffen, Dagmar. (2014). New Experimentalism in Design Research: Characteristics and Interferences of Experiments in Science, The Arts, and in Design Research. *Artifact: Journal of Design Practice*, *3*/2, s. 1-1.16.

Sürmen, Hasan Kemal. (2019). Eklemeli İmalat (3B Baskı): Teknolojiler ve Uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* 24/2. DOI: 10.17482/uumfd.519147.

Tarakçıoğlu, N., Özcan, M. (2004). *Lazerler ve Materyal İşleme Uygulamaları.* İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım.

Tibbits, Skylar. (2013). *"4 Boyutlu" Basımın Ortaya Çıkışı.* Erişim: 29.04.2021,

https://www.ted.com/talks/skylar_tibbits_the_emergence_of_4d_printing?language=tr

Torrecid (t.y). *Products.* Erişim: 4.12.2023, https://www.torrecid.com/products/

Townes, C.H. (2010). *Laserin Hikayesi Bir Bilimcinin Maceraları* (K. Yelen, Çev.). İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük [TDK]. (2023). Deney. Erişim: 17.02.2023, https://sozluk.gov.tr

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük [TDK]. (2023). Deneysel. Erişim: 14.04.2021, https://sozluk.gov.tr

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük [TDK]. (2023). Film. Erişim: 05.06.2022, https://sozluk.gov.tr

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük [TDK]. (2023). Koleksiyon. Erişim: 23.06.2022, https://sozluk.gov.tr

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük [TDK]. (2023). Süsleme. Erişim: 14.09.2022, https://sozluk.gov.tr

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük [TDK]. (2023). Teknoloji. Erişim: 27.08.2023, https://sozluk.gov.tr

Ujiie, H. (2006). *Dijital Printing of Textiles.* North America: CRC Press.

Vetriceramici (t.y). *Don't Look It, Feelink.* Erişim: 3.01.2024, https://www.vetriceramici.com/dont-look-it-feelink/

Zakova, Lucie. (2012). *Analysis of the Design Process and Manufacturing with Laser Cutters*. (Diploma Thesis). Mendel University in Brno Faculty of Forestry and Wood Technology Department of Furniture Design and Habitat.

Zapka, Werner. (2018). Pros and Cons of Inkjet Technology in Industrial Inkjet Printing. Zapka, Werner (Ed.). *Handbook of Industrial Inkjet Printing.* Stockholm: Wiley-VCH.

EKLER

EK-1: Makale

Ceyda Sıkı-Kaan Canduran
Dijital Dekorasyon Teknolojileri ile Giyilebilir Sanatta Seramik Uygulamaları
GSED, 2021; Cilt: 27, Sayı: 47: 410-423 - DOI: 10.32547/ataunigsed.962825

Dijital Dekorasyon Teknolojileri ile Giyilebilir Sanatta Seramik Uygulamaları

Ceramic Applications in Wearable Art with Digital Decoration Technologies

Ceyda Sıkı
Öğr. Gör., Uşak Üniversitesi, Deri, Tekstil ve Seramik Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi
email: benceydaa@gmail.com ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5411-1417

Kaan Canduran
Prof., Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü
email: kcanduran@gmail.com ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2170-2119

iThenticate for Authors & Researchers Bu makale bilimsel etik ve kurallara uygun hazırlanmış ve intihal incelemesinden geçirilmiştir. Etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Atıf (APA 7)/To cite this article
Sıkı, C., & 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

Makale Gönderim Tarihi/Received: 05/07/2021
Makale Kabul Tarihi/Accepted: 08/09/2021
Makale Yayın Tarihi/Published: 28/10/2021

Research Article / Araştırma Makalesi

Öz

Tarih öncesinden günümüze dek seramik, bulunduğu dönemin ihtiyaçlarını karşılamasından kullanıcısına duygu ve düşüncelerini yansıtmasına kadar teknik ve teknolojik imkanlar doğrultusunda vazgeçilmezliğini koruyarak gelişme göstermiştir. Kilin kendine özgü yapısı, sanatsal alanda farklı yönelimde disiplinler arası bir yaklaşım ile giyilebilir sanat (wearable art) alanında alternatif bir malzeme olarak yeni biçim önerileri sunmaktadır.

Bu araştırmada, giyilebilir sanat kavramına ve bu kavram ile ilgili seramik malzeme ile çalışmalar yapan sanatçı çalışmalarından örneklere yer verilmektedir. Giyilebilir sanata yönelik çalışılan sırsız pişmiş seramik formların üzerine sayısal ortamda geliştirilen desenlerin, dijital dekorasyon teknolojileri (CO_2 gaz lazer ve inkjet teknolojileri) ile yüzey üzerine işlenerek dekor oluşturulması süreci açıklanacaktır. Uygulamalar drapaj tekniği ile ortaya çıkarılan giysiler üzerine yerleştirilen özgün seramik formlar ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, dijital dekorasyon teknolojilerinin uygulamada kullanılması sonucu ortaya çıkan bilgi ve tecrübenin paylaşılması ile konu özelinde araştırmacılara yeni ufuklar açıp ilham verici olması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Giyilebilir Sanat, Seramik, Dijital Dekorasyon Teknolojileri, İnkjet, Lazer

Abstract

From prehistory to the present, ceramic has developed by preserving its indispensability in line with technical and technological possibilities, from meeting the needs of its period to reflecting the feelings and thoughts of its users. The unique structure of the clay offers new form suggestions as an alternative material in the field of wearable art with an interdisciplinary approach with a different orientation in the artistic field.

In this research, the concept of wearable art and examples of works by artists working with ceramic materials related to this concept are included. The process of creating decor by processing digital decoration technologies (CO_2 gas laser and inkjet technologies) on the unglazed fired ceramic forms studied for wearable art on the surface will be explained. The applications were carried out with original ceramic forms placed on the clothes revealed by the draping technique. The study aims to open new horizons and inspire researchers by sharing the knowledge and experience that emerged as a result of the use of digital decoration technologies in practice.

Keywords: Wearable Art, Ceramic, Digital Decoration Technologies, Inkjet, Laser

1. Giriş

Sanat ve tasarım, teknoloji ve bilim alanları ile birbirlerini üst platforma taşıyan bir dinamizm içerisinde gelişme göstermektedir. Teknolojik araç ve gereç zenginlikleri, sanatçı ve tasarımcılar için bir tür araştırma ve uygulama alanları oluşturmaktadır. Tasarımların yaratılmasında olasılıkları arttıran etkinlikler ile deneyimler malzeme ve üretim sürecine yeni bir yaklaşım getirdiği bir gerçektir. Teknolojik yöntemler, süreç içerisinde farklı fikirlerin farklı disiplinlerde harmanlama özelliğini doğurmuştur.

Teknolojinin getirdiği disiplinler arası yaklaşım, sanatçı için düşünsel ve biçimsel açıdan sınırsız bir özgürlük alanı sunmaktadır. Yüzeysel ve üç boyutlu kullanım olanaklarının yanı sıra kendine özgü süreçleri ve üretme teknikleri ile seramik, modern sanata öncelikli malzeme olarak girmiştir (Karayel Gökkaya, 2014, s. 26). Özellikle bilgisayar teknolojisi başta olmak üzere yeni teknolojilerin tasarım, üretim, sergilemede yöntem ve süreçlerine dahil edilmesiyle günümüzde kullanımları yaygınlık kazanmıştır. Seramik alanında da her geçen gün dekorasyon sürecinde modernizasyonu görülmekte olup özgün seramik yüzey tasarımı uygulamalarına olanak verilmektedir.

Seramik endüstri alanında dijital dekorasyon teknolojileri olarak inkjet 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. Söz konusu makale

çalışmasında ise, bu teknolojilerin seramik malzeme üzerinde kullanılarak formların 3 boyutlu hale getirilmesiyle, giyilebilir sanata yönelik olan özgün bir deneysel çalışma yapılması hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında; ilk olarak çalışmanın odaklandığı giyilebilir sanat ve seramik malzeme ile giyilebilir sanat örnekleri incelenmektedir. İnsanlık tarihi kadar köklü bir geçmişe sahip olan seramik, çok farklı alanlarda kullanım bularak üretildiği dönemin kültürü, sosyolojisi ve ekonomisi gibi birçok önemli bilgiler taşımaktadır. Geçmiş uygarlıklara ışık tutan seramik, üzerindeki bezemeler ile dönemin giyimini de yansıtmaktadır. Seramik yüzeylerindeki bezemeler ile sikkeler bu çalışma için esin kaynağı olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda ikinci adımda ise, çalışmanın tasarımdan üretim ve sergileme sürecine kadar esin kaynağı doğrultusunda insan anatomisine yönelik el ile şekillendirilen seramik formlar ve bu formlar için çalışılan yüzey tasarımlarına değinilmektedir. Tekstil malzemeler aracılığı ile seramik formlarla bir arada kullanılarak giyilebilir sanat örneğinde koleksiyon oluşturma süreci açıklanmaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışma, giyilebilir sanat kavramı ve giyilebilir sanatta seramik malzemenin yeri incelenmiş olup literatür taramasının yanı sıra internet ortamındaki doküman analizi yöntemi ile bütüncül bir şekilde veri toplanarak oluşturulan nitel bir araştırmadır. Araştırma kapsamında, bilimsel modele dayalı olarak sanatçı çalışmaları örnekleri ile verilerin içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlerin yorumlanarak değerlendirilmesi ile dijital dekorasyon teknolojileri ile yenilikçi sanatsal uygulamalar yapılmıştır. Bulgular ilişkilendirilerek yapılan değerlendirilmeler sonuç bölümünde açıklanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Giyilebilir Sanat

Giyinme kavramı, bireylerin kendilerini ifade edebilmek adına bedenleri doğrultusunda görsel bir anlatım olarak kurguladıkları yorum ile örtünmeden ayrılmaktadır (Atik, 2019, s. 38). Çevresel koşullardan korunma anlamı taşıyan giysi kavramı, tarihsel süreç içerisinde her gün yeni bir anlam yüklenerek bir mesleğin, toplumsal bir statünün, siyasi bir bakış açısının ya da kişisel bir duruşun biçimsel simgesi olarak sosyoloji, ekonomi ve tarihin ilgi alanı içinde olarak önemli bir yer bulmuştur (Pamuk, 2020, s. 5345).

Giysiyi tasarlayan sanatçı hislerini, duygu ve düşüncelerini, kültürel izlerini yorumu ile giysiye aktarmakta olup, giysi de Sanat ve Zanaat hareketinin etkisi ile 1980'lerde giyilebilir sanat (Wearable Art, Art to Wear, Artwear) ile anılmaya başlamıştır (Ok, 2016, s. 72). "Wearables" kelimesi İngilizcede giymek= onu vücudunda taşımak fiilinden gelmektedir. Bu nedenle "Wearables" giyebildiğimiz ya da üzerimizde taşıyabildiğimiz (örneğin kıyafetler, aksesuarlar, ayakkabılar, gözlükler, medikal cihazlar vb.) birçok unsuru kapsayan jenerik bir kelimedir (Paret ve Crégo, 2019, s. 5). Sanat ve Zanaat hareketi, (Arts & Crafts) ters ve suistimale dayanan endüstriyel sistemin temellerini düzeltme amacını taşımakta olup sanat-zanaat ayrımını ortadan kaldırarak, el emeğini ve özgün yaratıcılığı yüceltmiştir (Özay, 2021, s. 25). Arts and Crafts Akımı: "19. Yüzyılın ikinci yarısında gelişen bir İngiliz sanat akımı" olarak tanımlanmaktadır (Sözen ve Tanyeli, 2012, s. 35). Bu akımın oluşturduğu disiplinler arası alanda sanat ve modanın birlikte ilerlediği görülmektedir (Atik, 2019, s. 34). Giysi ile derinlemesine bağlantılı olan moda kavramının kelime anlamına bakıldığında ilk olarak "Değişiklik gereksinimi veya süslenme özentisiyle toplum yaşamına giren geçici yenilik" olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu, t.y.). Demiray (1988) ise, "*Temel Türkçe Sözlük"* kitabında moda kelimesini "zamanın zevkine göre ortaya çıkan geçici yenilik. [...]" olarak belirtmiştir (s. 627). Moda tasarımının ve tekstilin bir alt dalı olan giyilebilir sanat, vücudun bir araç olarak kullanılarak, imge ve düşüncelerin belirli formlara dönüştürülmesinde bir ifade biçimi şeklinde tanımlanmıştır (Kodaman ve Sarı, 2013, s. 78).

Yeni bir gelişme olarak bilinen ve giderek benimsenen estetik değerler ile oluşturulan giyilebilir sanat, dünya çapında yarışmalarda konu olmuştur. Örneğin Yeni Zelanda'nın Wellington şehrinde 30 yılı aşkın bir süredir düzenlenmekte olan "Giyilebilir Sanat Ödülleri, World of Wearable Art (WOW)", her yıl farklı temalar belirlemekte olup yaklaşık 60.000 kişi izleyici kitlesine sahip dünyanın önde gelen uluslararası giyilebilir sanat yarışma platformu sunmaktadır (Görsel 1).

İçinde bulunduğumuz yüzyılda ise teknolojik gelişmeler; araştırma, tasarım geliştirme, üretim ve sergileme portföy süreçlerinde dijitalleşme fırsatı sunmaktadır. Dijital üretim ile baskı teknikleri hız kazanarak stil ve görsellik oluşmasında etkin rol oynamaktadır. Bu gelişmelerin en önemli getirilerinden birisi ise dijital baskı teknolojileridir. Bu dijital baskı teknolojilerinden inkjet baskı kullanarak tekstil alanında yenilikçi çalışma yapan sanatçılardan birisi de Mary Katrantzou'dur (Görsel 2).

GSED, 2021; Cilt: 27, Sayı: 47: 410-423 - DOI: 10.32547/ataunigsed.962825

Görsel 1
Kirsten Fletcher, 'Woven In-tent' 2019 Supreme WOW İkincilik Ödülü

(Brix, 2019)

Görsel 2
Mary Katrantzou, 2012 İlkbahar Yaz Koleksiyonu

(Katrantzou, 2012)

Geliştirilen bu baskı teknolojileri sadece tekstil alanında değil seramik, deri, ahşap vb. multidisiplinler alanlarda da görsel araştırma ile tasarım stil ve yönlerinin geliştirilerek kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Teknoloji gelişmeye devam ettikçe her alanın kendi içerisine uygun mürekkep, pigmentler ve materyaller iyileştirilerek seri üretime olanak vermektedir.

3.2. Giyilebilir Sanat Örneğinde Seramik

Giyilebilir sanat eserleri, performans sanatı, vücut sanatı ve diğer benzeri sanatlar ile yakın ilişki içerisinde olarak, sanatçı isteği doğrultusunda tekstil dışı ahşap, cam, saç, seramik, taş gibi malzemeler kullanılarak beden üzerinde sanatsal bir form oluşturulabilir (Arabalı Koşar ve Kurtuldu, 2017, s. 31-35). Seramik, metal, tel, atık malzemeler vb. gibi malzemelerden yapılan çalışmalar farklı disiplinlere ait ortak fikirler üretme konusunda moda tasarımında yaratıcı ifadelere olanak sağlamaktadır (Hakan Verdu Martinez, 2012, s. 162). Giysi tasarımı aşamasında teknik ve teknolojinin yanı sıra estetik ve sanatsal unsurlara da ihtiyaç vardır (Geyik Değerli, 2019, s. 52). Günümüzde teknolojik yenilikler doğrultusunda her alan kendi içerisinde birbirinden etkilenmekte ve gelişme göstermektedir. Bu doğrultuda tekstil ve seramik yüzeyleri arasındaki ilişki her geçen gün sınırları belirsizleşerek birbirlerinden etkilenmektedir. Dolce & Gabbana, deniz renkleri ve 1960'ların mimarisi olan el yapımı geometrik desenler ile ilişkilenmiş olup tekstil yüzey tasarım ve seramik yüzey tasarımı arasında bir bağ kurarak erkekler ilkbahar-yaz 2021 koleksiyonu oluşturmuştur (Görsel 3).

Görsel 3
Dolce & Gabbana İlkbahar-Yaz 2021 Erkek Koleksiyonu

(Dolce&Gabbana, t.y.).

Zanaat olarak görülmesinin yanı sıra sınıf farklılıklarını, ekonomik seviyeyi ve statüyü yansıtan takılar, yeni çağın gelişen ve yenilenen teknolojisi ile farklı anlamlara bürünerek sanat alanında kendine yer edinmiştir. Sanatsal anlamda tasarlanmış olan takılar giyilebilir sanat kavramı içerisinde incelenmektedir. Sanat eseri olarak değerlendirilmesi takılara olan bakış açısını değiştirmiş olup bir ifade aracı olarak insan bedeni ile birlikteliği sayesinde farklı bir boyut kazanarak giyilebilir sanat kavramı içerisinde yer almaktadır (Yeşilmen, 2018, s. 1252).

Seramik malzeme kullanarak çağdaş takı tasarımı yapan sanatçı Ezster İmre seramik tabaklardan koleksiyon geliştirmiş olup farklı bir anlatım yakalayarak tasarımlarını bu yönde geliştirmiştir (Görsel 4).

Görsel 4
Eszter İmre Vivienne Bella

(Bella, t.y.)

Bir nesne olarak bedeni ele alarak seramik ile çalışan bir diğer sanatçı da Phoebe Scott yeni tasarımların ortaya çıkmasında ilham kaynağı olmuştur (Görsel 5).

Görsel 5
Phoebe Scott, Seramik Çalışması

(Scott, t.y.)

Antik kazı alanlarından topladığı mavi-beyaz porselen parçaları yeni yüzyıla moda ögeleri olarak katarak tanınan Li Xiaofeng, porselen malzeme ile heykelsi giyilebilir kostümler oluşturmaktadır. Porselen parçalarını ince metal tel kullanarak birbirine dikerek desenlerdeki renklerin yeni tonlar oluşturması ile yeni bir anlatım dili sağlamaktadır (Görsel 6).

Görsel 6
Li Xiaofeng, Porselen Malzeme ile Kostüm

(Xiaofeng, t.y.)

Yine aynı şekilde seramik malzeme ile giyilebilir çalışmalar yapan sanatçılar Malou van der Molen ve Marie Pendariès seramik alanına yeni bakış açısı sunarak ilham kaynağı olmaktadır (Görsel 7-8).

Görsel 7
Malou van der Molen Seramik Elbise Çalışması

(Van der Molen, t.y.)

Görsel 8
Marie Pendaries, La Dot

(Pendaries, t.y.)

Ezgi Hakan Martinez, beş farklı renkte yaklaşık 1700 adet seramik lale formu ile Fatih Sultan Mehmet'in sarayının bahçesinde yetiştirdiği laleleri anımsatmakta olan kaftan tasarımı ile seramik malzeme ile giyilebilir sanata biçimsel olarak ve estetik açıdan farklı bakış açısı kazandırmıştır (Görsel 9).

Görsel 9
Ezgi Hakan Verdu Martinez, Kaftan ve Detayı.

(Hakan Verdu Martinez, 2012, s. 179)

3.3. Seramik Endüstrisinde Dijital Dekorasyon Teknolojileri

Dijital dekorasyon teknolojileri, bilgisayar destekli tasarım programlarının dekorasyon sürecine dahil edilmesi ile başlamaktadır. Dijital dekorasyon teknolojileri; sayısal ortama aktarılmış ya da sayısal ortamda oluşturulmuş çizimlerin grafik işleme yazılımları ile görüntülerin dijitalleştirilerek uygulamaya hazır hale getirilmesi odaklıdır. Bilgisayar teknolojilerinin ve bununla beraber bilgisayar yazılım, donanım ve programlarının çeşitliliği yeni tasarımların gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Bu programlar sayesinde bilgisayar ortamında oluşturulan görüntüler dijital üretim teknolojileri ile birleşerek kolayca üretime geçirilmektedir.

GSED, 2021; Cilt: 27, Sayı: 47: 410-423 - DOI: 10.32547/ataunigsed.962825

Seramik endüstrisinde dekorlama aşamasında yaygın olarak kullanılan dijital dekorasyon teknolojilerin başında inkjet baskı teknolojileri ile lazer ışını ile ısıl işlem olarak dekorlama gelmektedir.

Dijital baskı yöntemlerinden biri olarak inkjet, mürekkep püskürtmeli teknoloji olarak, bilgisayar kontrolü altında bir baskı kafasından çıkan sıvı damlacıklarının alt tabakaya yönlendirilerek hızlı bir yazma veya yazdırma işlemidir (Hudd, 2010, s. 5). Birçok farklı işlem modunu barındıran inkjet teknolojisi sürekli (Continuous) mürekkep püskürtmeli ve Kontrollü Damlacık Oluşumu (Drop on Demand) olarak iki ana sınıfa ayrılmaktadır (Gençkaya, 2011, s. 13-16).

İnkjet makinasına bağlı olan bilgisayarların uygun yazılım ve donanıma sahip olması gerekmektedir. Üretimde baskı miktarları kullanıcı talebi doğrultusunda ayarlanabilmektedir. Seramik işletmelerinde temassız işlem yapılması sayesinde maliyete olumlu katkısı tercih sebepleri arasındadır. Geleneksel baskı yöntemlerinden serigrafi ve tambur elek baskılara kıyasla üretim akışını kesmeden test baskılar yapılabildiği için durma süresini azaltır. Karo yüzeyine uygulanacak grafiklerin RGB, CMYK ya da Multichannel (çoklu kanal) uzantılı olarak çalışılması gerekmektedir.

Seramik endüstrisinde dekorlamaya yönelik kullanılan lazer teknolojisi ile karbondioksit gaz lazerlerdir.

Lazer, "Uyarılmış Radyasyon Yayınlanması Yoluyla Işığın Kuvvetlendirilmesi" anlamına gelen İngilizce Laser-Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation kelimesinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır (Arcan, 2011, s. 1). Lazer, temelleri 20. Yüzyılın başlarında Albert Einstein ile atılmış olup, 1960'lı yılların başlarında uygulamaya başlatılmıştır. İcat edildiği günden beri endüstri, sanayi, askeri, sağlık, bilim gibi alanlarda birçok çalışmaya hız kazandıran nitelikte ve aynı zamanda çok önemli bilimsel araştırma cihazlarıdır.

Lazer aktif maddelerin uyarılması ile lazer ışını elde edilir. Lazer ışınları, enerjisi güçlü olup yüksek genlikli, tek renkli, uzaklaştıkça dağılmayan ve yön verilebilen, oldukça yoğun ve aynı fazlı gibi karakteristik özellikleri ile diğer ışık kaynaklarının yaydığı ışıklardan farklılık gösterirler. Lazer aktif maddelerin uyarılması ile lazer ışını elde edilir. Lazerler, aktif maddeye bağlı olarak gaz lazerler, katı hal lazerler, yarı iletken diyot lazerler ve boya lazerler olarak sınıflandırılmaktadır (Tarakçıoğlu ve Özcan, 2004, s. 16-29).

Direkt olarak lazer makinası altında işlem yapılmamış çalışmaların, lazer baskı olarak anılması yanlıştır. Örneğin bir dekal kâğıt üzerine fotokopi ya da yazıcı aracılığı ile desenin işlenmesi ve daha sonra bu görüntülerin yüzeye aktarılması ile lazer baskı olarak adlandırılması literatürde bilgi kirliliği yaratmaktadır.

3.4. CO_2 Gaz Lazer ve İnkjet Dekorasyon Teknolojileri ile Seramik Uygulamaları

İnsanoğlunun dünya üzerinde bıraktığı 2,5 milyon yıllık kültürel tarihinde binlerce yıl öncesini günümüz ile buluşturan arkeoloji, zamana derinlik kazandırarak uygarlığın gelişim sürecine tanıklık sağlamaktadır. Özdoğan (2014) *"50 Soruda Arkeoloji"* kitabında arkeolojiyi; "Geçmiş dönemlerde yaşamış insan topluluklarının kültürel ve toplumsal düzenlerini, günümüze kadar gelebilen maddi kalıntılara dayanarak araştıran, belgeleyen ve gelişim sürecini inceleyerek yorumlamaya çalışan bir bilim dalıdır" olarak betimlemektedir (s. 19). Günümüzde arkeolojik buluntular tarih öncesi zamanlardan itibaren kültür durumu ve gelişimi hakkında bilgi sağlamaktadır (Görsel 10-11-12).

Görsel 10
Boeotian Pişmiş Toprak Heykelciği, M.Ö. 8. yy

(Boucher, 1987, s. 23)

GSED, 2021; Cilt: 27, Sayı: 47: 410-423 - DOI: 10.32547/ataunigsed.962825

Görsel 11
The Tiara Goddess, Knossos'tan Polikrome Terracotta Figurine, Geç Minoan

(Boucher, 1987, s. 79)

Görsel 12
Yılan Tanrıça, Knossos'tan Çok Renkli Pişmiş Toprak Heykelcik, Geç Minoan

(Boucher, 1987, s. 81)

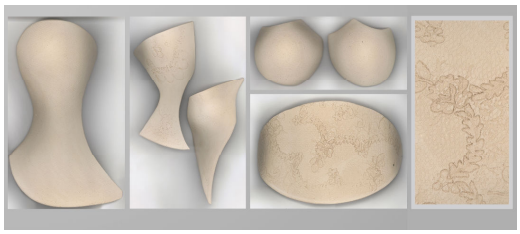
Pişmiş toprak olarak ifade edilen ve ana malzemesi kil olan seramik, doğa koşullarına dayanıklı bir malzeme olarak kolay ulaşılabilir ve şekillendirilebilir olması ile insanlık tarihine paralel bir gelişim göstererek uygarlığın oluşmasında önemli bir etken olmuştur. Şekillendirilmeye başlandığı andan itibaren gerek şekil ve biçim ile gerekse yüzeydeki bezemeleri ile ait olduğu dönemin sosyal yapısı, kültürü, gelenek ve görenek gibi ögeleri yansıtan özelliği ile bilinmektedir.

Bu araştırma kapsamında, fikir ve kavram olarak tasarım aşamasında, arkeoloji dünyasına kazandırılmış Antik Yunan Dönemi, Roma Dönemi (İ.Ö. 30- İ.D. 395) ile Hellenistik Dönem olarak kendine özgü stillerinde ürettikleri çanak-çömlek bezeme desenleri ile sikkeler belirlenmiştir. Hellenistik dönem, arkeolojide genel olarak, Büyük İskender'in İÖ. 334'te Anadolu'ya geçişi ile İÖ. 30. yılları arasındaki 300 yıllık süreç olarak tanımlanır (Bingöl, 2009, s. 2). Türk Tarih Kurumu (1989), sikke kavramını; "Ticarette ve günlük alışverişlerde ödeme aracı olarak kullanılan, ağırlığı ve içindeki değerli maden miktarı devlet tarafından üzerine konan resim ve yazılarla garanti altına alınmış, belirli bir şekli olan madeni bir parçadır" olarak tanımlamıştır (s. 37).

Uygulama aşamasında ise insan vücudu ve anatomisi doğrultusunda seramik malzeme ile giysi tamamlayıcıları olan kemer, sutyen, korse vb. giyilebilir seramik form çalışmaları yapılmıştır. Tekstil malzemelere yakın görünüm kazandırılması amacı ile bazı yüzeylerde kumaş basılarak rölyefli bir görüntü elde edilmiştir. 1000 (° C) derecede pişirim yapılmıştır (Görsel 13). Yine aynı şekilde yaklaşık 300 adet sikke formları el ile şekillendirilmiş olup 1000 (° C) derecede pişirim yapılmıştır (Görsel 14).

GSED, 2021; Cilt: 27, Sayı: 47: 410-423 - DOI: 10.32547/ataunigsed.962825

Görsel 13
CO_2 Gaz Lazer Baskı İçin Seramik Sikke Form Şekillendirme, 1000 ^{0}C'de Pişirim, 2021



(Sıkı, 2021)

Görsel 14
İnkjet Baskı İçin Seramik Sikke Form Şekillendirme, 1000 ^{0}C'de Pişirim, 2021

(Sıkı, 2021)

Arkeolojik buluntulardaki kişisel tercih doğrultusunda belirlenen desenler, yeniden yorumlanarak teknoloji olanağı ile yeni anlatımlara dönüştürülmesi üzerine çalışılmıştır. Kavram araştırmasında temanın renk paleti, arkeolojik buluntulardaki bezemelerden yola çıkılarak hazırlanmıştır (Görsel 15-16-17).

Görsel 15
Kırmızı Figürlü Kylix C, M.Ö. 470 Python'a (çömlekçi), Douris'e (ressam) Atıf, Geç Arkaik

(Sani, 2010)

Görsel 16
Kanatlı Deniz Atı Broşu, Uşak Müzesi

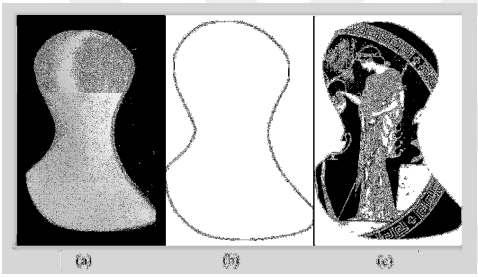
(Sıkı, 2021)

Görsel 17
Exequias İmzalı Siyah Figürlü Amfora

(Musei Vaticani, t.y.)

Giyilebilir form olarak el ile şekillendirilen, 1000 (°C) derecede pişirimi yapılan seramikler lazer ile desenleme için taranarak sayısal ortama aktarılmıştır (Görsel 18 (a)) Lazer kabin içerisinde ısıl işlemin gerçekleştirileceği alan belirlenmesi için şablon çalışması yapılmıştır (Görsel 18 (b)) Esin kaynağı olarak seçilen konu üzerinden desen kompozisyonları oluşturulmuştur. Seramik formların yüzeyine işlenecek desenler Adobe Photoshop ve Adobe Illustrator programları aracılığı ile geliştirilmiştir (Görsel 18 (c)) Çalışmalar CO_2 gaz lazer makinasına uygun olarak Grayscale mod uzantılı olarak çalışılmış ve makinaya aktarılmak üzere Bitmap modunda kaydedilmiştir.

Görsel 18
CO_2 Gaz Lazer İçin Geliştirilen Çizim Çalışma Örneği



(Sıkı, 2021)

Lazer ile çalışmalarda makinada kullanılan program WeldMARK 2.0.'dır. Uygulama çalışmalarında tercihe bağlı olarak 50-70 W/ mm^2, frekans değeri: 2-5.00 kHz değerleri arasında kullanılarak ısıl işlem yapılmıştır. Formların üzerinde her parça için ayrı ayrı geliştirilen desen tasarımları lazer ile yüzeyde işlenmiştir. Yaratılmak istenen etkiler, teknoloji ile desteklenerek dijital ve sert görünümlü yapısı ile heykelsi bir hava katılmıştır (Görsel 19).

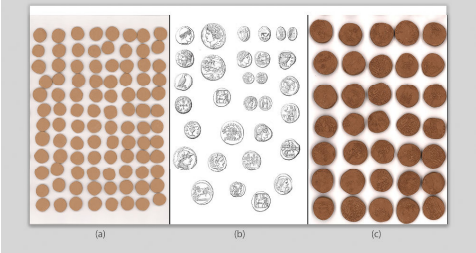
Görsel 19
Lazer ile Dekorlanmış Seramik Formların Görselleri

(Sıkı, 2021)

GSED, 2021; Cilt: 27, Sayı: 47: 410-423 - DOI: 10.32547/ataunigsed.962825

Giyilebilir form olarak el ile şekillendirilen, 1000 (°C) derecede pişirimi yapılan sikke formlu seramikler inkjet baskı ile desenleme için tüm yüzeye boya gelecek şekilde baskıya uygun halde yerleştirilmiştir (Görsel 20 (a)). Seramik sikke formların yüzeyine işlenecek desenler Adobe Photoshop ve Adobe Illustrator programları aracılığı ile geliştirilmiştir (Görsel 20 (b)). Baskı kafası XAAR GS12 olup ortalama 11 gram boya atan TecnoFerrari makinasında çalışmalar uygulanmıştır. Seramik formların tek yüzeyine desen işlenmiştir (Görsel 20 (c)). Duvar karosu tek pişirim bölümünde 32 dakikada 1100 (°C) derece duvar karosu fırınında pişirilmiştir (Görsel 21).

Görsel 20
İnkjet Baskı İçin Geliştirilen Tasarımlar, Sayısal Ortamda Geliştirilen Çizimler ve Baskı Sonrası Görselleri



(Sıkı, 2021)

Görsel 21
İnkjet Baskı ile Desen Uygulaması Yapılmış Seramik Sikke Örnekleri

(Sıkı, 2021)

Seramik formlar drapaj tekniği ile ortaya çıkarılan giysiler üzerine yerleştirilmiştir. Hem tekstil hem de seramik alanında kullanılan bu ortak dijital teknolojiler aracılığı ile yeni anlatım biçimi oluşturulması doğrultusunda çalışmalar geliştirilmiştir (Görsel 22, 23, 24, 25).

Görsel 22
Büstiyer ve (Amfora) Kemer Dijital Dekorasyon Teknolojisi CO_2 Gaz Lazer ile Uygulama Çalışmaları

(Sıkı, 2021)

Görsel 23
Oryantel ve İşleme Dijital Dekorasyon Teknolojisi CO_2 Gaz Lazer ve İnkjet ile Uygulama Çalışmaları

(Sıkı, 2021)

Görsel 24
Toga ve Kanatlı Denizatı Dijital Dekorasyon Teknolojisi İnkjet ve CO_2 Gaz Lazer ile Uygulama Çalışmaları

(Sıkı, 2021)

Görsel 25
Serüven ve Avantür Dijital Dekorasyon Teknolojisi CO_2 Gaz Lazer ile Uygulama Çalışmaları

(Sıkı, 2021)

4. Sonuç

Bu araştırmada Giyilebilir Sanatta Seramik Malzeme ile ilgili araştırmalar ve uygulamalar yapılmıştır. Uygulama çalışmaları, Serano Dekor Seramik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinde, inkjet baskı ise Hitit Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de gerçekleştirilmiştir. Giysi, sanatçılar için kendini ifade etme biçimi olarak önemli bir unsurdur. 21. Yüzyılda hızla değişen ve gelişen teknolojik araç ve gereçler birçok farklı alanlarda kullanım bulmuştur. Bu çalışmada hem tekstil hem de seramik yüzey işleminde kullanılan dijital dekorasyon teknolojilerin tasarım geliştirme ve uygulama süreçlerine dahil edilmesi ile çalışmalara özgün değer kazandırılma amacı ile estetik ve teknik açıdan yeniden yorumlanmıştır.

Çalışmalar sonucunda, seramik malzemenin, ileri teknolojik sistemlerin sağladığı yeni yöntemler ile birçok sanat alanı ile uyum içerisinde yer edindiği gözlemlenmiştir. Porselen, düşük ve yüksek derecede pişirime uygun beyaz renkli kil vb. farklı pişirim özelliklerine sahip malzemeler ile uygulamalar yapılması planlanmış olup yeni eserler eklenerek çalışmaların geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Dezavantaj olarak, inkjet baskı makinasının kafası belirli bir yüksekliğe kadar çıkabildiğinden 3 boyutlu yüzeylere baskılar yapılamamaktadır. Bu araştırmanın devamında sanatsal olarak bu sorunlara katkıda bulunacak ve yeni bir boyut kazandıracak araştırmalar yapılması planlanmaktadır.

Mevcut giyilebilir seramik formların ötesinde seramik endüstrisine yönelik dijital dekorasyon teknolojileri ile yorumlanarak bu teknolojilerin seramik alanında da kullanılabilirliği ile estetik ve teknik açıdan yeniden yorumlanmış olup özgün ve yenilikçi estetik değerli uygulamalar geliştirilmiştir. Yenilikçi teknolojiler olarak kabul edilen inkjet baskı yöntemleri ve lazer ile baskı, 3 boyutlu formlarda kullanımı örneği oluşturulmuştur.

Dijital dekorasyon teknolojilerin güzel sanatlar alanında kullanımına yönelik bir ders programı geliştirilerek bu teknolojiler alana entegre edilebilir. Tasarım yarışmaları düzenlenerek yenilikçi çalışmalar teşvik edilebilir.

Bu araştırma sonucunda; plastik sanatlar alanında teknolojinin bir araç olduğunu, sanatçının yaratım sürecinde yaratıcılığına ve özgünlüğüne yeni yollar gösterdiği, yaratıcılık alanını genişlettiği ve kolaylaştırdığı tespit edilmiştir. Günümüzde dijitalleşme ve teknolojik gelişmeler plastik sanatlarda da diğer alanlarda olduğu gibi avantajlar sağlamaktadır. Sanatçının bu avantajları kullanması yeni bakış açıları geliştirmesi dijitalleşmiş dünyada kaçınılmazdır.

Seramik sanat ve tasarım alanlarında malzemenin çeşitliği, şekillendirme ve dekorlama yöntemleri çok geniştir. Bu alanlarda kullanılmakta olan geleneksel baskı yöntemlerinden serigrafi Dekorasyon baskı, rotasyon baskı gibi çeşitli baskı sistemleri ile rölyefli yüzeylerde desenleme işlemi yapılamamasına rağmen yenilikçi teknolojiler olarak adlandırılan bu dijital dekorasyon teknolojiler ile düz yüzeylerin yanı sıra boyutlu yüzeylerde rahatlıkla desenleme yapılabilmektedir. Dijital dekorasyon teknolojileri olarak lazer ve inkjet baskı makinalarının kendi değişken parametrelerinden (örneğin baskı kafası, baskı hızı, lazer ışın değeri) kullanıcı isteği doğrultusunda faydalanılarak görsel çeşitlilik sağlanması avantajı vardır. Bu çeşitlilik içerisinde Dijital Teknolojilerinin kullanılması ile daha detaylı ve net dokunuşların form üzerinde yapılabilmesi kolaylaşmaktadır. Bu araştırma kapsamında Dijital Dekorasyon Teknolojilerinin kullanılması eserlerin plastik değerine katkıda bulunacak dekorların daha detaylı ve net algılanmasını sağladığı ayrıca çok ayrıntılı dekorların kısa sürelerde daha etkili şekilde kullanıldığı görsel sonuçlara ulaşılmıştır.

Kaynakça

Arabalı Koşar, S. T., & Kurtuldu, E. (2017). *Giyilebilir sanatta hacim öğesi ve yeni eğilimler*. 2nd International Art Symposium, Version 21 (s.25-38). Muğla, Turkey.

Arcan, A. (2011). *Lazer ışını ile metallerin kesilmesine etki eden parametrelerin incelenmesi* (Tez No. 318234) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Tez Merkezi.

Atik, D. (2019). *Giyilebilir sanat ifadesiyle moda* (Tez No. 535064). [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Tez Merkezi.

Bella, V. (t.y.). *Eszter imre Vivienne Bella* [Ekran Görüntüsü]. Designboom. https://www.designboom.com/readers/eszter-imre-table-wear/

Bingöl, O. (2009). *Arkeoloji ve sanat tarihi: Eski Anadolu uygarlıkları Helenistik dönemde Anadolu.* T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Türkiye Kültür Portalı Projesi. https://www.kulturportali.gov.tr/mrepo/eKitap/eb-HelenistikDonemdeAnadolu/index.html

Boucher, F. (1987). *20,000 years of fashion the history of costume and personal adornment*. Harry N. Abrams, Inc.

Brix, S. (2019, 11 Kasım). *Avustralyalı Tasarımcı Kirsten Fletcher'ın 'Woven In-tent' 2019 Supreme WOW İkincilik Ödülü* [Ekran Görüntüsü]. ArtsHub. https://www.artshub.com.au/news-article/sponsored-content/grants-and-funding/sabine-brix/entries-now-open-for-2020-world-of-wearableart-awards-259178

Demiray, K. (1988). *Temel Türkçe sözlük*. İnkılap Yayınevi.

Dolce&Gabbana. (t.y.). *Dolce & Gabbana İlkbahar-Yaz 2021 Erkek Koleksiyonu* [Ekran Görüntüsü]. Dolcegabbana. https://www.dolcegabbana.com/en/spring-summer-2021-mens-campaign/

Gençkaya, E. (2011). *Mürekkep püskürtmeli baskı sistemlerinde solvent bazlı ve uv bazlı mürekkeplerin tekstil ve branda üzerine yapılan baskılarda görüntü kalitesine etkisi* (Tez No. 290351). [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Tez Merkezi.

Geyik Değerli, N. (2019). Moda endüstrisinin giyilebilir teknoloji tasarımları. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)*, *4*(1), 50-65. https://doi.org/10.21733/ibad.500289

Hakan Verdu Martinez, E. (2012). Moda tasarımında sanatsal ifade önerisi olarak alternatif malzemeler: Seramik elbiseler. *Sanat ve Tasarım Dergisi, 3*(3), 162-181. https://dergipark.org.tr/tr/pub/sanattasarim/issue/20647/ 220293

Hudd, A. (2010). Inkjet printing technologies. S. Magdassi (Ed.), *The chemistry of ınkjet ınks* (s. 3-18) içinde. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Karayel Gökkaya, E. (2014). Disiplinlerarası sanatsal ifade: Ressam seramikçiler- seramikçi ressamlar. *Sanat Dergisi*, *0*(24), 25-40. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunigsfd/issue/2612/33627#article_cite

Katrantzou, M. (2012). *Mary Katrantzou, 2012 ilkbahar yaz koleksiyonu* [Ekran Görüntüsü]. Mary Katrantzou. https://www.marykatrantzou.com/collections/spring-summer-2012/

Kodaman, L., & Sarı, S. (2013). Disiplinlerarası bağlamda tuval resimlerinin, dijital baskı yöntemi kullanılarak giyilebilir sanatta uygulanmasına yönelik bir çalışma. *Cumhuriyet International Journal of Education*, *2*(4), 72-83. http://dergipark.gov.tr/download/article-file/48682

Musei Vaticani. (t.y.) *Ánfora ática con figuras negras firmada por Exequias* [Ekran Görüntüsü]. MuseiVaticani. https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/es/collezioni/musei/museo-gregoriano-etrusco/sala-xix--emiciclo-inferiore--collezione-dei-vasi--ceramica-atti/anfora-attica-a-figure-nere-firmata-da-exekias.html#& gid=1&pid=1

Ok, M. (2016). Giyilebilir sanat bağlamında 'Ruff Yaka'. *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, *0*(16), 65-73. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/228101

Özay, S. (2021). *Dünden bugüne dokuma resim sanatı*. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.

Özdoğan, M. (2014). *50 soruda Arkeoloji* (4. Baskı). 7 Renk Basım Yayım ve Filmcilik Şti.

Pamuk, B. (2020). Çeyiz sandığını, giyilebilir sanat ile anlatmak: Sandık sarısı koleksiyonu. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 16*(32), 5341-5358. https://doi.org/10.26466/opus.728845

Paret, D., & Crégo, P. (2019). *Wearables, smart textiles and smart apparel.* ISTE Press Ltd. and Elsevier Ltd.

Pendaries, M. (t.y.). *Marie Panderies La Dot* [Ekran Görüntüsü]. Marie Pendariès Bijoux Contemporains. http://mariependaries.blogspot.com/2009/09/description-of-image-goes-here_8335.html

Sani, E. (2010, 7 Temmuz). *Kırmızı figürlü kylix C. MÖ. 470 Python'a (çömlekçi)* [Ekran Görüntüsü]. Flickr. https://www.flickr.com/photos/69716881@N02/7255916688

Scott, P. (t.y.). *Phoebe Scott seramik çalışması* [Ekran Görüntüsü]. http://phoebe-scott-t77s.squarespace.com/dresses/w1eiq15tmn6qovtstzoquibpb076pf

Sıkı, C. (2021). Inkjet ve lazer baskı için uygulama çalışmaları [Fotoğraf ve Çizim]. Ceyda Sıkı Kişisel Arşivi.

Sözen, M., & Tanyeli, U. (2012). *Sanat kavram ve terimleri sözlüğü.* Remzi Kitabevi.

Tarakçıoğlu, N., & Özcan, M. (2004). *Lazerler ve materyal işleme uygulamaları.* Atlas Yayın Dağıtım.

Türk Dil Kurumu. (t.y.). Moda. *sozluk.gov.tr* içinde. https://sozluk.gov.tr/

Türk Tarih Kurumu. (1989). *Eski eser tanımı ve kaçakçılığın önlenmesi semineri notları* (No. A098552-A.VI/9780). T.C. Kültür Bakanlığı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Başkanlığı. https://kutuphane.ttk.gov.tr/details?id=562433&materialType=KT&query=K%C3%BClt%C3%BCr+varl%C4%B1klar%C4%B1+_+Koruma+_+T%C3%BCrkiye

Van der Molen, M. (t.y.). *Malou van der Molen seramik elbise çalışması* [Ekran Görüntüsü]. Malouvandermolen. https://malouvandermolen.com/grenswachter-in-het-tussenruim.html

Xiaofeng, L. (t.y.). *Li Xiaofeng Porselen Malzeme ile Kostüm* [Ekran Görüntüsü]. Red Gate Gallery. https://www.redgategallery.com/content/li-xiaofeng

Yeşilmen, N. (2018). Giyilebilir sanat örneği olarak 21. yüzyılda seramik takılar. *İdil Dergisi, 7*(50), 1251-1255. https://doi.org/10.7816/idil-07-50-06

ETİK BEYANI

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tez/Sanat Çalışması Raporu Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu Tez/Sanat Çalışması Raporunda, Tez/Sanat Çalışması Raporu içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

- atıfta bulunduğum eserlerin bütününü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu Tez/Sanat Çalışması Raporunun herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir Tez/Sanat Çalışması Raporu çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

11/07/2024

Ceyda SIKI

Sanatta Yeterlik Sanat Çalışması Raporu Orijinallik Raporu

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Güzel Sanatlar Enstitüsü

Sanat Çalışması Raporu Başlığı: Deneysel Geliştirilen Desen Tasarımlarının İleri Teknolojik Sistemler ile Seramik Yüzeylere Uygulanması: Bir Koleksiyon

Yukarıda başlığı verilen Sanat Çalışması Raporumun tamamı aşağıdaki filtreler kullanılarak Turnitin adlı intihal programı aracılığı ile Tez Danışmanım tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Raporlama Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı (%)	Gönderim Numarası
11/07/2024	124	257247	11/06/2024	8	2415151953

Uygulanan filtreler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez/Sanat Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim. (11/07/2024)

Ceyda SIKI

Öğrenci No.: N18141348

Anasanat/Anabilim Dalı: Seramik Anasanat Dalı

Program (işaretleyiniz):

Yüksek Lisans	Sanatta Yeterlik	Doktora	Bütünleşik Doktora
	x		

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Kaan CANDURAN

Proficiency in Art Art Work Report Originality Report

HACETTEPE UNIVERSITY

Institute of Fine Arts

Title : Application of Experimentally Developed Pattern Designs on Ceramic Surfaces With Advanced Technological Systems: A Collection

The art work report is checked by my supervisor, using Turnitin plagiarism detection software taking into consideration the below mentioned filtering options. According to the originality report, obtained data are as follows.

Date Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index (%)	Submission ID
11/07/2024	124	257247	11/06/2024	8	2415151953

Filtering options applied are:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read the Hacettepe University Institute of Fine Arts Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations, I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge. I respectfully submit this for approval. (11/07/2024)

Ceyda SIKI

Student No.: N18141348

Department: Ceramics Department

Program/Degree (please mark):

Master's	Proficiency in Art	PhD	Joint Phd
	x		

SUPERVISOR APPROVAL

APPROVED

Prof. Kaan CANDURAN

YAYIMLAMA VE FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversite'ye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikrî mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/raporumun tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalara (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin/Sanat Çalışması Raporunun kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/sanat çalışması raporumun tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde/sanat çalışması raporumda yer alan, telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversite'ye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan ***Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**** kapsamında sanat çalışması raporum aşağıda belirtilen haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü/ Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren … ertelenmiştir. (1)

☐ Enstitü/ Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren … ay ertelenmiştir. (2)

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

11/07/2024
Ceyda SIKI

_____

**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*

(1) Madde 6.1. Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmaını ş ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7.1. Ulusal çıkarlan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü teziere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

Tez Danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.