



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Seramik Anasanat Dalı

**DEMİR TOZU KATKILI KİL BÜNYELERİN MİKNATISLARLA ŞEKİLLENDİRİLEREK
SERAMİK ESERLERİN OLUŞTURULMASI**

Simge OKUDUR

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2026



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Seramik Anasanat Dalı

DEMİR TOZU KATKILI KİL BÜNYELERİN MİKNATISLARLA ŞEKİLLENDİRİLEREK
SERAMİK ESERLERİN OLUŞTURULMASI

Simge OKUDUR

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2026

DEMİR TOZU KATKILI KİL BÜNYELERİN MİKNATISLARLA ŞEKİLLENDİRİLEREK SERAMİK ESERLERİN OLUŞTURULMASI

Danışman: Doç. Dr. Hikmet Mutlu Yağcı

Yazar: Simgе OKUDUR

ÖZ

Gelişen teknolojiyle birlikte sanat pratiklerine fiziksel bir malzeme olarak dahil olan mıknatıs, çağdaş seramik sanatında yenilikçi bir şekillendirme aracına dönüşmüştür. Bu çalışmada; seramik literatüründe uygulamaya dönük sistematik verinin henüz yeterince oluşmadığı mıknatısla seramik şekillendirme tekniği merkeze alınarak, araştırma kapsamında belirlenen değişkenler ve etkileri atölye pratiği çerçevesinde incelenmiş, elde edilen görsel ve yapısal bulgular değerlendirilmiştir.

Araştırma kapsamında, seramik çamuruna farklı oranlarda demir tozu eklenerek manyetik alana tepki veren kompozit karışımlar elde edilmeye çalışılmıştır. Uygulama sürecinde; kompozit karışımın kıvamının, bünyenin şekillenme davranışı ile mekanik direnç arasındaki dengeyi belirleyen en kritik unsur olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte farklı yapılar da ticari demir tozları, çamur bünyeleri, polimerik bağlayıcılar ve mıknatıs kutup konfigürasyonları da test edilmiştir. Tüm bu değişkenlerin hem karışım hem de şekillenen formların morfolojik yapısı, mekanik direnci ve estetik karakteri üzerinde çeşitli sonuçlar doğurduğu gözlemlenmiştir. Örneğin %25 demir tozu içeren karışımlardan manyetik şekillenme tepkisi alınamamıştır.

Öte yandan bisküvi ve sır pişirimi aşamalarının, kompozit bünyenin nihai yapısal kararlılığı ve yüzey estetiği açısından kritik öneme sahip olduğu deneyimlenmiştir. Bazı kompozit bünyelerde pişirim sonrasında demir tozu kaynaklı yapısal kırılmalık ve tozlaşma sorunlarıyla karşılaşmış, metal-seramik arayüzey bağ kurma prensiplerinden yararlanılarak tasarlanmış yeni pişirim programıyla çözüm önerisi geliştirilmiştir. Uygulama süreçlerinin ardından elde edilen bulgulardan beslenerek; manyetik alan dinamiklerinin olanak ve sınırlılıkları dahilinde, tekniğin estetik potansiyelinin

görünürlüğüne zenginlik katacak özgün seramik eserler oluşturulmuştur. Tekniğin öncülerinin yaklaşımlarından farklı olarak geleneksel ve manyetik şekillendirme yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bu eserlerin, gelecekte yapılacak çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Seramik, mıknatıs, manyetizma, demir tozu, polimer bağlayıcılar, kompozit malzeme.

CREATION OF CERAMIC ARTWORKS BY SHAPING IRON POWDER- ADDITIVE CLAY BODIES WITH MAGNETS

Supervisor: Assoc. Prof. Hikmet Mutlu YAĞCI

Author: Simgė OKUDUR

ABSTRACT

With advancing technology, magnets have integrated into artistic practices as physical materials, transforming into an innovative forming tool within contemporary ceramic art. This study focuses on the technique of ceramic forming via magnets, which is an area where practical, systematic data in ceramic literature has not yet sufficiently accumulated. Within the framework of studio practice, the variables determined within the scope of the research and their effects were investigated, and the resulting visual and structural findings were evaluated.

Within the scope of the research, composite mixtures responsive to magnetic fields were attempted to be obtained by incorporating iron powder into ceramic clay at varying ratios. Throughout the application process, the consistency of the composite mixture was identified as the most critical element determining the balance between the forming behavior of the body and its mechanical strength. In addition to this, different structures of commercial iron powders, clay bodies, polymeric binders, and magnetic pole configurations were also tested. It was observed that all these variables yielded diverse outcomes regarding the morphological structure, mechanical strength, and aesthetic character of both the mixture and the shaped forms. For instance, no magnetic forming response could be obtained from the mixtures containing 25% iron powder.

On the other hand, it was experienced that the bisque and glaze firing stages are of critical importance in terms of the final structural stability and surface aesthetics of the composite body. Post-firing structural fragility and powdering issues induced by the iron powder were encountered in certain composite bodies; a solution proposal was developed through a newly designed firing program utilizing metal-ceramic interface bonding principles.

Driven by the findings obtained following the application processes, original ceramic artworks were created within the possibilities and limitations of magnetic field dynamics, adding richness to the visibility of the technique's aesthetic potential. Unlike the approaches of the pioneers of the technique, these artworks, in which traditional and magnetic forming methods are used together, are aimed to contribute to future studies.

Keywords: Ceramic, magnet, magnetism, iron powder, polymer binders, composite material.

TEŞEKKÜR

Beni varlığından ve Kitab-ı Furkan'ından haberdar eden alemlerin Rabbi yüce Allah'a hamd eder, sevgi ve desteklerini her daim yanımda hissettiğim kıymetli aileme hem dünya hem ahiret hayatlarında afiyet ve mağfiret niyaz ederim. Danışmanım saygıdeğer Mutlu Başkaya (Hikmet Mutlu Yağcı) Hocama, ayrıca öneri ve yardımlarından dolayı Kaan Canduran ile Aylin Alkan Hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
GÖRSELLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ	xix
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM: MANYETİZMANIN TARİHÇESİ VE MIKNATISIN TEMEL PRENSİPLERİ	3
1.1. Manyetizmanın Tarihçesi.....	3
1.2. Mıknatısların Temel Prensipleri.....	15
2.BÖLÜM: MIKNATISI SANAT PRATİĞİNE DAHİL EDEN SANATÇILAR.....	22
2.1. Takis.....	22
2.2. Davide Boriani	27
2.3. Grazia Varisco.....	31
2.4. Pe Lang.....	33
2.5. Sachiko Kodama	34
2.6. Fabian Oefner.....	39
2.7. Eric Mesple	40
2.8. Ahmed Mater	43
2.9. Jolan van der Wiel.....	44
2.9.1. Jolan van der Wiel: Seramik Uygulamalar.....	48
2.10. Sabri Ben-Achour.....	51
3.BÖLÜM: DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ YÖNTEM VE BULGULAR	53
3.1. Uygulama Öncesi Hazırlık	53
3.1.1. Kullanılan Malzemeler	54
3.1.2. Uygulama Düzenneği ve Sabitler.....	56
3.2. Uygulama Süreci ve Bulgular	58
3.2.1. Demir Tozu Oranının Etkisi.....	58
3.2.2. Su Oranının Etkisi	60
3.2.3. Farklı Demir Tozlarının Etkisi	63
3.2.4. Demir Tozunun Tanecik Boyutunun Etkisi.....	65
3.2.5. Farklı Çamur Bünyelerin Etkisi	66

3.2.6. Polimerik Bağlayıcıların Etkisi	69
3.2.6.1. Su Bazlı Medyumun Etkisi	69
3.2.6.2. Karboksimetilselülozun (CMC) Etkisi	74
3.2.7. Mıknatıs Kutup Konfigürasyonunun Etkisi	77
3.2.8. Pişirim Süreci ve Bulgular	79
3.2.8.1. Tasarlanan Bisküvi Pişirim Programı ve Gerekçesi:	79
3.2.8.2. Tasarlanan Sır Pişirim Programı ve Gerekçesi:	81
3.2.8.3. Bisküvi ve Sır Pişirimi Sonrası Bulgular	82
4. BÖLÜM: BULGULARIN SANATSAL ÜRETİME YANSIMASI	91
4.1. Manyetik Şekillendirme Süreci ve Yöntemsel Yaklaşım	91
4.2. Tekniğin ve Sanatsal Pratiğin Barındırdığı Olanaklar	91
4.3. Düzenek ve Manyetik Alan Kaynaklı Sınırlılıklar ile Pratik Çözümler	92
4.4. Oluşturulan Seramik Eserler	95
SONUÇ	106
KAYNAKÇA	107
YAYIMLAMA VE FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	116
ETİK BEYANI	117
YÜKSEK LİSANS SANAT ÇALIŞMASI RAPORU ORJİNALLİK RAPORU	118
MASTER'S THESIS ART WORK REPORT ORIGINALITY REPORT	119

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 1. Doğal bir mıknatıs taşının metal çivileri çekme anı.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00033790310001642812>

Görsel 2. Çin'de kullanılan Güney Göstergesi'nin taban plakası ve mıknatıs taşı kaşığı.

<https://hal.science/hal-04138750>

Görsel 3. Petrus Peregrinus'un küresel mıknatıs (terella) üzerinde kutupları belirleme yönteminin, William Gilbert'ın De Magnete (1600) eserindeki yer alan temsili çizimi.

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/5XFSC9bZVY3ySKhbBL9dHHf/?format=html&lang=pt>

Görsel 4. Petrus Peregrinus'un mıknatısın bölünmesi deneyi ve manyetik kutup etkileşimlerinin, William Gilbert'ın De Magnete (1600) eserinde yer alan temsili çizimi. (Aynı kaynaktan alınarak yazar tarafından bir araya getirilmiş ve Türkçeleştirilmiştir).

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/5XFSC9bZVY3ySKhbBL9dHHf/?format=html&lang=pt>

Görsel 5. William Gilbert'ın De Magnete (1600) adlı eserinden, Dünya'yı modelleyen temsili küresel mıknatıs (terella) çizimi. <https://www.gutenberg.org/files/33810/33810-h/33810-h.htm>

Görsel 6. Kalıcı bir çubuk mıknatıs (a) ile üzerinden akım geçen bir solenoidin (b) oluşturduğu manyetik alan çizgilerinin karşılaştırılması.

<https://physics.stackexchange.com/questions/143119/why-in-a-solenoid-do-the-magnetic-field-lines-resemble-that-of-a-bar-magnet>

Görsel 7. Michael Faraday tarafından 1852'de yayımlanan, bir çubuk mıknatıs etrafındaki manyetik alanı demir tozlarıyla gösteren orijinal deney şeması. (Yazar tarafından dijital olarak netleştirilmiştir).

https://www.researchgate.net/publication/281052093_The_role_of_visual_representations_in_scientific_practices_from_conceptual_understanding_and_knowledge_generation_to_%27seeing%27_how_science_works/figures?lo=1

Görsel 8. Manyetik kutuplar arasındaki temel etkileşimler. Solda zıt kutupların birbirini

çekmesi ve sağda aynı kutupların birbirini itmesinin temsili çizimleri. (Aynı kaynaktan alınarak yazar tarafından kolajlanmıştır) https://tr.freepik.com/premium-vektor/zit-kutuplar-arasindaki-cekim-manyetik-alan-cizgileri-manyetizma-fizik-egitimi-bilimi_43166693.htm

Görsel 9. Bir mıknatısın içyapısındaki manyetik domainlerin (alanların) şematik gösterimi. Solda mıknatıslanmamış durumda rastgele yönelmiş atomik yapılar, sağda mıknatıslanmış durumda aynı yönde hizalanmış düzenli yapıların temsili çizimleri. <https://www.electronics-tutorials.ws/electromagnetism/magnetism.html>

Görsel 10. Çubuk mıknatısın manyetik alanının solda temsili, sağda demir tozları ile birlikte fiziksel görünümü. <https://prints.sciencesource.com/featured/magnet-and-iron-filings-show-magnetic-field-pattern-science-source.html>

Görsel 11. Manyetik kuvvet ve mesafe ilişkisi grafiği. (Kişisel Arşiv).

Görsel 12. Solda ferrit mıknatıslar, sağda neodimyum mıknatıslar. (Aynı kaynağın farklı sayfalarından alınarak yazar tarafından bir araya getirilmiş ve kolajlanmıştır). <https://www.stanfordmagnets.com/grades-of-ferrite-magnets.html> ; <https://www.stanfordmagnets.com/neodymium-magnets-the-stronger-and-smaller-innovation.html>

Görsel 13. Bir elektromıknatısın temel bileşenleri. (Kaynaktan alınarak yazar tarafından Türkçeleştirilmiştir). <https://tr.ic-components.com/blog/Electromagnets-Components,Working,Uses,and-Safety.jsp>

Görsel 14. Periyodik tablo üzerinde maddelerin manyetik özelliklerine göre sınıflandırılması. (Kaynaktan alınarak yazar tarafından düzenlenmiş ve Türkçeleştirilmiştir). <https://nbaem.com/tr/type-of-magnetic-materials/>

Görsel 15. Takis. *Télé-peinture*, 1960, (tuval üzerine akrilik, mıknatıslar, iplikler ve çelik / 23 × 29.5 × 31 cm). <https://dailyartfair.com/artist/takis>

Görsel 16. Takis. *Télésulpture*, 1960, (demir, çivi, mıknatıs ve naylon iplik / 54 × 29 × 22

cm). <https://www.lappartement-geneve.com/artworks/438-takis-telesculpture-ca-1960/>

Görsel 17. Takis. *Magnetic Ballet*, 1961, (çelik, elektromıknatıs, ahşap, mantar, tel ve boya), Tate, Londra. <https://www.tate.org.uk/art/artworks/takis-magnetic-ballet-t15233>

Görsel 18. Takis. *Télélumière No. 4*, 1963-1964, (demir makine parçaları, ampuller, ahşap, pirinç, çelik, elektromıknatıs, ip ve boya), Tate, Londra. <https://www.tate.org.uk/art/artworks/takis-telelumiere-no-4-t15235>

Görsel 19. Takis. *Musical*, 1966, (pleksiglas, çelik iğne, piyano teli, elektromıknatıs, amplifikatör ve elektrik sistemi / 100 × 31 × 10 cm). <https://www.sothebys.com/en/buy/auction/2025/contemporary-discoveries-pf2555/musical>

Görsel 20. Davide Boriani. *Superficie magnetica n. 1*, 1959, (ahşap, poliüretan, demir, kalıcı mıknatıs / 90 x 90 cm). <https://www.youtube.com/watch?v=KYv-yxCIFc>

Görsel 21. Davide Boriani. *Superficie magnetica n. 6*, 1959. <https://youtu.be/r9WIareju8E?si=lCtp9cCViW6ydXDM>

Görsel 22. Davide Boriani. *Superficie magnetica*, 1960-1962, (demir tozu, mıknatıslar ve elektromekanik düzenek / 54 × 51 × 15.5 cm). <https://www.farsettiarte.it/uk/auction-0166-1/davide-boriani-superficie-magnetica-81168>

Görsel 23. Davide Boriani. *Superficie magnetica*, 1959-1964, (alüminyum, cam, demir tozu, kalıcı mıknatıslar, mikromotor / 50.5 × 54 cm) <https://www.martiniarte.it/en/auction45-works-of-art/davide-boriani/lot112-superficie-magnetica>

Görsel 24. Grazia Varisco. *Tavola magnetica, Sferisterio*. 1960. <https://www.reprogrammed-art.cc/library/101/Sferisterio>

Görsel 25. Pe Lang. *Moving Objects*, No. 68-79. <https://www.core77.com/posts/20468/pe-langs-magnets-motors-kinetic-sculptures-20468>

Görsel 26. Pe Lang. *Moving Objects No. 502 - 519*. 2011, (redüktörlü motor, mıknatıslar / 660 × 540 mm). <https://www.youtube.com/watch?v=m3NEazHbMgk> ; <https://www.pelang.ch/works.html>

Görsel 27. Sachiko Kodama. *Protrude, Flow*. 2001, (41 x 27 cm). <https://www.sachikokodama.com/en/works/protrude-flow/>

Görsel 28. Sachiko Kodama & Minako Takeno. *Protrude, Flow*. 2001, (enstalasyon görüntüsü). <https://www.kodama.hc.uec.ac.jp/project/protrude.html>

Görsel 29. Sachiko Kodama. *Morpho Tower*. 2006, (Ferroakışkan, demir, elektromıknatıs, reçine, cam ve kontrol ünitesi / 18 × 18 × 31 cm). <https://www.sachikokodama.com/en/works/morpho-tower/>

Görsel 30. Sachiko Kodama. *Morpho Tower* serisinden bir çalışma. <https://www.sachikokodama.com/en/works/gravity-garden/>

Görsel 31. Sachiko Kodama. *Morpho Tower* serisinden bir çalışma. <https://saywho.fr/rencontres/sachiko-kodama-vision-gate-gravity-garden/>

Görsel 32. Sachiko Kodama. *Ribome* serisinden bir çalışma. (Ferroakışkan, cam, yağ, elektromıknatıs). <https://saywho.fr/rencontres/sachiko-kodama-vision-gate-gravity-garden/>

Görsel 33. Fabian Oefner. *Millefiori*. (Ferroakışkan, suluboya ve mıknatısların etkileşim süreci). <https://www.behance.net/gallery/4036035/Millefiori>

Görsel 34. Fabian Oefner. *Millefiori*. (Ferroakışkan, suluboya ve mıknatısların etkileşimi sonucu oluşan görüntüler). <https://www.behance.net/gallery/4036035/Millefiori>

Görsel 35. Eric Mesple. *Machine: Affecting Effect*. 2010, (Solda, eserin genel görünümü. Sağda, ferroakışkanın küre yüzeyindeki geometrik desenlerinin yakın görüntüsü). <https://www.mesple.com/mesple-technology-art>

Görsel 36. Eric Mesple. *Ferreflection Pool*. (Solda, izleyicinin ferroakışkan yüzeyinde oluşan silüeti. Sağda, elektromıknatısların ferroakışkan üzerinde oluşturduğu piksel benzeri desenlerin yakın çekimi). <https://www.mesple.com/mesple-technology-art>

Görsel 37. Eric Mesple. *Killing Time*. (bronz, alüminyum, çelik, cam, elektromıknatıs, ferroakışkan, mikrodenetleyici ve sensörler / 198 × 84 × 84 cm). <https://www.mesple.com/mesple-technology-art>

Görsel 38. Ahmed Mater. *Magnetism*. 2009, (mıknatıs ve demir talaşı / 200 × 90 × 90 cm). <https://www.ahmedmater.com/artworks/artwork/magnetism> ; <https://www.ahmedmater.com/artworks/artwork/magnetism-photogravure-i-iv>

Görsel 39. Jolan van der Wiel. *Gravity Stool*. 2012, (h. 25 cm, çap 32 cm). <https://www.mutualart.com/Artwork/Gravity-stool/7977EBC387957C34>

Görsel 40. Jolan van der Wiel. *Gravity Tool*'da Gravity Stool'un şekillendirilme anı. <https://www.designboom.com/design/jolan-van-der-wiel-gravity-stool/>

Görsel 41. Jolan van der Wiel. *Gravity Stool*. 2016, (demir, poliüretan, pigment / 29.5 × 34.4 × 32.3 cm). <https://www.ngv.vic.gov.au/essay/the-magnetising-jolan-van-der-wiel/>

Görsel 42. Iris van Herpen & Jolan van der Wiel. Ortak çalışmalar, (Solda, Wilderness Embodied koleksiyonundan *Magnetic Moon Dress*, 2013, sağda, Magnetic Motion koleksiyonundan bir ayakkabı). <https://www.dezeen.com/2014/10/29/jolan-van-der-wiel-magnetic-spiky-shoes-iris-van-herpen-ss15/> ; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iris_van_herpen_%26_Jolan_van_der_Wiel.jpg

Görsel 43. Jolan van der Wiel. *Dragonstone* üretim süreci, (kompozit malzemenin şırınga ile ekstrüzyon anı). <https://www.dezeen.com/2014/07/06/jolan-van-der-wiel-magnetism-meets-architecture-ceramics/> ; <https://www.core77.com/posts/27334/This-Week-in-Experimental-Sculpture-Jolan-Van-der-Wiels-Magnetic-Clay-n-Keplers-Dream-Realized-via-3D-Printing>

Görsel 44. Jolan van der Wiel. *Dragonstone*. <https://www.dezeen.com/2014/07/06/jolan-van-der-wiel-magnetism-meets-architecture-ceramics/>

Görsel 45. Jolan van der Wiel. Magnetism Meets Architecture. *Dragonstone* mimari modeller. <https://www.dezeen.com/2014/07/06/jolan-van-der-wiel-magnetism-meets-architecture-ceramics/>

Görsel 46. Jolan van der Wiel. *Dragonstone*. <https://www.princessehof.nl/en/see-and-do/exhibitions/design-5-jolan-van-der-wiel>

Görsel 47. Sabri Ben-Achour. Karışımın bir kalıp içine şırıngayla ekstrüze edilme anı. <https://www.youtube.com/watch?v=4DM7Cyb0paM>

Görsel 48. Sabri Ben-Achour. Modüler parçalar ve bitmiş eser. <https://www.youtube.com/watch?v=4DM7Cyb0paM> ;
<https://www.youtube.com/watch?v=MmKdzh4cknQ>

Görsel 49. Solda Refsan 756 (beyaz) seramik çamuru, sağda Menemen (kırmızı) çamuru. (Kişisel Arşiv).

Görsel 50. Soldan sağa A demir tozu, A2 demir tozu, B demir tozu ve C demir tozu. (Kişisel Arşiv).

Görsel 51. A ve A2 Demir Tozu'nun ortak kimyasal analizi. (Satıcı Firma Arşivi).

Görsel 52. Solda mıknatıs kutuplarının pusula yardımıyla belirlenmesi, sağda mıknatısların zıt kutuplar halinde düzeneğe yerleştirilmiş hali. (Kişisel Arşiv).

Görsel 53. Karışımların uygulanacağı çamur plakasının hazırlanış aşaması. (Kişisel Arşiv).

Görsel 54. Karışımın düzeneğe üzerine yerleştirilmiş plakaya spatula ile kademeli olarak eklenme aşaması. (Kişisel Arşiv).

Görsel 55. Soldan sağa doğru A50-A, B50-A ve C50-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 56. Soldan sağa doğru A50-A ve A75-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri.

Görsel 57. Soldan sağa doğru B40-A, B50-A ve B75-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 58. Soldan sağa doğru C35-A, C50-A ve C75-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 59. Soldan sağa doğru C35-A, C30-B ve C50-C numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 60. Soldan sağa doğru C35-A ve C30-A2 numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 61. Soldan sağa doğru C35-A ve C25-A-Menemen numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 62. Üst sırada sulu referans C35-A, C50-A ve C75-A numuneleri; alt sırada soldan sağa doğru C-M35-A, C-M50-A and C-M75-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 63. Üst sırada sulu referans C35-A; alt sırada soldan sağa doğru C-SM30-A, C-SM17,5-A ve C-SM5-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 64. Üst sırada sulu referans C35-A; alt sırada soldan sağa doğru C-CMC025-A, C-CMC050-A ve C-CMC075-A numunelerinin pişirim öncesi görüntüleri.(Kişisel Arşiv).

Görsel 65. C-M35 numunesinin (pişirim öncesi) farklı manyetik alan konfigürasyonlarındaki şekillenme görüntüleri; solda zıt kutuplar (N-S), sağda aynı kutuplar (N-N). (Kişisel Arşiv).

Görsel 66. A50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 67. A75-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 68. B40-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 69. B50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 70. B75-A numunesinin (%75 su) bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 71. C35-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 72. C50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 73. C75-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 74. C30-B numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 75. C50-C numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 76. C30-A2 numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 77. C25-A-Menemen numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 78. C-M35-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 79. C-M50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 80. C-M75-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 81. C-SM30-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 82. C-SM17,5-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 83. C-SM5-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 84. C-CMC025-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 85. C-CMC050-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 86. C-CMC075-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Görsel 87. C-M35-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri; aynı kutup (N-N) konfigürasyonu. (Kişisel Arşiv).

Görsel 88. Simge Okudur, *My Lodestone I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 89. Simge Okudur, *My Lodestone I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C, (Detay). (Kişisel Arşiv)

Görsel 90. Simge Okudur, *My Lodestone II*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 91. Simge Okudur, *My Lodestone II*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C, (Detay). (Kişisel Arşiv).

Görsel 92. Simge Okudur, *Nudibranch Aeolid I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 93. Simge Okudur, *Nudibranch Aeolid I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay). (Kişisel Arşiv).

Görsel 94. Simge Okudur, *Nudibranch Cell*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 95. Simge Okudur, *Biota of Tide Pool I*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 96. Simge Okudur, *Biota of Tide Pool I*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay I). (Kişisel Arşiv).

Görsel 97. Simge Okudur, *Biota of Tide Pool I*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay II). (Kişisel Arşiv).

Görsel 98. Simge Okudur, *Modular Plates I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, Ahşap, 1220°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 99. Simge Okudur, *Modular Plates II*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, Ahşap, 1220°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 100. Simge Okudur, *Modular Plates III*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, Ahşap, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 101. Simge Okudur, *Modular Plates III*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, Ahşap, 1040°C (Detay). (Kişisel Arşiv).

Görsel 102. Simge Okudur, *From Outer Space I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 103. Simge Okudur, *Magnetic Wood I*, 2026, Ahşap, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1220°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 104. Simge Okudur, *Magnetic Strawberry*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 105. Simge Okudur, *Magnetic Ball*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

Görsel 106. Simge Okudur, *İsimsiz*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1250°C. (Kişisel Arşiv).

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Demir tozu oranının etkisi. Su oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 2. Su oranının etkisi. Su oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 3. Farklı demir tozlarının etkisi. Su oranlarında, çamur ve demir tozunun toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 4. Demir tozunun tanecik boyutunun etkisi. Su oranlarında, çamur ve demir tozunun toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 5. Farklı çamur bünyelerin etkisi. Su oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 6. Su Bazlı Medyumun Etkisi . Su ve su bazlı medyum oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 7. Karboksimetilselülozun (CMC) Etkisi. Su oranında toplam kuru karışım ağırlığı, CMC oranında ise yalnızca kuru çamur tozu ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 8. Mıknatıs Kutup Konfigürasyonunun Etkisi. Su bazlı medyum oranında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.

Tablo 9. Bisküvi Pişirim Programı. (Toplam: 8 sa 40 dk. Soğuma: En az 12 saat).

Tablo 10. Sırlı Pişirim Programı. (Toplam: 8 Saat 30 dk. Soğuma: En az 14-16 saat).

GİRİŞ

Mıknatıs, Antik Çağ'dan günümüze insanlığın ilgisini çeken fiziksel bir olgu olup, görünmez bir kuvvet alanı oluşturarak demir gibi metalleri çekme özelliği, onu yüzyıllar boyunca farklı biçimlerde ve çeşitli kültürlerde farklı anlamlar yüklenen bir olgu haline getirmiştir. Tarihsel süreç, Miletoslu filozof Thales'in ona "ruh" atfetmesinden, Çin'de pusulanın icadına, William Gilbert'ın Dünya'nın kendisinin dev bir mıknatıs olduğunu öne sürmesinden, günümüzün yüksek teknolojiye neodimyum mıknatıslarına kadar uzanmaktadır. Bu yolculuk, mıknatısın ve onun ürettiği manyetik kuvvetin hem bilimsel hem de kültürel açıdan ne denli etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Mıknatısın fiziksel özellikleri, sanatta üretim aracı olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren Takis, Davide Boriani ve Grazia Varisco gibi sanatçılar aracılığıyla mıknatıs sanata fiziksel olarak dahil edilmeye başlanmıştır. Sachiko Kodama, Fabian Oefner, Eric Mesple, Pe Lang ve Ahmed Mater gibi çağdaş sanatçıların farklı yaklaşımlarıyla da mıknatıs, sanatsal üretim süreçlerine dahil edilmeye başlanmıştır. Bu sanatçıların eserlerinde mıknatıslar genellikle bir malzeme bileşeni olarak yer almaktadır. Bununla birlikte, mıknatısı bir bileşim unsuru olarak değil, doğrudan kalıcı bir şekillendirme aracı olarak form üretiminde kullanan sanatçılar da vardır.

Mıknatısın kalıcı bir şekillendirme aracı olarak kullanılması, Hollandalı tasarımcı Jolan van der Wiel'in 2011 yılında demir tozu katkılı poliüretan malzemeyi mıknatıslarla şekillendirmesiyle başlamıştır. Van der Wiel, 2014 yılında bu tekniği seramik disiplinine uyarlayarak seramik çamurunda da kullanılabileceğini göstermiştir. Benzer bir yaklaşım, Tunus asıllı Amerikalı seramik sanatçısı Sabri Ben-Achour tarafından da kullanılmaktadır. Bu şekillendirme tekniği basit bir prensibe dayanmakta; ferromanyetik bir malzeme olan demir tozu, çamur süspansiyonuna ilave edilmekte ve bu kompozit karışım mıknatısların manyetik kuvvetleriyle şekillendirilmektedir. Ne var ki bu temel prensibin ötesine geçildiğinde teknik, bu yolla oluşturulacak formların mekanik ve estetik özelliklerini etkileyen çok sayıda değişken içermektedir.

Tekniğin uygulanabilmesi için bu değişkenlerin etkilerinin anlaşılması gerekmektedir. Ancak henüz sınırlı düzeyde kullanılan bu seramik şekillendirme tekniği, literatürde sınırlı

sayıda kaynakta geçmekte; genellikle tekniğin öncüsü sayılan bu iki sanatçının çalışmalarını konu almakta ve değişkenlerin sonuçları nasıl etkilediğine dair uygulamaya dönük sistematik ve pratik bilgiler içermemektedir. Söz konusu boşluktan hareketle bu tez çalışmasında; demir tozu oranı, kompozit karışım kıvamı, demir tozu nitelikleri ve tanecik boyutları, çamur bünyeleri, polimerik bağlayıcı katkılar ile mıknatıs kutup konfigürasyonu değişkenlerinin etkileri, on adet Y30 sınıfı ferrit mıknatıstan oluşan sabit bir düzenek üzerinde yürütülen sistematik uygulamalarla incelenmiştir. Uygulama sürecinde şekillendirilen formlar, kompozit içeriklerine özel olarak tasarlanmış bisküvi - sır pişirim programlarıyla fırınlanmış; pişirim öncesi ve sonrasındaki görsel özellikleri ve mekanik dirençleri, atölye sürecinde elde edilen gözlem ve bulgular doğrultusunda değerlendirilmiştir. Süreçte elde edilen bulgu ve deneyimlerden beslenerek; malzeme, düzenek ve manyetik alan dinamiklerinin olanak ve sınırlılıkları dahilinde, tekniğin estetik potansiyelini ortaya koyan özgün seramik eserler oluşturulmuştur. Tekniğin öncülerinin yaklaşımlarından farklı olarak geleneksel ve manyetik şekillendirme yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bu özgün eserlerin, gelecekte yapılacak araştırmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Tez çalışması dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci Bölüm’de manyetizmanın tarihçesi ve mıknatısın temel prensipleri aktarılmış; İkinci Bölüm’de mıknatısı sanat pratiğine dahil eden sanatçılar örnek çalışmalarıyla sunulmuştur. Tezin deneysel gövdesini oluşturan Üçüncü Bölüm’de; kullanılan malzemeler, oluşturulan düzenek, atölyede yürütülen sistematik uygulamalar ve pişirim süreçlerinin metodolojisi ile elde edilen ampirik bulgular, görseller eşliğinde ayrıntılı biçimde aktarılmıştır. Dördüncü Bölüm’de ise geleneksel ve manyetik şekillendirme tekniğinin bir arada kullanıldığı özgün seramik eserlere yer verilmiş; araştırmanın olanakları çerçevesinde deneyimlenen tekniğin ve sanatsal pratiğin barındırdığı olanaklar ile sınırlılıklara değinilmiştir.

1. BÖLÜM: MANYETİZMANIN TARİHÇESİ VE MIKNATISIN TEMEL PRENSİPLERİ

Bu bölümde ilk olarak; manyetizmanın Antik Çağ'dan günümüze uzanan düşünsel yolculuğu ele alınmış; mıknatısın nasıl keşfedildiği, farklı düşünce gelenekleri içinde nasıl yorumlandığı ve bilimsel bir olguya dönüşme süreci kısaca aktarılmıştır. Ardından mıknatısın çalışma prensibi, türleri ve etkileşime girdiği malzemeler temel düzeyde ele alınarak; 2. Bölüm'deki sanatsal kullanımlara, 3. Bölüm'deki ampirik uygulamalara ve 4. Bölüm'deki sanatsal üretilere kavramsal zemin oluşturulması hedeflenmiştir.

1.1. Manyetizmanın Tarihçesi

Mıknatıs, demiri çekme ve kendi dışında manyetik alan üretme özelliğine sahip bir cisimdir (Merriam-Webster, 2026a). Bu çekim olgusunu merkezine alan ve hareketli elektrik yükleriyle ayrılmaz biçimde ilişkili olan fiziksel olaylar bütünü ise manyetizma olarak adlandırılır (Merriam-Webster, 2026b).

Antik çağda manyetizma denildiğinde akla ilk gelen nesne, doğada nadiren bulunan mıknatıs taşı (*lodestone*) olmuştur (Görsel 1). Bu taş esasında demir oksit bakımından oldukça zengin bir mineral olan manyetittir (Fe_3O_4). Bu mineralin adının ve “manyetizma” teriminin, mıknatıs taşının bulunabildiği Yunanistan'ın Teselya bölgesindeki antik Magnesia kentinden (günümüzde Manisa) gelmiş olabileceği düşünülmektedir (Mills, 2004, s. 275).



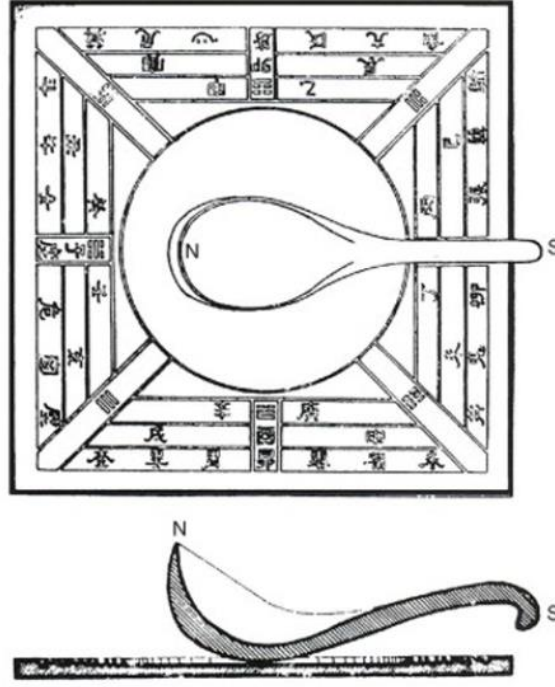
Görsel 1. Doğal bir mıknatıs taşının metal çivileri çekme anı (Taylor & Francis Online).
<https://goo.su/AxX78SA>

Her mıknatıs taşı bir manyetittir ancak her manyetit bir mıknatıs taşı değildir; mıknatıs taşı, manyetitin doğada kendiliğinden mıknatıslanmış nadir bir formudur (Mills, 2004, s. 278). Bu nadir doğal mıknatısların nasıl oluştuğuna dair en güçlü hipotez, kayaçların yeryüzüne çıktığı mostralara düşen yıldırımların yarattığı devasa elektrik akımlarıyla mıknatıslandıkları yönündedir (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 4).

Manyetizmanın ne zaman ve kim tarafından keşfedildiği kesin olarak bilinmemektedir. Ancak keşfine dair en eski ipuçları Çin'e uzanmakta; MÖ 4000'e tarihlenen Çin yazıtlarında manyetitten bahsedilmesi, bu olgunun ilk kez Çin'de gözlemlenmiş olabileceğine işaret etmektedir (Roy, 2023, s. 3). Batı düşünce geleneğinde ise bu olguya ilişkin ilk yazılı kayıtlar M.Ö. 6. yüzyıldan Miletoslu filozof Thales'e atfedilir. Aristoteles'in aktarımına göre Thales, mıknatısın demiri hareket ettirme yeteneğinden yola çıkarak onun bir "ruhu" (*psuche*) olduğunu öne sürmüştür. Bu iddia, onun cansız görünen nesnelerin bile bir yaşam ilkesi taşıdığını savunan animist (canlıcı) düşüncesinin somut bir yansımasıdır (Yamamoto, 2017, s. 3). Thales bu taşla bu yüzden ilgilenmiş, onu savunduğu hilozoizm yani evrenin bir bütün olarak canlı olduğu görüşünü destekleyen bir kanıt olarak ele almıştır (Yamamoto, 2017, s. 4). Mıknatısa dair bu animist yorum, Avrupa düşünce geleneğinde 17. yüzyıla kadar da varlığını sürdürmüştür (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 4).

Antik Yunan'da Thales'in mıknatısa ruh atfeden animist yorumunun ardından, M.Ö. 5. yüzyıldan itibaren manyetizmayı doğal nedenlerle açıklamaya çalışan mekanistik teoriler ortaya çıkmıştır (Yamamoto, 2017, s. 3-7). Empedokles, mıknatıs ve demir arasındaki çekimi, nesnelerin gözeneklerinden yayılan "akıntılar" (*effluences*) aracılığıyla açıklamış ve mıknatıstan yayılan akıntıların demirin gözeneklerindeki havayı süpürerek bir boşluk oluşturduğunu, çevredeki havanın da demiri mıknatısa doğru ittiğini iddia etmiştir (Yamamoto, 2017, s. 7-8; Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 4). Aynı dönemde Apollonialı Diogenes de benzer bir mekanistik model önermiş, ancak etken madde olarak "nem" veya "rutubet" kavramını kullanmıştır (Yamamoto, 2017, s. 9-10). Demokritos ise "benzerin benzeri çektiği" ilkesinden hareketle, mıknatıs ve demirin benzer atomlardan oluştuğunu, mıknatıstaki daha ince atomların demirin gözeneklerine nüfuz ederek onu harekete geçirdiğini öne sürmüştür (Yamamoto, 2017, s. 11, 14-15).

Platon, İon diyalogunda mıknatıslama özelliğine işaret etmiş, Timaios diyalogunda ise manyetik çekimin aslında bir "çekim" olmadığını, havanın dairesel bir hareketle yer



Görsel 2. Çin'de kullanılan Güney Göstergesi'nin taban plakası ve mıknatıs taşı kaşığı. (HAL Science).
<https://goo.su/zZbS16>

Böylece Antik Çağ'da manyetizma, Batı'da bir yanda Empedokles, Demokritos ve Lucretius'un temsil ettiği mekanistik gelenek, diğer yanda Thales ve Aristoteles'in temsil ettiği organik/holistik gelenek olmak üzere iki ana eksen etrafında tartışılırken; Doğu'da tamamen pratik bir araç olarak gündelik hayata dahil olmuştur (Yamamoto, 2017, s. 68).

Roma İmparatorluğu döneminde ise manyetizma, Antik Yunan'daki rasyonel açıklama çabalarından uzaklaşarak daha çok pratik fayda ve mistik özellikler çerçevesinde ele alınmıştır. Örneğin Dioscorides, mıknatısı "ağır salgıları" vücuttan çekmek gibi tıbbi amaçlarla kullanırken (Yamamoto, 2017, s. 78-79); Yaşlı Plinius, "Doğa Tarihi" (*Naturalis Historia*) adlı ansiklopedisinde manyetik çekimi, doğadaki tüm etkileşimleri açıklayan "sempati" ve "antipati" kavramlarıyla ilişkilendirmiştir (Yamamoto, 2017, s. 73-74, 92-93). Ona göre mıknatısın demiri çekmesi bir "sempati" örneğiyken; sarımsağın mıknatısın gücünü yok etmesi, elmasın mıknatısı etkisiz kılması ve elmasın ancak keçi kanıyla yok edilebilmesi ise "antipati"nin sonuçlarıdır (Yamamoto, 2017, s. 95, 97). Bu mistik anlayış, Orta Çağ Avrupa'sındaki manyetizma düşüncesini de derinden etkilemiştir (Yamamoto, 2017, s. 101-102).

Hristiyanlığın yükselişiyile birlikte Orta Çağ Avrupa'sında manyetizma, fiziksel bir olgudan ziyade Tanrı'nın yarattığı ve insan aklının kavrayamayacağı bir mucize olarak görülmeye başlanmıştır. Dönemin en etkili düşünürü Aziz Augustine, “Tanrı'nın Şehri” (*De Civitate Dei*) adlı eserinde mıknatısın demiri çekme ve zincirleme mıknatıslama özelliklerini hayretle tasvir etmiş, hatta gümüş bir tabağın manyetik kuvveti engellemediğini gösteren bir deneyi aktarmıştır (Yamamoto, 2017, s. 105). Ancak Augustine için asıl önemli olan, bu "harikaların" ardındaki mekanizmayı anlamak değil, onların Tanrı'nın kudretinin bir tezahürü olduğunu kabul etmektir (Yamamoto, 2017, s. 107). Ona göre, doğanın sırlarını araştırmaya yönelik "merak", kişiyi kurtuluş yolundan saptıran, hatta büyücülükle aynı kefeye konulması gereken tehlikeli bir tutumdur (Yamamoto, 2017, s. 108). Bu anlayış, doğa olaylarını rasyonel biçimde açıklama çabalarını yaklaşık bin yıl boyunca büyük ölçüde bastırmıştır (Yamamoto, 2017, s. 110). Bu dönemde mıknatıs, fiziksel özelliklerinin yanı sıra tıbbi ve büyülü güçlere sahip bir nesne olarak algılanmış; doğaüstü ile fiziksel olan arasındaki sınırlar belirsizleşmiştir (Yamamoto, 2017, s. 133). 13. yüzyıla gelindiğinde, dönemin en bilgili alimlerinden Albertus Magnus, “Mineraller Kitabı” (*De Mineralibus*) adlı eserinde mıknatısın demiri çektiği kadar demirin de mıknatısı çektiğini belirterek antik Yunan'daki tek yönlü çekim yanlışısını düzeltmiş; ayrıca bir mıknatısın farklı kısımlarının hem çekim hem de itme gösterebildiğini gözlemleyerek manyetik kutupluluğa dair erken bir farkındalık ortaya koymuştur (Yamamoto, 2017, s. 128, 131). Bununla birlikte Magnus, sarımsağın mıknatısın gücünü yok ettiği veya Dioscorides'ten beri aktarılagelen mıknatısın bir kadının başının altına konulduğunda sadakatsizliği ortaya çıkardığı gibi batıl inançları da sorgulamadan aktarmaya devam etmiş; bu yönüyle dönemin fiziksel gözlem ile büyülü düşünce arasındaki geçişken karakterini yansıtmıştır (Yamamoto, 2017, s. 78-79, 128-129).

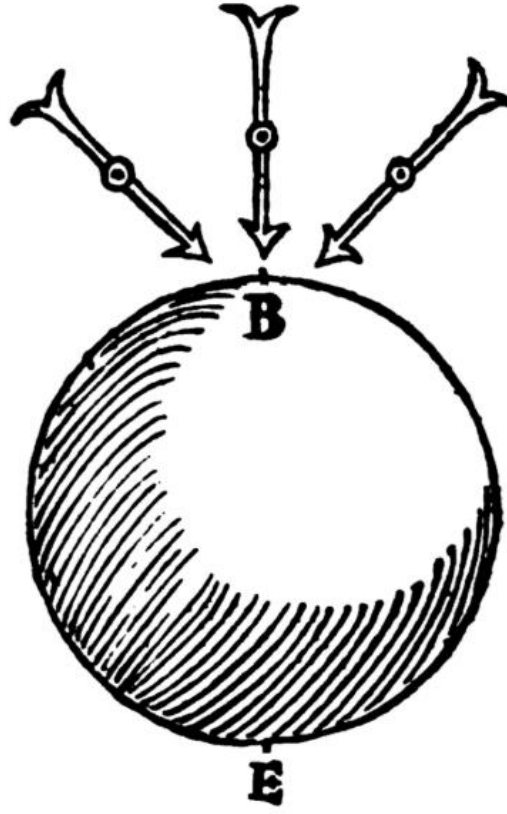
13. yüzyıl, Avrupa'da manyetizma anlayışının yavaş yavaş büyü ve mucizeden sıyrılarak deneysel bir incelemeye evrilmeye başladığı kritik bir dönüm noktası olmuştur (Yamamoto, 2017, s. 134). Albertus Magnus örneğinde görüldüğü gibi bu dönüşüm henüz tamamlanmamış, fiziksel gözlemler ile batıl inançlar bir arada varlığını sürdürmüştür. Bu dönüşümün en önemli tetikleyicisi, denizci pusulasının yaygınlaşmasıyla manyetik yönlülük olgusunun keşfedilmesidir (Yamamoto, 2017, s. 135, 147).

Denizcilik pusulasının gelişim sürecindeki en kritik dönüm noktalarından biri ise Çin'de gerçekleşmiştir. Burada 1064 yılında Zheng Gongliang, demir ile yaptığı deneyler

sonucunda termoremanent mıknatıslanmayı keşfetmiştir (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 4). Gongliang, demiri yüksek sıcaklıkta kıpkırmızı olduğu bir durumdan ani soğutma (su verme) işlemine tabi tutarak, dünyanın manyetik alanında kalıcı bir mıknatıslanma kazanmasını sağlamıştır (Roy, 2023, s. 4). Bu yöntemle elde edilen ilk yapay kalıcı mıknatıslar, uygun şekilde asıldıklarında veya yüzdürüldüklerinde kendiliğinden Dünya'nın alanına göre hizalanan çelik iğnelerdir (Roy, 2023, s. 4). Yaklaşık yirmi yıl sonra, 1088'de Shen Kua, asılı bir manyetik iğnenin tam bir Kuzey-Güney doğrultusunu izlemediğini, bu ideal eksenden saptığını gözlemleyerek manyetik sapma (*deklinasyon*) olgusunu ortaya koymuştur (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 4). Avrupa'da ise 1220'lerde Michael Scot, yalnızca mıknatıslanmış iğnelerin değil, doğal mıknatıs taşının da kuzey-güney doğrultusunu gösterdiğini kendi gözlem ve deneylerine dayanarak ifade eden ilk kişi olmuştur (Yamamoto, 2017, s. 155-156).

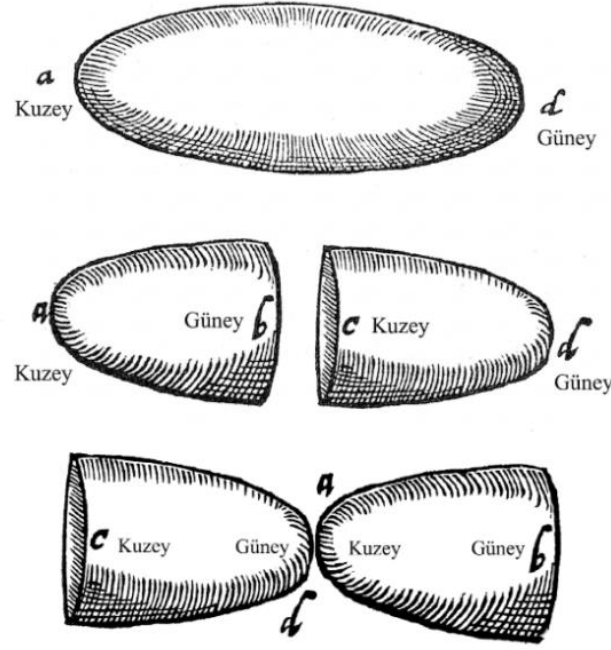
Aynı dönemde Thomas Aquinas, manyetik kuvvetin sınırlı bir menzile sahip olduğunu tespit ederek, daha sonra "manyetik alan" kavramına evrilecek olan "etki alanı" (*sphere of virtue*) fikrinin temellerini atmıştır (Yamamoto, 2017, s. 186). Roger Bacon ise aynı dönemde "deneysel bilim" kavramını ortaya atarak doğa araştırmalarında deneyin ve gözlemin önemini vurgulamış, ancak manyetizma konusunda vaaz ettiği deneysel yöntemi bizzat uygulama işi çağdaşı Petrus Peregrinus'a kalmıştır (Yamamoto, 2017, s. 195, 224-225).

Petrus Peregrinus, 1269 yılında kaleme aldığı "Mıknatıs Hakkında Mektup" (*Epistola de Magnete*) adlı eseriyle manyetizma çalışmalarını deneysel bir temele oturtmuştur (Yamamoto, 2017, s. 226-227; Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 5). Peregrinus, doğal bir mıknatıs taşından yontarak oluşturduğu küresel mıknatıs üzerine bir iğne yerleştirmiş ve iğnenin işaret ettiği yönleri takip ederek tüm çizgilerin bir araya geldiği iki kutbu keşfetmiş; bilim tarihinde bir mıknatısın kutuplarından söz eden ve bunları sistematik bir yöntemle belirleyen ilk kişi olmuştur (Görsel 3) (Yamamoto, 2017, s. 228-231). Peregrinus'un yöntemleri, yüzyıllar sonra William Gilbert'a ilham olmuş ve çalışmalarına zemin hazırlamıştır. Gilbert, Peregrinus'un modellerini çizerek görselleştirmiştir.



Görsel 3. Petrus Peregrinus'un küresel mıknatıs (terella) üzerinde kutupları belirleme yönteminin, William Gilbert'in De Magnete (1600) eserindeki yer alan temsili çizimi. (SciELO). <https://goo.su/11d2p>

Bu küresel mıknatısı suda yüzdürdüğünde her seferinde kuzey-güney yönünde hizalandığını gözlemleyerek doğal mıknatısın yönelimini deneysel olarak doğrulamıştır (Yamamoto, 2017, s. 230). Peregrinus ayrıca bir mıknatıs ikiye bölündüğünde her bir parçanın yine bir kuzey ve bir güney kutbuna sahip olduğunu gözlemleyerek manyetik tek kutbun elde edilemeyeceğini ortaya koymuş (Yamamoto, 2017, s. 231-232); zıt kutupların birbirini çektiğini, aynı kutupların ise birbirini ittiğini deneysel olarak kanıtlamıştır (Görsel 4) (Yamamoto, 2017, s. 234). Peregrinus'un bu deneysel yaklaşımında, dönemin İslam medeniyetinde gelişen gözlem ve deneye dayalı bilim geleneğinin etkilerini görmek mümkündür (Yamamoto, 2017, s. 249-250).



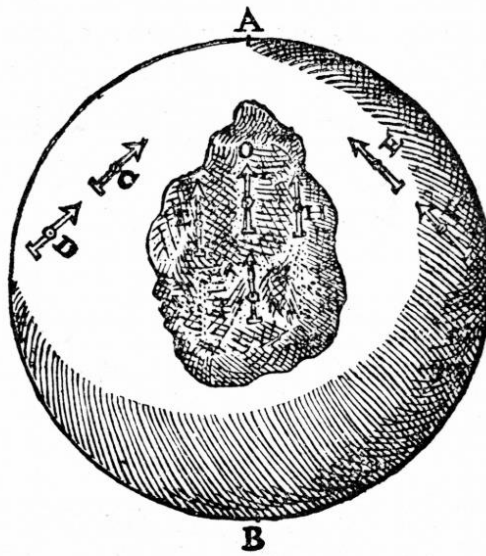
Görsel 4. Petrus Peregrinus'un mıknatısın bölünmesi deneyi ve manyetik kutup etkileşimlerinin, William Gilbert'in De Magnete (1600) eserinde yer alan temsili çizimi. (SciELO). <https://goo.su/ZsMHn>

Peregrinus'un ardından, 15. yüzyılda Nicolaus Cusanus, manyetizmaya niceliksel bir bakış açısı getiren ilk düşünür olmuştur (Yamamoto, 2017, s. 280-281). Doğayı anlamının yolunun ölçümden geçtiğini savunan Cusanus, bir mıknatısın gücünün hassas bir terazi kullanılarak ağırlık cinsinden ölçülebileceğine dair bir yöntem önermiştir (Yamamoto, 2017, s. 280-281). Cusanus'un açtığı bu niceliksel yol, Rönesans döneminde “doğal büyü” düşüncesinin yeniden canlanmasıyla bir süre kesintiye uğramış; Marsilio Ficino ve Cornelius Agrippa gibi düşünürler manyetizmayı göksel etkiler ve gizli güçler çerçevesinde yorumlamıştır (Yamamoto, 2017, s. 284, 302-303, 315). Öte yandan, Keşifler Çağı'nın getirdiği seyrüsefer ihtiyaçları, manyetizma araştırmalarına pratik bir yön kazandırmıştır. 16. yüzyılda Flaman haritacı Gerard Mercator, pusula iğnesinin sabit bir noktaya yöneldiği fikrinden ve deklinasyonun (sapma) belirli bir yerde sabit olduğu gözleminden hareketle, bu noktanın gökyüzünde değil dünya üzerinde olması gerektiğini çıkararak manyetik kutup kavramını ilk kez yerküreye taşımıştır (Yamamoto, 2017, s. 351-353).

Bu kavramsal dönüşümü deneysel keşifler izlemiştir. 1581 yılında İngiliz pusula yapımcısı Robert Norman, pusula iğnesinin kuzey ucunun ufuk düzleminin altına doğru eğildiğini fark ederek manyetik eğimi (*inklinasyon*) keşfetmiştir (Yamamoto, 2017, s. 358-360).

Norman, yaptığı hassas ölçümlerle bu eğimin nedenini araştırmış ve mıknatıslanmış bir iğnenin ağırlığının değişmediğini bir terazi deneyiyle kanıtlayarak, manyetik kuvvetin yerçekiminden tamamen bağımsız bir olgu olduğunu ortaya koymuştur (Yamamoto, 2017, s. 358-362, 368). Aynı dönemde Giambattista Della Porta, “Doğal Büyü” (*Natural Magick*) adlı eserinde manyetik kuvvetin mesafe ile azaldığını gözlemlemiş ve etkili olduğu bu sınırlı bölgeyi "erdem çemberi" (*orbis virtutis*) olarak adlandırmıştır (Yamamoto, 2017, s. 523). Bu kavram, modern manyetik alan kavramının öncüsü olarak değerlendirilmektedir (Yamamoto, 2017, s. 523-526). Della Porta, manyetik kuvvetin niceliksel olarak ölçülebilir bir fenomen olarak kavranmasına yönelik bu erken girişiminin yanı sıra antik çağdan beri süre gelen sarımsağın ve elmasın mıknatısın gücünü engellediği gibi batıl inanışları da bizzat test ederek deneysel verilerle çürütmüştür (Yamamoto, 2017, s. 514-516).

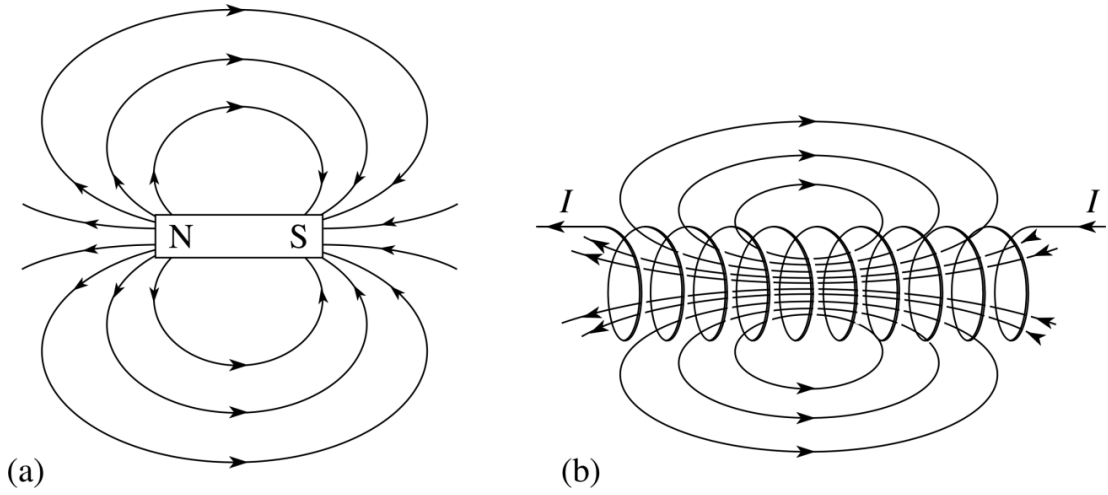
Bu gelişmelerin ardından, 1600 yılında İngiliz hekim William Gilbert, manyetizma üzerine yazılmış ilk kapsamlı bilimsel inceleme olarak kabul edilen “Mıknatıs Üzerine” (*De Magnete*) adlı eseriyle manyetizma tarihinde yeni bir çığır açmıştır (Yamamoto, 2017, s. 538-539). Gilbert, bu eserinde Dünya'nın dev bir mıknatıs olduğunu öne sürmüştü ve bu fikrini, Peregrinus'un yöntemini geliştirerek "küçük dünya" (*terrella*) adını verdiği küresel bir mıknatısla yaptığı deneylerle desteklemiştir (Yamamoto, 2017, s. 542-543; Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 5).



Görsel 5. William Gilbert'in *De Magnete* (1600) adlı eserinden, Dünya'yı modelleyen temsili küresel mıknatıs (*terrella*) çizimi. (Project Gutenberg). <https://goo.su/7gacK>

Gilbert ayrıca elektrik ve manyetizma olgularını birbirinden ayıran ilk bilim insanı olmuş; kehribarın çekim gücü (statik elektrik) ile mıknatısın çekim gücünün farklı doğaları olduğunu deneysel olarak göstermiştir (Yamamoto, 2017, s. 543-544). Gilbert'in bu çalışmaları, manyetizmayı Dünya'nın kendi bünyesinde barındırdığı evrensel bir kuvvet olarak konumlandırmış; ancak onun manyetik olguları matematiksel olarak ifade etmek yerine niteliksel betimlemelerle yetinmesi, kuvvetin niceliksel yasalara bağlanması görevini sonraki yüzyıllara bırakmıştır (Yamamoto, 2017, s. 596-597). Gilbert'in ardından 17. ve 18. yüzyıllarda, Descartes, Power, Kepler, Wilkins, Hooke ve Newton gibi düşünürler manyetizmayı mekanik terimlerle açıklamaya veya gök mekaniğiyle ilişkilendirmeye çalışmış, ancak bu girişimler manyetik kuvvetin doğasını anlamaya yönelik kalıcı bir katkı sağlayamamıştır (Yamamoto, 2017, s. 703-708; 739-793). 18. yüzyılın sonunda Fransız mühendis Charles-Augustin de Coulomb, burulma terazisiyle yaptığı hassas ölçümler sonucunda, manyetik kutuplar arasındaki çekme ve itme kuvvetinin, aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı olduğunu deneysel olarak kanıtlamış ve böylece manyetik kuvvetin ilk kesin matematiksel ifadesi olan Coulomb Yasası'nı ortaya koymuştur (Yamamoto, 2017, s. 831-839).

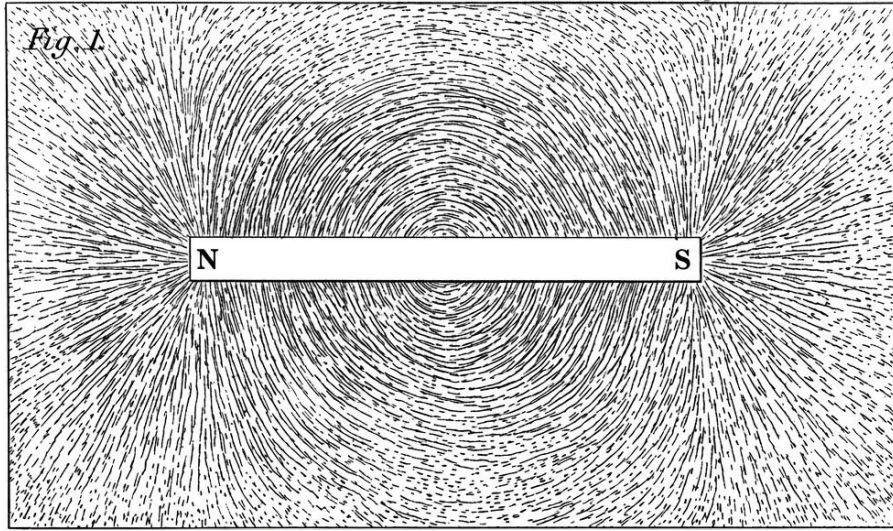
19. yüzyılın başında, elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkiyi aydınlatan kritik bir keşif yapılmıştır (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 6). 1820 yılında Danimarkalı bilim insanı Hans Christian Oersted, içinden elektrik akımı geçen bir telin yakınındaki pusula iğnesinin saptığını gözlemleyerek, elektrik ile manyetizma arasındaki ilk deneysel bağlantıyı kurmuştur (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 6). Aynı yıl Fransız fizikçi André-Marie Ampère, bu gözlemi matematiksel bir çerçeveye oturtturarak, bir mıknatısın manyetik gücünün, maddenin içinde dolaşan mikroskobik elektrik akımlarından kaynaklandığını öne sürmüş ve bir telin sıkıca sarılmasıyla oluşturulan solenoidin tıpkı bir çubuk mıknatıs gibi güçlü bir manyetik alan ürettiğini göstermiştir (Görsel 6) (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 6-7).



Görsel 6. Kalıcı bir çubuk mıknatıs (a) ile üzerinden akım geçen bir solenoidin (b) oluşturduğu manyetik alan çizgilerinin karşılaştırılması. (Physics Stack Exchange). <https://goo.su/1gqfzCF>

Bu gelişmeler, daha önce birbirinden bağımsız olduğu düşünülen elektrik ve manyetizmanın aslında aynı temel kuvvetin farklı tezahürleri olduğunu ortaya koymuştur (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 6). Oersted ve Ampère'in keşiflerinin hemen ardından, 1825'te İngiliz mucit William Sturgeon ilk pratik at nalı elektromıknatısını yapmış; 1830 civarında Amerikalı fizikçi Joseph Henry ise çok katmanlı sargılara sahip çok daha güçlü bir elektromıknatıs inşa ederek bu teknolojinin temellerini atmıştır (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 7).

Bu gelişmelerin ardından, İngiliz bilim insanı Michael Faraday, gözlem ve deneye dayalı çalışmalarıyla elektromanyetizma alanında yeni bir çığır açmıştır (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 7). Faraday, bir mıknatısın etrafında görünmez bir kuvvet alanı bulunduğunu öne sürerek "manyetik alan" kavramını geliştirmiş; bu alanı, demir tozlarının mıknatıs etrafında oluşturduğu karakteristik desenlerle görselleştirmiştir (Görsel 7) (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 7). Ayrıca malzemeleri manyetik özelliklerine göre *ferromanyetik* (mıknatıstan kuvvetle etkilenen, örneğin demir), *paramanyetik* (çok zayıf etkilenen) ve *diyamanyetik* (itilen) olarak sınıflandıran ilk kişi olmuştur (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 7). Faraday 1831 yılında, değişen bir manyetik alanın bir iletkende elektrik akımı oluşturabildiğini keşfederek *elektromanyetik indüksiyon* olgusunu ortaya koymuştur (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 7). Bu keşif, mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülebileceğini kanıtlayarak günümüzdeki elektrik jeneratörlerinin ve modern elektrik çağının temelini atmıştır.



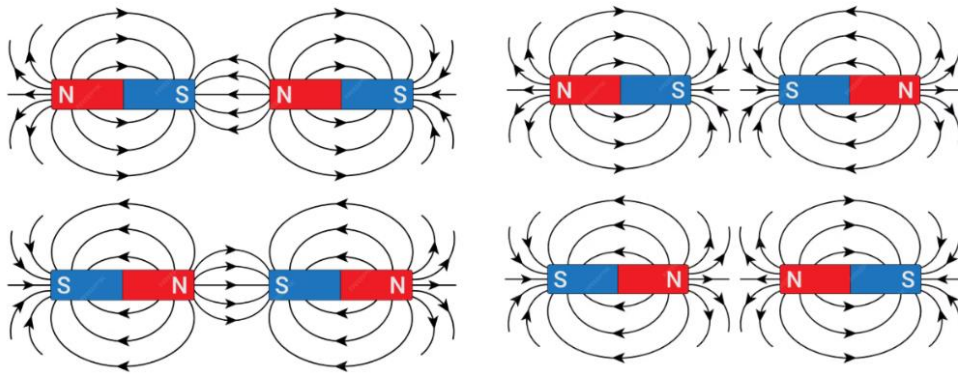
Görsel 7. Michael Faraday tarafından 1852'de yayımlanan, bir çubuk mıknatıs etrafındaki manyetik alanı demir tozlarıyla gösteren orijinal deney şeması. (ResearchGate). <https://goo.su/55U7d2>

Faraday'ın deneysel bulguları, daha sonra James Clerk Maxwell tarafından matematiksel bir çerçeveye oturtulmuş ve elektromanyetizmanın birleşik teorisi formüle edilmiştir (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 8). 20. yüzyıl, manyetizmanın hem teorik temellerinin atıldığı hem de pratik uygulamalarının dönüştüğü bir çağ olmuştur. Wilhelm Weber'in, mıknatıslanmayı malzeme içindeki küçük "moleküler mıknatısların" yönelimiyle açıklayan fikriyle başlayan teorik arayış, 1925'te Samuel Goudsmit ve George Uhlenbeck'in elektronun *spin* özelliğini keşfetmesiyle devrim niteliğinde bir açıklamaya kavuşmuş; böylece manyetizmanın kaynağının atom altı parçacıkların doğasından geldiği anlaşılmıştır (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 8, 13). Bu teorik kavrayış, malzeme biliminde yeni bir çağ başlatmış; Louis Néel'in *ferrimanyetizma* kavramı çerçevesinde ferrit adı verilen seramik esaslı manyetik malzemeler geliştirilmiştir. Philips Araştırma Laboratuvarları'nda yürütülen çalışmalar sonucunda, 1953 yılında baryum hekzaferrit bazlı sert ferrit mıknatıslar ticarileşmiş ve düşük maliyetleri sayesinde endüstriyel ve günlük kullanımda hızla yaygınlaşmıştır (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 14, 16). Kalıcı mıknatıs teknolojisindeki asıl sıçrama ise, 1983 yılında *neodimyum-demir-bor* (NdFeB) alaşımının keşfiyle yaşanmıştır. Bu yeni nesil mıknatıslar, sundukları olağanüstü enerji yoğunluğu sayesinde elektrikli araçlardan rüzgar türbinlerine, tıbbi cihazlardan tüketici elektroniğine kadar pek çok modern teknolojinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Coey & Mazaleyrat, 2023, s. 26). Böylece, Antik Yunan'da Thales'in "ruh" atfettiği gizemli taştan günümüzün yüksek teknolojlili neodimyum mıknatıslarına uzanan bu yolculuk, manyetizmanın insanlık tarihi boyunca merak uyandıran ve keşfedildikçe yeni ufuklar açan evrensel bir olgu olduğunu gözler önüne sermektedir.

1.2. Mıknatısların Temel Prensipleri

Mıknatıs, çevresinde manyetik alan adı verilen bir etki bölgesi oluşturan ve bu alan aracılığıyla belirli malzemeleri kendine çekebilen ya da itebilen bir nesnedir. Bu çekme ve itme etkisi, mıknatısın yapısıyla ve ürettiği görünmez kuvvetin doğasıyla doğrudan ilişkilidir.

Bir mıknatısın en belirgin özelliği, çekim gücünün yüzeyi boyunca eşit dağılmamasıdır. Manyetik etkinin en yoğun hissedildiği iki zıt uç bölgesi bulunur. Bu bölgelere manyetik kutup adı verilir ve coğrafi yönlerden esinlenerek Kuzey Kutbu (N) ve Güney Kutbu (S) olarak isimlendirilirler (OpenStax, 2026a). İki mıknatıs birbirine yaklaştırıldığında ortaya çıkan etkileşim, manyetizmanın en temel kuralını açığa çıkarır: Zıt kutuplar (N ile S) birbirini çekerken, aynı kutuplar (N ile N veya S ile S) birbirini iter (OpenStax, 2026a).



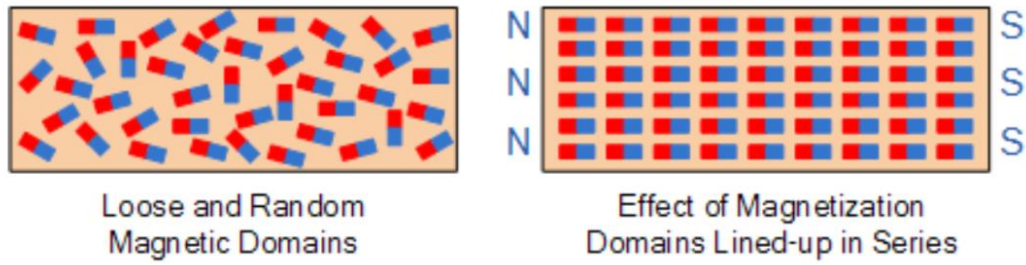
Görsel 8. Manyetik kutuplar arasındaki temel etkileşimler. Solda zıt kutupların birbirini çekmesi ve sağda aynı kutupların birbirini itmesinin temsili çizimleri. (Freepik). <https://goo.su/u4Cz82a>

Bu çekme veya itme eylemini doğuran görünmez güce manyetik kuvvet denir (LibreTexts, 2026a). Manyetik kuvvetin en dikkat çekici yanı, temas gerektirmemesidir. Mıknatıs ile çekilen nesne arasına cam, ahşap, plastik, seramik çamuru gibi bir malzeme girse dahi kuvvet aktarımı kesintisiz devam eder. Ancak bu kuvvetin şiddeti, mıknatıstan uzaklaştıkça hızla azalır.

Bu görünmez kuvvetin kaynağı ise, atom altı dünyaya ve elektronların hareketine dayanır (LibreTexts, 2026d). Tüm maddeler atomlardan oluşur ve her atomun çekirdeği etrafında dönen elektronlar bulunur. Bu elektronlar, tıpkı kendi eksenini etrafında dönen bir topaç gibi spin adı verilen sürekli bir hareket halindedir. Bu spin hareketi, her bir elektronun

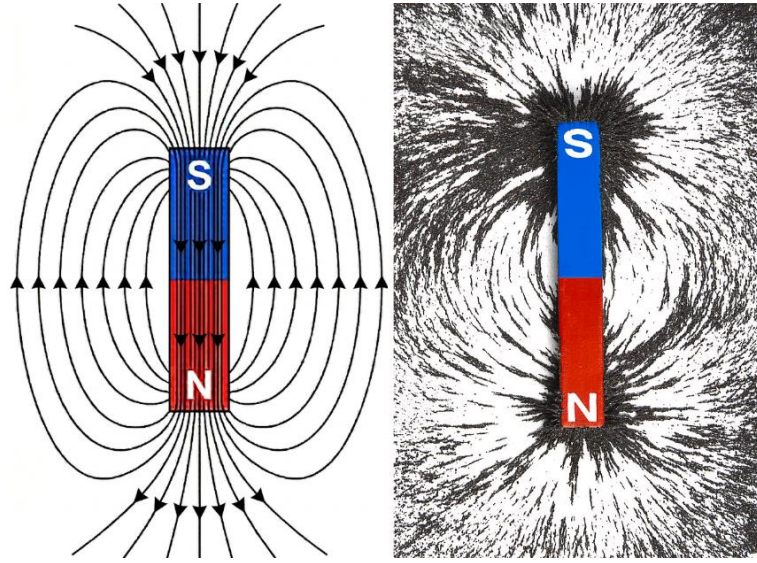
çevresinde minik bir manyetik alan oluşmasına yol açar. Çoğu malzemede elektronlar çiftler halinde bulunur ve her çiftteki iki elektron birbirine zıt yönlerde spin hareketi yapar. Bu zıt hareket, elektronların oluşturduğu minik manyetik alanların birbirini sıfırlamasına neden olur (LibreTexts, 2026c). Dolayısıyla bu tür malzemeler dışarıya net bir manyetik etki göstermez.

Ancak demir, nikel ve kobalt gibi bazı özel malzemelerin atomlarında, en dış kabukta eşleşmemiş elektronlar bulunur (LibreTexts, 2026d). Bu eşleşmemiş elektronların spinleri aynı yönde hizalanabildiğinde, her bir atomun ürettiği minik manyetik alanlar (domain) birleşerek makro ölçekte hissedilebilen güçlü bir toplam manyetik alan meydana getirir. Bir mıknatısta, malzeme içindeki bu atomik mıknatısların büyük çoğunluğu aynı yöne dizilmiş haldedir (Görsel 9). Bu düzenli atomik yapı, mıknatısın kalıcı çekim gücünün kaynağını oluşturur (LibreTexts, 2026d).



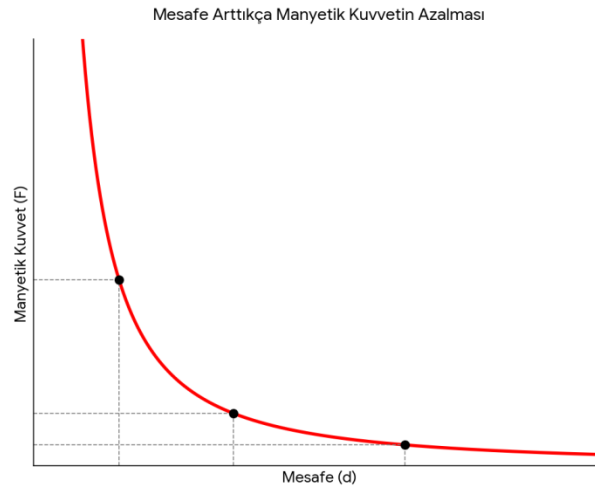
Görsel 9. Bir mıknatısın içyapısındaki manyetik domainlerin (alanların) şematik gösterimi. Solda mıknatıslanmamış durumda rastgele yönelmiş atomik yapılar, sağda mıknatıslanmış durumda aynı yönde hizalanmış düzenli yapıların temsili çizimleri. (Electronics Tutorials). <https://goo.su/wH6s>

Bir mıknatısın çevresinde oluşturduğu bu görünmez kuvvet alanı manyetik alan olarak adlandırılır (OpenStax, 2026b). Manyetik alan çıplak gözle doğrudan görülemez; ancak varlığı ve biçimi bir yöntemle somutlaştırılabilir. Bir mıknatısın üzerine düz bir yüzey (örneğin bir kağıt) yerleştirilip üzerine ince demir tozları serpildiğinde, tozların rastgele dağılmak yerine belirli kavisli hatlar boyunca dizildiği gözlemlenir. Bu hatlar manyetik alan çizgileri olarak tanımlanır ve alanın geometrisini anlamak açısından temel öneme sahiptir (Görsel 10) (OpenStax, 2026b). Bu çizgiler daima mıknatısın Kuzey Kutbu'ndan (N) çıkar, bir yay çizerek Güney Kutbu'na (S) girer ve mıknatısın içinden geçerek kapalı bir döngü oluşturur (OpenStax, 2026b). Çizgilerin en sık ve birbirine en yakın olduğu bölgeler (kutuplar), manyetik alanın en güçlü olduğu noktalara işaret eder (OpenStax, 2026b). Bu alan çizgileri birbirini asla kesmez; her biri kendi yolunu izleyerek alanın bütünlüğünü korur (OpenStax, 2026b).



Görsel 10. Çubuk mıknatısın manyetik alanının solda temsili, sağda demir tozları ile birlikte fiziksel görünümü. (Science Source). <https://goo.su/3CNCr2G>

Manyetik alanın şiddeti, yani bir mıknatısın bir cismi ne kadar kuvvetle çekeceği, başlıca iki faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden ilki mesafedir. Manyetik kuvvet, mıknatıs ile nesne arasındaki uzaklık arttıkça çok hızlı bir şekilde azalır (Görsel 11). Bu nedenle, çekilmesi istenen malzemenin mıknatısa olabildiğince yakın konumlandırılması, etkinin belirginliği açısından kritik önem taşır. İkinci faktör ise mıknatısın boyutu ve türüdür. Daha büyük hacimli mıknatıslar genellikle daha geniş ve güçlü bir alan üretir. Ayrıca mıknatısın hangi malzemeden üretildiği de manyetik şiddeti doğrudan belirler. Örneğin neodimyum mıknatıslar, aynı boyuttaki ferrit mıknatıslara kıyasla çok daha güçlü bir çekim kuvveti sunar.



Görsel 11. Manyetik kuvvet ve mesafe ilişkisi grafiği. (Kişisel Arşiv).

Manyetik alanın şiddetini etkileyen bu faktörlerin yanı sıra, mıknatısların bizzat kendileri de çalışma prensipleri bakımından iki ana gruba ayrılır: Kalıcı mıknatıslar ve geçici mıknatıslar (elektromıknatıs). Bu ayrım, mıknatısın kullanım amacına ve istenen kontrol düzeyine göre hangi türün tercih edileceğini belirler.

Kalıcı mıknatıslar, dışarıdan herhangi bir enerji kaynağına ihtiyaç duymaksızın manyetik özelliklerini sürekli olarak koruyan mıknatıslardır. Bu kalıcılık, güçlü bir manyetik alanla hizalanan domainlerin, kristal yapıdaki düzensizlikler sayesinde hizalı konumda tutulmasıyla sağlanır (LibreTexts, 2026e). Doğada bulunan mıknatıs taşı (*lodestone*), doğal kalıcı mıknatıslara en bilinen örnektir. Günümüzde ise yapay yollarla üretilen ve doğal mıknatıslardan çok daha güçlü olan kalıcı mıknatıslar kullanılmaktadır. Bunların en yaygın iki türü ferrit mıknatıslar ve neodimyum mıknatıslardır (Görsel 12).



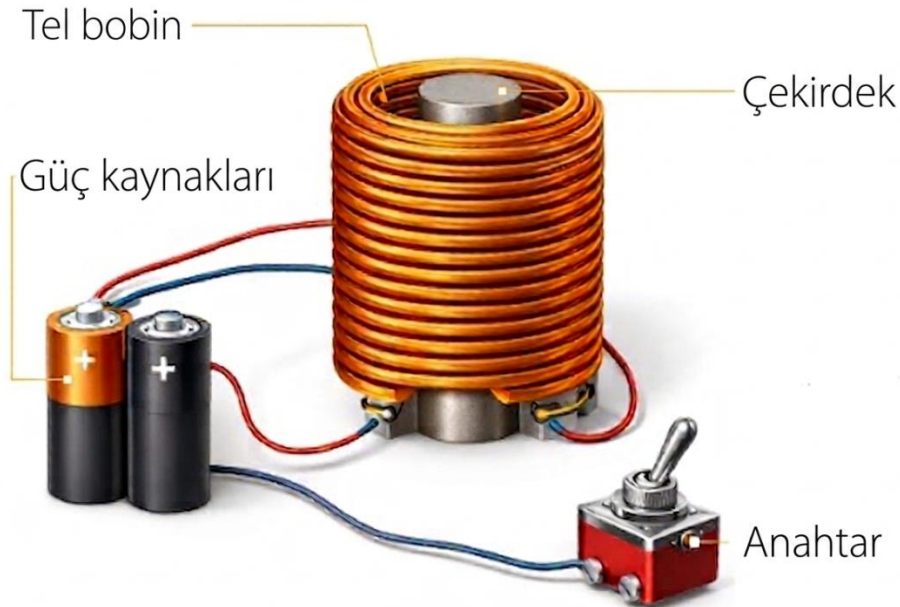
Görsel 12. Solda ferrit mıknatıslar, sağda neodimyum mıknatıslar. (Stanford Magnets). <https://goo.su/Bws4> ; <https://goo.su/FOhY4>

Ferrit mıknatıslar, demir oksit (Fe_2O_3) ile baryum (Ba) veya stronsiyum (Sr) karbonat karışımının preslenip sinterlenmesiyle üretilirler (Stanford Magnets, 2025). Manyetik güçleri Y30, Y35 gibi standart kalitelerden Y40, Y45 gibi yüksek performanslı çeşitlere kadar derecelendirilir (Stanford Magnets, 2026b). Neodimyum mıknatıslara kıyasla daha düşük manyetik şiddete sahip olmakla birlikte; paslanmaya karşı yüksek dirençleri, düşük maliyetleri ve yüksek sıcaklıklarda dahi kararlılıklarını korumaları gibi önemli avantajlar sunarlar (Stanford Magnets, 2026b).

"Süper mıknatıslar" (*super magnets*) olarak anılan (TT Magnet, 2025) neodimyum mıknatıslar ise, neodimyum (Nd), demir (Fe) ve bor (B) elementlerinin bir alaşımı olan

$\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ tetragonal kristal yapısına sahiptir ve ticari olarak mevcut en güçlü kalıcı mıknatıs türüdür (Stanford Magnets, 2026a). Küçük boyutlarda dahi güçlü manyetik alanlar oluşturabilirler (Stanford Magnets, 2025). Manyetik güçleri N35, N42, N52 gibi kalite sınıflarıyla derecelendirilir; sayısal değer ne kadar yüksekse mıknatısın gücü de o kadar artar (Stanford Magnets, 2026a). Korozyona karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla yüzeyleri genellikle nikel, çinko veya epoksi gibi koruyucu bir malzeme ile kaplanmaktadır (Stanford Magnets, 2025a).

Elektromıknatıslar kalıcı mıknatıslardan farklı olarak, manyetik alanlarını yalnızca üzerlerinden elektrik akımı geçtiği sürece koruyan geçici mıknatıslardır (OpenStax, 2026c; LibreTexts, 2026e). Tipik bir elektromıknatıs, demir gibi ferromanyetik bir çekirdeğin etrafına sarılmış yalıtımlı bir tel bobinden (solenoid) oluşur (Görsel 13) (LibreTexts, 2026b). Bobine elektrik akımı uygulandığında, telin etrafında oluşan manyetik alan çekirdek tarafından yoğunlaştırılarak güçlü bir mıknatıs etkisi yaratılır; akım kesildiğinde ise bu etki büyük ölçüde ortadan kalkar (LibreTexts, 2026b; OpenStax, 2026c). Elektromıknatısların kalıcı mıknatıslara kıyasla en önemli avantajı, sundukları hassas kontrol imkanıdır. Elektrik akımının şiddeti değiştirilerek manyetik alan gücü kademesiz olarak ayarlanabilir; akımın yönü değiştirilerek kutuplar (N ve S) anında ters çevrilebilir.



Görsel 13. Bir elektromıknatısın temel bileşenleri. (IC Components). <https://goo.su/vFwd>

Doğadaki tüm malzemeler, bir manyetik alana maruz kaldıklarında sergiledikleri tepkiye

domain'lerin birbirlerinin manyetik etkilerini sıfırlamasına yol açar ve malzeme dışarıya net bir manyetik alan yaymaz (LibreTexts, 2026d). Ancak böyle bir malzeme harici bir manyetik alana maruz kaldığında, domainler alanın yönüne doğru hizalanmaya başlar (LibreTexts, 2026d). Bu hizalanma sonucunda malzeme geçici olarak mıknatıs özelliği kazanır ve alanın kaynağına doğru kuvvetle çekilir (LibreTexts, 2026e). Manyetik alan ortamdan uzaklaştırıldığında ise domainler büyük ölçüde eski rastgele konumlarına döner ve malzeme çekim özelliğini yitirir (LibreTexts, 2026e). Bu süreç geçici mıknatıslanma olarak adlandırılır (LibreTexts, 2026e).

Bu domain hizalanması prensibi, demir tozunun mıknatısa neden çekildiğini de doğrudan açıklar. Demir tozu, saf demirin küçük tanecikler haline getirilmiş formudur ve demir, doğadaki en güçlü ferromanyetik malzemelerden biridir (LibreTexts, 2026e). Demir tozunu oluşturan her bir minik tanecik, kendi içinde sayısız domain barındırır (LibreTexts, 2026e). Bu tanecikler bir mıknatısın manyetik alanına girdiğinde, alanın etkisiyle domainleri hızla mıknatısın kutuplarına doğru hizalanır (LibreTexts, 2026e). Bu hizalanma, her bir demir tozu taneciğinin geçici olarak minik bir mıknatısa dönüşmesine yol açar (LibreTexts, 2026e). Geçici olarak mıknatıslanan bu tanecikler, ana mıknatısın zıt kutbuna doğru kuvvetle çekilir (LibreTexts, 2026e). Çekim kuvveti, taneciğin kütlesine kıyasla oldukça yüksek olduğundan, demir tozları mıknatısa doğru belirgin bir hareket sergiler.

2.BÖLÜM: MİKNATISI SANAT PRATİĞİNE DAHİL EDEN SANATÇILAR

Birinci bölümde, Antik Çağ'dan günümüze uzanan tarihsel süreci içinde manyetizma olgusunun nasıl algılandığı ve mıknatısın teknik olarak nasıl çalıştığı ortaya konmuştur. Bu bölümde ise mıknatısın çağdaş sanat ve tasarım pratiklerinde nasıl kullanıldığı, farklı yaklaşımları temsil eden sanatçı örnekleri üzerinden ele alınmıştır.

Bölüm kapsamında yer verilen sanatçılar, mıknatısı kullanıyor olmaları bakımından benzerlik gösterebilirler de, ondan yararlanma biçimleri bakımından birbirinden farklı yaklaşımlar sergilemektedir. Kimi mıknatısı görünmez bir denge unsuru olarak ele alırken, kimi onu hareket üreten bir güç kaynağına, kimi ise bizzat formu şekillendiren bir üretim aracına dönüştürmektedir. Bu bölümün amacı, bu yaklaşımları derinlemesine çözümlemek ya da eleştirel bir değerlendirmeye tabi tutmak değil, mıknatısın sanatsal bir araç olarak ne tür olanaklar sunduğunu somut örnekler üzerinden görünür kılmaktır.

Bölüm kapsamında ele alınan Jolan van der Wiel ve Sabri Ben-Achour'un çalışmaları, mıknatısla şekillendirme yöntemini seramik malzemeye uyarlamaları nedeniyle bu tez için ayrı bir önem taşımaktadır. Bu iki sanatçının pratiği, 3. Bölüm'de gerçekleştirilecek deneysel çalışmaların yöntemsel zeminini oluşturmakta ve bu yönüyle 2. Bölüm'ün tez içindeki işlevini somutlaştırmaktadır. Dolayısıyla bu bölüm, bir literatür taraması olmanın ötesinde, tezin özgün uygulama sürecinin hangi yöntemsel zeminden hareketle şekillendiğini görünür kılan bir çerçeve oluşturmaktadır.

2.1. Takis

Yunan sanatçı Panayiotis Vassilakis (Takis), sanat ve bilimi sentezlemesi bakımından 20. yüzyılın yenilikçi sanatçılarından biridir (Takis Foundation, 2026; Tate, 2026a). Akademik bir sanat eğitimi almadan kendi kendini yetiştiren (self-taught) Takis, nesneler arasındaki görünmez kuvvetleri görsel bir temsil olarak ele almak yerine onları eserlerinin aktif birer bileşeni haline getirmiştir (Takis Foundation, 2026; White Cube, 2024). Statik ve kinetik üç boyutlu eserler üretmek için mıknatıslar ve elektrikli bileşenler kullanmıştır (Stephenson & Dodson, 2026).

Yerçekimine meydan okuyan çalışmalarında (The American College of Greece, 2026), mıknatısların çekme ve itme kuvvetini sanatının bir parçası haline getiren Takis, bu yaklaşımıyla hem evrenin bu görünmez kuvvetlerini somutlaştırmayı (Tate, 2026a), hem de heykeli yerçekiminin ağırlığından kurtararak (Carey-Kent, 2021) kinetik bir özgürlüğe kavuşturmayı amaçlamıştır. Sanatçının manyetik eserleri, sanat eleştirmeni Alain Jouffroy tarafından “telemanyetik” (*télemagnétique*) olarak tanımlanmıştır (Tate, 2026b). Takis, bu tanımı benimseyerek görsel kurgusuna göre eser serilerini Teleresimler (*Télé-peintures*), Teleheykeller (*Télé-sculptures*) ve Teleışıklar (*Télé-lumières*) olarak kategorize etmiştir (Carey-Kent, 2021).

Bu serilerden Teleresimler, manyetik kuvvetin tuval önünde somutlaştığı çalışmalar olarak öne çıkmaktadır. Burada, monokrom tuvallerin arkasındaki şasiye sabitlenmiş mıknatıslar, ince naylon iplere asılan konik metal parçaları kendilerine doğru çeker (Görsel 15) (Basciano, 2019; Stephenson & Dodson, 2026). Teller kasıtlı olarak kısa tutulduğu için, metal parçaların mıknatısa ulaşması engellenir ve böylece mıknatıslar parçalara temas etmeden onları havada asılı tutar. Teller eserin kurulum şeması gereği genellikle tavana ya da harici bir destek mekanizmasına sabitlenir. Mıknatıs ile nesneler arasında fiziksel bir temas olmamasına rağmen, aradaki boşluk manyetik kuvvet sayesinde gergin ve aktif bir alana dönüşür. Nitekim bu serinin odağı da, metal parçalar ile tuval yüzeyi arasındaki boşlukta devinen "enerjidir" (Stephenson & Dodson, 2026).



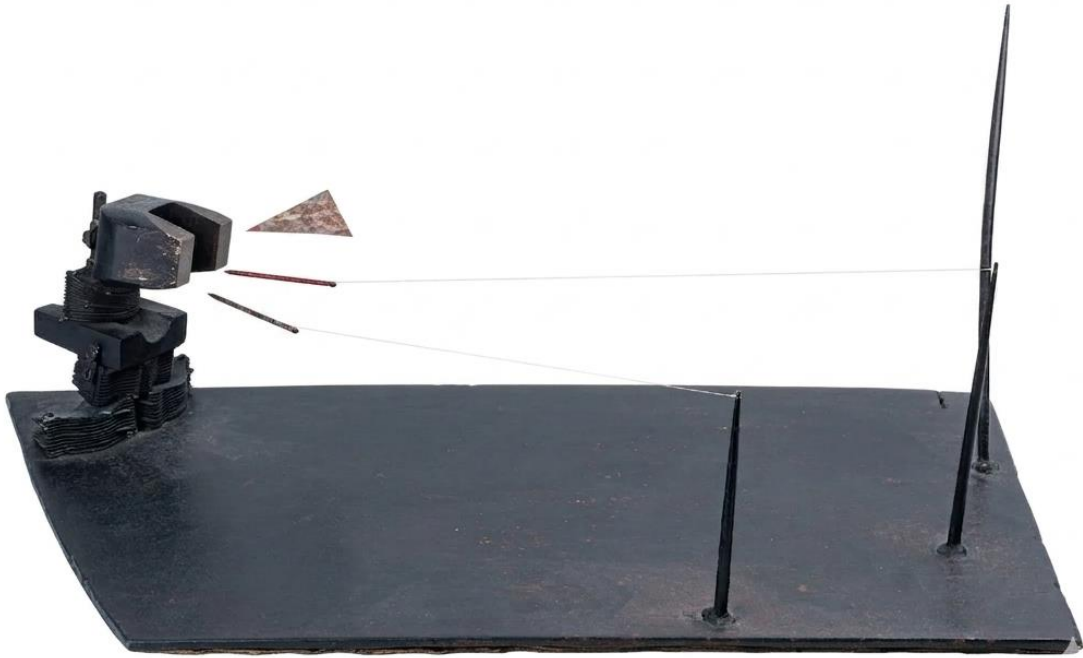
Görsel 15. Takis. *Télé-peinture*. 1960, (tuval üzerine akrilik, mıknatıslar, iplikler ve çelik / 23 × 29.5 × 31 cm.). (Daily Art Fair). <https://goo.su/OyReq>

Teleresimler statik bir yapı sergilerken, Teleheykeller kategorisi hem statik hem de kinetik çalışmaları kapsamaktadır (Carey-Kent, 2021; Stephenson & Dodson, 2026). Bu serideki

mekansal ve üç boyutlu kurgu içinde Takis, mıknatısı iki farklı işlevle kullanmıştır; kalıcı mıknatısları statik bir denge unsuru olarak kullanırken, akımı kontrol edilebilen elektromıknatısları, esere kinetik karakter kazandırmak için kullanmıştır.

Kalıcı mıknatısların kullanıldığı Teleheykelerde mıknatıs, manyetik elemanları kendisine çeken bağımsız ve görünür bir heykelsi öge olarak konumlanır. Bu yaklaşım, Teleresimlerde tuval arkasında gizlenen mıknatısların aksine izleyicinin enerjinin kaynağını doğrudan kavramasını sağlayan bir şeffaflık barındırmaktadır.

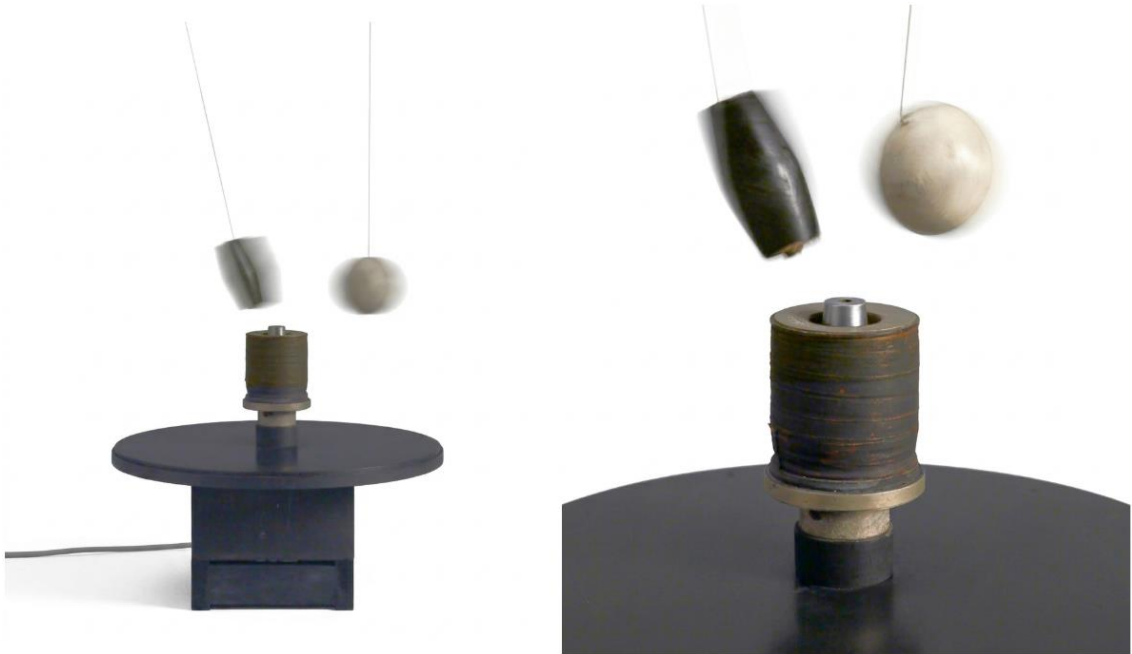
Sanatçının 1960 tarihli *Télé-sculpture* (Görsel 16) çalışması bu şeffaflığı yansıtan bir eserdir. Teleresim serisine benzer biçimde burada da mıknatıs, karşısındaki metal nesneleri kendine çekerek naylon iplerin gerilmesini ve nesnelerin temas olmadan havada asılı kalmasını sağlar. Ancak bu yapıda ve genel olarak Teleheykelerde, Teleresimler'den farklı olarak manyetik kuvvetin kaynağı olan mıknatıs, heykeli ayakta tutan yapısal ana unsur olarak izleyicinin algılayabileceği şekilde görünür durumdadır.



Görsel 16. Takis. *Télésculpture*. 1960. (demir, çivi, mıknatıs ve naylon iplik / 54 × 29 × 22 cm.). (L'Appartement Genève). <https://goo.su/QleAde>

Teleheykellerin elektromıknatısla çalışan örneklerinde ise elektromıknatıslar, nesneleri ritmik biçimde çekip iterek insan müdahalesi olmaksızın kinetik bir devinim yaratan aktif

birer güç kaynağı işlevi görür (Onassis Foundation, 2026; Stephenson & Dodson, 2026). Bu kinetik yaklaşımın örneklerinden biri, sanatçının *Magnetic Ballet I* adlı eseridir (Görsel 17). Merkezde konumlanan silindirik gövde, bir metal çekirdek etrafına sarılmış bakır tel bobinlerinden oluşmaktadır. Elektromıknatısın çalışma prensibi gereği, bu bobin üzerinden geçen elektrik akımı, merkezdeki demir çekirdeği mıknatıslayarak güçlü bir manyetik alan yaratmaktadır. Üstte asılı duran manyetik nesneler ile bu düzenek arasındaki etkileşim, akımın periyodik olarak açılıp kapanmasıyla sağlanır. Bu kesintili enerji akışı, manyetik alanın ritmik biçimde devreye girmesine ve devreden çıkmasına; akımın yönüne bağlı olarak mıknatısın nesneleri dönüşümlü biçimde çekilip bırakılmasına neden olarak nesnelerin boşlukta sürekli ve kontrollü bir devinim kazanmasını sağlar. Böylece mıknatıs, sanatçının elinde formun hareketini ve zamanını belirleyen dinamik bir güce dönüşür.



Görsel 17. Takis. *Magnetic Ballet*. 1961, (çelik, elektromıknatıs, ahşap, mantar / cork, tel ve boya). (Tate Modern). <https://goo.su/FDVh4>

Takis, Teleişiklar serisinde ise, manyetik kuvveti bu kez ışığın kaynağını harekete geçiren bir unsur olarak kullanmıştır. Bu serinin karakteristik örneklerinden biri olan *Télélumière No. 4* (Görsel 18), ışık kaynağı olarak alışıldık bir ampul yerine cıva buharlı doğrultucu adı verilen endüstriyel bir cam ampulün kullanıldığı bir eserdir (Carey-Kent, 2021; Physics World, 2019). Normalde elektrik trafo merkezlerinde veya demiryolu kontrollerinde alternatif akımı doğru akıma dönüştürmek için kullanılan ve işlevi gereği genellikle göz önünde bulunmayan bu aygıt (Physics World, 2019), Takis'in elinde görünür ve estetik bir deneyimin parçası haline gelmiştir.

Çalışma prensibi açısından bu doğrultucu, alt kısmında sıvı bir cıva havuzu barındırır; cıva havuzu ile üst kısımdaki metal anotlar arasında oluşan elektrik arkı, akımın yalnızca tek yönde geçmesine izin vererek doğrultma işlemini gerçekleştirir (Physics World, 2019). Bu arkın başlatılmasında ise devreye bir elektromıknatıs girer, harici bir elektromıknatıs, bir elektrotu aşağı çekerek cıva havuzuna daldırır ve bu temasın kesilmesiyle oluşan kıvılcım, cıva buharını iyonlaştırarak arkı başlatır (Physics World, 2019). Bu süreçte mıknatıs, cıva ve ısıнын bir arada işlemesi (Carey-Kent, 2021), Takis'in ışığın elektromanyetik bir dalga olduğu bilinciyle örtüşen bir tercihtir (Carey-Kent, 2021). İyonlaşan gazın aniden değil yavaşça yükselerek akuamarin mavisi bir renge bürünmesi (Carey-Kent, 2021; Physics World, 2019), bu sürecin görsel karşılığıdır. Tate Modern'in 2019 retrospektifinde, eserin 15 dakikalık aralıklarla açılıp kapatılması (Carey-Kent, 2021; Physics World, 2019), bu kademeli dönüşümü izleyici için tekrar tekrar deneyimlenebilir kılmıştır.



Görsel 18. Takis. *Télélumière No. 4*. 1963-1964, (demir makine parçaları, ampuller, ahşap, pirinç, çelik, elektromıknatıs, ip ve boya). (Tate Modern). <https://goo.su/0Pvmj>

Sanatçının bir diğer serisi Müzikler (*Musicals*), elektromıknatısların yarattığı ritmik devinimle ses üreten işitsel heykellerdir. Sistem, monokrom panellerin arkasına gizlenmiş elektromıknatısların, gergin ve amplifiye edilmiş tellerin önünde asılı duran metal iğneleri itip çekmesiyle çalışır (Görsel 19) (Nechvatal, 2015). İğnelerin tele çarpması sonucu

oluşan "sanal" ses kompozisyonu, dış müdahale olmaksızın kendi başına işleyen bağımsız bir ses döngüsü yaratır (Carey-Kent, 2021; Nechvatal, 2015; Tate, 2026a). Takis, bu mekanizmaları müzik aletinden ziyade, doğal titreşimleri kanalizasyon eden "duyusal makineler" olarak tanımlamıştır (Tate, 2026a; White Cube, 2024). Mıknatıs, Telerejimlerden Müziğe tüm serilerde üstlendiği farklı rollerle Takis'in sanatının değişmez yapı taşıdır.



Görsel 19. Takis. *Musical*. 1966, (pleksiglas, çelik iğne, piyano teli, elektromıknatıs, amplifikatör ve elektrik sistemi / 100 × 31 × 10 cm). (Sotheby's). <https://goo.su/t4Waez>

2.2. Davide Boriani

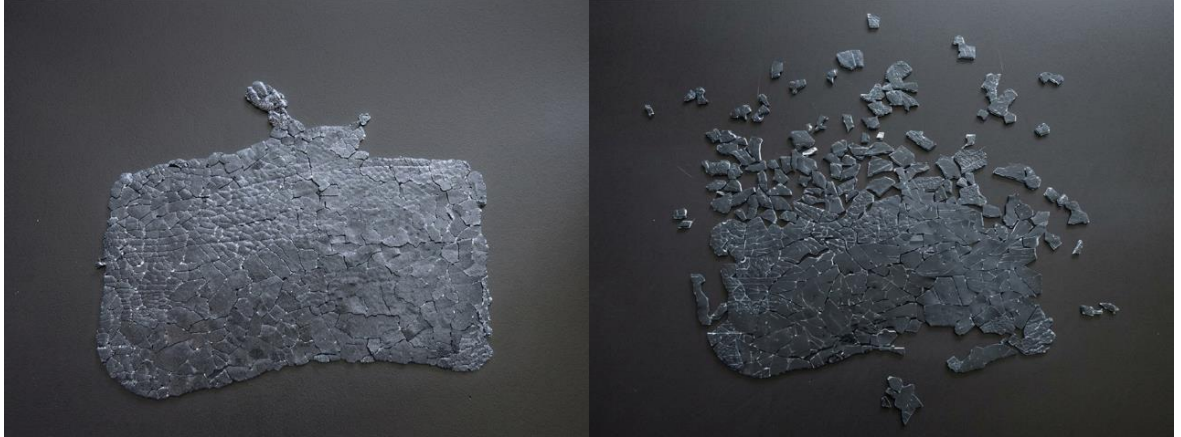
İtalyan sanatçı Davide Boriani, Milano'daki kinetik sanat ortamında geliştirdiği yaklaşımında mıknatısı, demir tozunu öngörülemez ve geri döndürülemez biçimde değiştirmek için kullanmış ve bununla zamanın akışını görünür kılmayı amaçlamıştır. Brera Akademisi'nde öğrenim görmüş olan sanatçı (Larousse, 2026), 1950'li yıllar boyunca hem geleneksel hem de deneysel farklı tekniklerle çalışmış, 1956'dan itibaren de eserlerini sergilemeye başlamıştır (Galleria Futura, 2026; Programmed Art, 2026b).

1959 yılında Giovanni Anceschi, Gianni Colombo ve Gabriele Devecchi ile birlikte Milano'da Gruppo T'yi kuran Boriani, aynı yıl gruba "dört boyutlu" ve "değişken eserler" (*opere in divenire*) üretme önerisinde bulunarak görsel sanatlardaki sıfırlama eğilimini aşmayı hedeflemiştir (Programmed Art, 2026a; Programmed Art, 2026b). Bu öneriye göre

zaman bileşeni, görüntünün öngörülemez ve geri döndürülemez değişiminde algılanabilir hale gelmekte; değişim ise zaman içinde eserin mekansal yapısını dönüştüren hareket yoluyla elde edilmektedir (Programmed Art, 2026a). Gruppo T, bu çalışma hipotezi etrafında şekillenmiştir (Programmed Art, 2026b).

Sanatçı, 1959'un başlarında kurudukça görüntüsünü aşamalı olarak değiştiren monokrom bir karışımla bu anlayışın ilk örneklerini üretmiştir. Bu dört boyutlu (zamansal) ve değişken eser anlayışının en somut örneğini ise aynı yıl gerçekleştirmeye başladığı *Superfici Magnetiche* serisinde ortaya koymuştur (Programmed Art, 2026b).

Sanatçının 1959 tarihli *Superficie magnetica n. 1* adlı eseri, bu serinin ilk örneklerinden biridir (Görsel 20). Eser, 90 x 90 cm boyutlarındaki ahşap bir zemin üzerinde poliüretan ve demir karışımından oluşmaktadır (Programmed Art, 2026d). Birbirine uyumlu puzzle benzeri parçalar haline getirilmiş bu malzeme, yatay yüzey üzerinde bir bütün oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Yüzeyin altına gizlenmiş kalıcı mıknatıs (*permanent magnet*), izleyicinin iki kolu çalıştırdığı bir mekanizma aracılığıyla hareket ettirilmekte (Programmed Art, 2026d); parçalar mıknatısın olduğu yönlere çekilerek dağılmakta ve böylece görüntü izleyicinin müdahalesiyle aşamalı olarak değiştirilmektedir.



Görsel 20. Davide Boriani. *Superficie magnetica n. 1*. 1959, (ahşap, poliüretan, demir, kalıcı mıknatıs / 90 x 90 cm). (YouTube). <https://goo.su/t9rmp1>

Aynı yılın Kasım ayında üretilen ve *Miriorama 2* ile *Miriorama 7* sergilerinde gösterilen *Superficie magnetica n. 6* da benzer şekilde elle etkinleştirilen kinetik ve interaktif bir eserdir (Görsel 21). 90 x 90 cm boyutlarında yatay siyah bir yüzeyden oluşan bu çalışmada, kullanıcı yine iki kol aracılığıyla yüzey altındaki mıknatısı yönlendirerek demir

tozunun konumunu değiştirmekte; mıknatısın hareketine bağlı olarak toz, yzey üzerinde farklı biçimlerde kümelenmektedir. Eser, *Miriorama 7* sergisinden sonra demonte edilmiştir (Programmed Art, 2026c).



Görsel 21. Davide Boriani. *Superficie magnetica n. 6*. 1959, (YouTube). <https://goo.su/3ba2lM>

Sanatçı, mıknatısların insan eliyle kontrol edildiği bu çalışmalarının yanı sıra, mıknatısın hareketini bir motora devrettiği ve seyirciyi aktif bir katılımcıdan programlanmış ve sürekli değişen bir manzaranın gözlemcisine dönüştürdüğü versiyonlar da geliştirmiştir.

Bu motorlu versiyonlarda demir tozu, dikey konumlandırılmış dairesel bir pleksiglas/cam ve alüminyum kabın zeminine yığılmıştır (Görsel 22). Mıknatıslar, demir tozunu hareket ettiren g olarak, kabın içine gizli bir şekilde yerleştirilmiştir. Bu mıknatıslar, bir mikro motor tarafından hiposikloid hareketle programlanmış bir döngü içinde döndürülmektedir (Galleria Futura, 2026; Treccani, 2026; WashU, 2026).

Mıknatıslar dndke, zeminde yığılmış demir tozlarından çekebildiği kadarını kendine çekerek dönüş yönünde sürüklemektedir. Bu sürüklenme, döngünün doğası gereği hem aşağı hem yukarı yönlü bir harekettir. Sürüklenme sırasında demir tozlarının bir kısmı mıknatısın çekim alanından koparak yere düşmekte ve hareketin etkisiyle kendi içinde yeniden konumlanarak farklı biçimlerde kümelenmektedir.



Görsel 22. Davide Boriani. *Superficie magnetica*. 1960-1962, (demir tozu, mıknatıslar ve elektromekanik düzenek / 54 × 51 × 15.5 cm). (Farsetti Arte). <https://goo.su/PS719>

Bu çalışmanın, yüzeye eğrisel ayırıcıların sabitlendiği versiyonlarında ise sürüklenen toz, bu ayırıcıların oluşturduğu fiziki engelle takılarak kısmen ya da tamamen mıknatıstan kopmakta ve üzerlerinde birikmeye başlamaktadır (Görsel 23). Bu birikinti, mıknatısın bir sonraki geçişinde yeniden çekilerek aşağı taşınabilir ya da ayırıcının kapasitesi dolduğunda, mıknatıstan bağımsız olarak taşarak bir alttaki ayırıcıya veya zemindeki yığına geri dökülebilir. Mıknatıslar bu döngüsel hareketleri boyunca, hem zemindeki yığından hem de ayırıcılar üzerindeki birikintiden beslenerek demir tozunu sürekli olarak aşağı ve yukarı taşır.



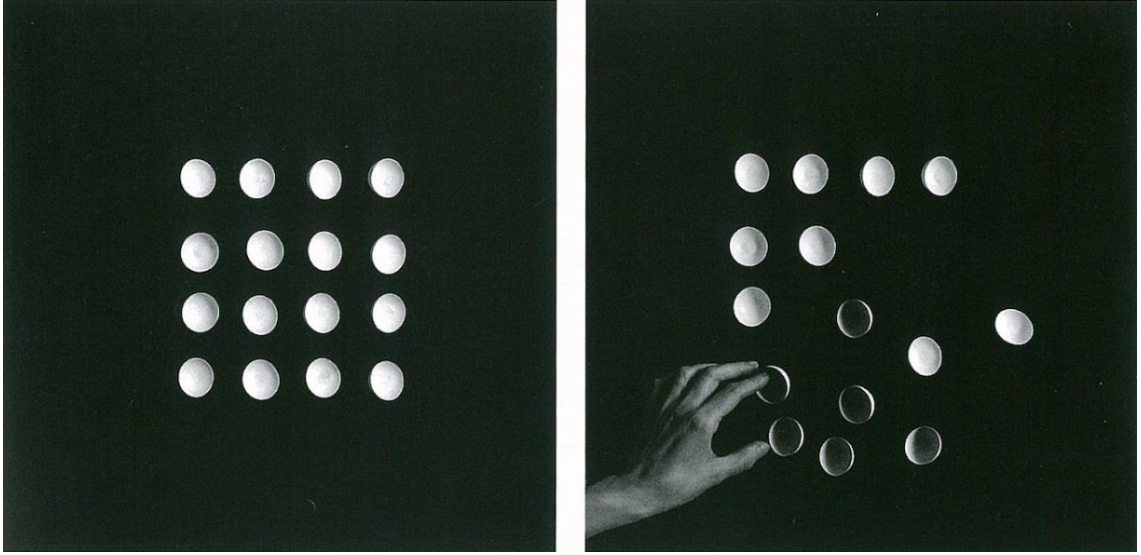
Görsel 23. Davide Boriani. *Superficie magnetica*. 1959-1964, (alüminyum, cam, demir tozu, kalıcı mıknatıslar, mikromotor / 50.5 × 54 cm). (Martini Arte). <https://goo.su/2qUPnyl>

Mıknatıs ve demir tozu arasındaki bu ilişki, yüzeyde asla aynı kalmayan, sürekli dönüşen ve öngörülemez bir hareket döngüsü meydana getirir. Nitekim Boriani'nin bu eserlerindeki amacı da düzensiz ve tahmin edilemez sonuçlar üretmektir (WashU, 2026). Sanatçı ayrıca, motorlu eserlerindeki bu çok odaklı ve karmaşık yapının izleyicinin eseri tamamen algıladığı varsayımını engelleyeceğini ve bunun yerine zamanın uzadığı, tamamlanmamış bir eser deneyimi yaratacağını ummuştur (WashU, 2026). Boriani, bu eserlerini 1960'tan günümüze farklı biçim ve boyutlardaki ardışık varyasyonlarla geliştirmiştir (Galleria Futura, 2026).

2.3. Grazia Varisco

Mıknatısı sanat pratiğine dahil eden önemli bir diğer isim İtalyan sanatçı Grazia Varisco'dur. Brera Güzel Sanatlar Akademisi'nde eğitim gören sanatçı (Finestre sull'Arte, t.y.), 1959 yılında İtalyan kinetik ve programlanmış sanatının en etkili topluluklarından Gruppo T'nin bir üyesi olarak kariyerine başlamıştır (Finestre sull'Arte, t.y.). Endüstriyel malzemeler ve yenilikçi teknikler kullanarak görsel algılar ve mekansal dinamikler üzerine keşifleriyle tanınan sanatçı (Finestre sull'Arte, t.y.), Gruppo T'deki deneyimleriyle birlikte, manyetik öğeler kullanarak Tavole Magnetiche (1959-1962) serisini üretmeye başlamıştır (Finestre sull'Arte, t.y.).

Sanatçının bu serideki amacı, izleyiciyi basit geometrik biçimler üzerine kurulu bir oyuna davet etmektir (Archivio Varisco, 2026.). Tavole magnetiche, yüzeyinde çeşitli parçaların serbestçe düzenlendiği tablalardır (Programmed Art, 2026f). Bu parçalar, üzerlerine sabitlenmiş mıknatıslar sayesinde metal yüzeyde tutunmakta (Archivio Varisco, 2026; Programmed Art, 2026f) ve izleyici tarafından hareket ettirilerek sürekli değişen yeni konfigürasyonlar oluşturmaktadır (Görsel 24) (Programmed Art, 2026e). Bu parçalar mikado çubukları, küçük kareler, metal filamentler ve hatta pinpon topları gibi çeşitlilik gösterebilmektedir (Programmed Art, 2026f). Ortaya çıkan bu oyunsu etkileşim, düzen/düzensizlik, yukarı/aşağı, önce/sonra, kapalı/açık gibi temel karşıtlıkları deneyimlemeye yönelik bir davettir (Archivio Varisco, 2026).



Görsel 24. Grazia Varisco. *Tavola magnetica, Sferisterio*. 1960, (Reprogrammed Art).
<https://goo.su/lzvaX8>

Varisco'nun mıknatısa duyduğu bu özel ilginin kökeni, çocukluğuna uzanmakta; "Paesaggio magnetico" (Manyetik Manzara) adını verdiği, soluk metalik gri bir tabla üzerinde, pastel tonlarda minik şekillerden oluşan bir oyuncığa dayanmaktadır (Programmed Art, 2026e). Bu oyuncak, mıknatısın çekim ve itme hissini, çıkardığı "klik" sesini ve sunduğu sınırsız oyun oynanabilirliğini duysal bir keşfe dönüştürmüştür (Programmed Art, 2026e). Sanatçıya göre oyuncuğun asıl öğretici yanı, mıknatısın çekme ve hareket ettirme eyleminde yatmaktadır (Programmed Art, 2026e).

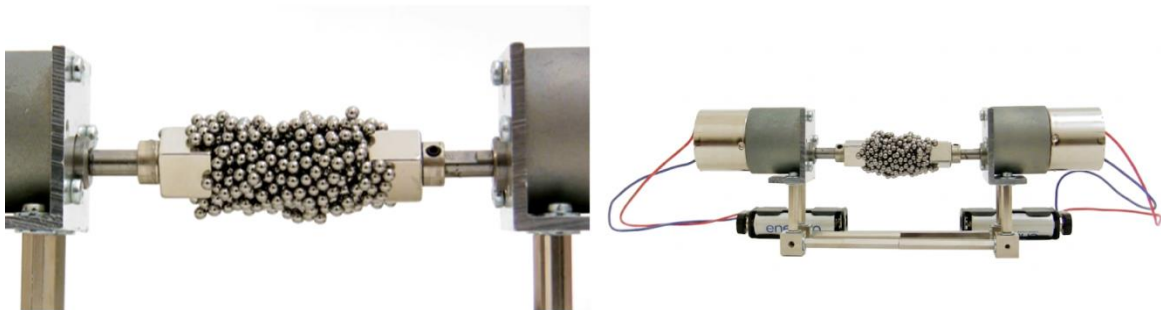
Manyetik Tabloları için mıknatısları "Centro Magneti Permanenti"den (Kalıcı Mıknatıslar Merkezi) satın aldığını belirten sanatçı (Programmed Art, 2026e), buradaki "kalıcı" ifadesinin ironisine dikkat çekmektedir. Varisco, "kalıcı" olarak adlandırılan bu mıknatısları, izleyicinin her müdahalesiyle değişen, asla aynı kalmayan, geçici kompozisyonlar yaratmak için kullanarak bilinçli bir çelişkiyi vurgulamaktadır (Programmed Art, 2026e). Bu serideki tüm etkileşim sürecinin sonucunda izleyici, eserin pasif bir alımlayıcısı olmaktan çıkarak onu dönüştüren aktif bir eş-yaratıcıya dönüşmektedir (Finestre sull'Arte, t.y.).

2.4. Pe Lang

Pe Lang, fiziksel kuvvetleri harekete geçiren, minimal kinetik eserler üreten İsviçreli bir sanatçıdır. 2009 ve 2010 yıllarında iki kez İsviçre Sanat Ödülü'ne layık görülen sanatçının heykelleri ve enstalasyonları, her bir parçası işlevini açıkça belli eden, el yapımı mekanize sistemlerden oluşmaktadır (Pe Lang, 2026). Sanatçının pratiğinde mıknatıs, nesnelere hareket kazandıran temel bileşenlerden biri olarak yer almaktadır.

Pe Lang'ın *Moving Objects* serisi, birbirine bakan ve eşit hızda zıt yönlerde dönen iki özdeş dişli motordan (*gearmotor*) oluşan bir düzenek üzerine kuruludur ve bu motorların uçlarında birer mıknatıs bulunmaktadır. Sanatçı bu temel yapıyı kullanarak çeşitli hareketler üreten kinetik eserler oluşturur. Bu yapı serideki tüm eserlerde ortak olmakla birlikte, hareketin niteliği eserden esere değişir. Kimi çalışmada mıknatıslar metal parçaları bir arada tutup döndürmekte, kimisinde ise hiçbir temas olmaksızın uzaktan hareket ettirmektedir.

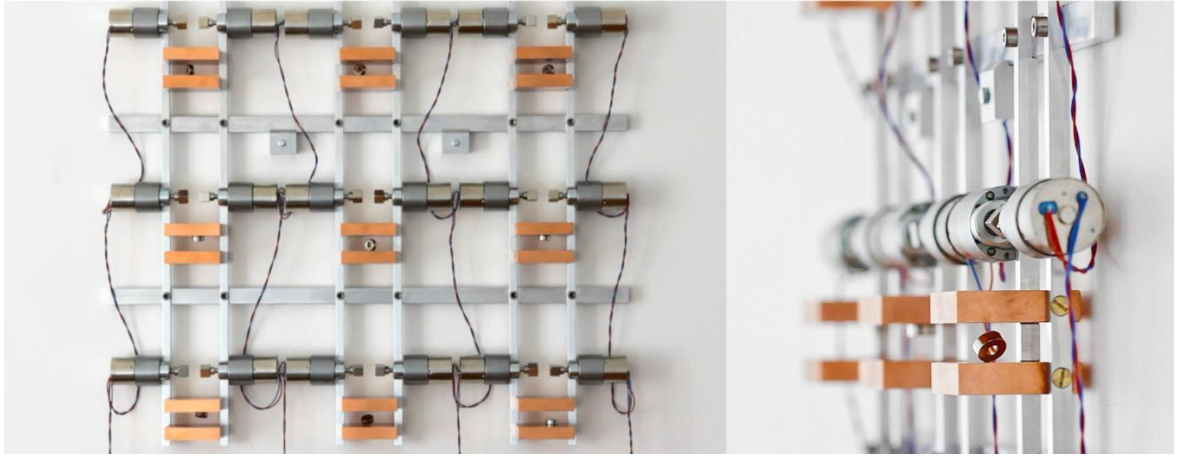
Serinin No. 68-79 adlı çalışmasında, karşılıklı olarak zıt kutupları birbirine bakacak şekilde konumlanmış iki neodimyum mıknatıs, güçlü manyetik alanlarıyla aralarındaki metal bilyeleri geçici olarak mıknatıslamakta ve bu bilyeler birbirlerine kenetlenerek iki mıknatıs arasında bir köprü kurmaktadır (Görsel 25). Motorlar mıknatısları zıt yönlerde döndürdükçe metal bilyeler spiral benzeri bir hareket oluşturmakta ve bu sırada manyetik alandaki konumlarını koruyabilmek için kendi içlerinde de sürekli yer değiştirerek görüntüyü canlı ve değişken kılmaktadır.



Görsel 25. Pe Lang, *Moving Objects*, No. 68-79. (Core77). <https://goo.su/JOYHr>

Serinin bir diğer çalışması olan No. 502-519 ise çiftler halinde toplam dokuz bakır bloğun bir ızgara oluşturacak biçimde braketlere monte edildiği bir düzendir (Görsel 26) (Mah,

2019). Her bakır blok çiftinin üzerinde, birbirine bakacak şekilde konumlandırılmış iki dişli motor bulunur; bu motorların uçlarında birer küçük neodimyum mıknatıs yer alır. Her bakır bloğun arasına birer küçük halka mıknatıs yerleştirilmiştir (Mah, 2019). Mıknatıslar dişli motorlar aracılığıyla eşit hızda ve zıt yönlerde döndükçe, yarattıkları değişken manyetik alan aşağıdaki bakır bloklar arasındaki bu halka mıknatısları bulundukları dar alan içerisinde hareket ettirir. Halka mıknatıslar sürekli olarak yukarı çıkarak, aşağı inerek, sağa ve sola dönerek yön değiştirmekte; bu hareketleriyle izleyiciye manyetik alanın devinimi doğrudan hissettirebilmektedir.



Görsel 26. Pe Lang. *Moving Objects No. 502-519*. 2011, (dişli motor, mıknatıslar / 660 × 540 mm). (YouTube / Pe Lang). <https://goo.su/26vEFeo> ; <https://goo.su/e01xN5d>

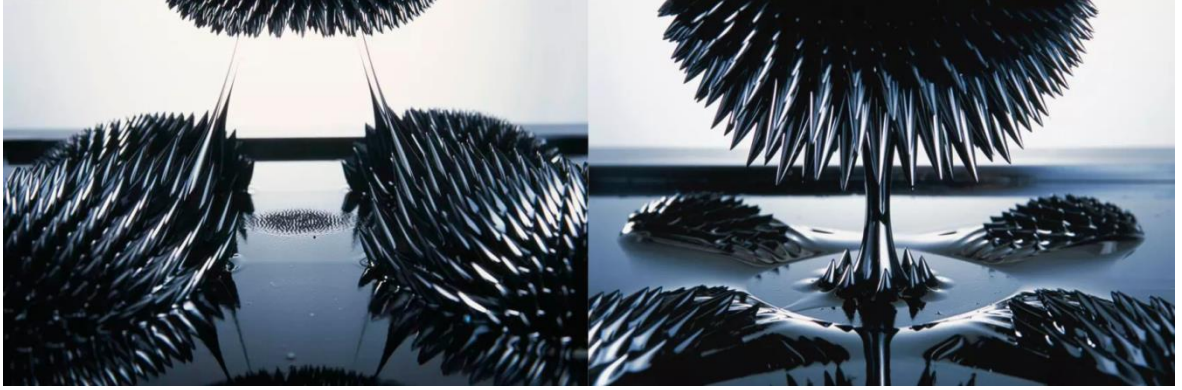
2.5. Sachiko Kodama

Japon sanatçı Sachiko Kodama, manyetik sıvı olarak da bilinen ferroakışkanın (ferrofluid) mıknatıslar karşısında sergilediği morfolojik dönüşümleri sanatının merkezine yerleştiren öncü bir isimdir. Sanatçının çalışmalarında kullandığı ferroakışkan malzeme, nano boyutta manyetik parçacıklarının yağ bazlı bir sıvı içinde kalıcı olarak dağıldığı koloidal bir süspansiyondur ve ilk kez 1960'larda NASA tarafından geliştirilmiştir (Rohrig, 2021). Güçlü bir mıknatısla karşılaştığında sıvı haldeyken dahi manyetik alan çizgileri boyunca dikensi formlar oluşturan bu malzeme, Kodama'nın sanatsal araştırmalarının temelini oluşturmuştur.

Sanatçının fizik altyapısı ile sanat eğitimini birleştiren disiplinlerarası bakış açısı, akademik geçmişiyle ilişkilidir. 1993 yılında Hokkaido Üniversitesi Fizik Bölümü'nden

mezun olduktan sonra rotasını sanata çeviren Kodama, Tsukuba Üniversitesi'nde yüksek lisans ve doktora programlarını tamamlayarak 2000 yılında sanat doktoru unvanını kazanmıştır (Artavita, 2025; Kodama, 2025a). Bu fizik ve sanat kesişimi, çalışmalarının temelini oluşturmuştur. Doktora sürecinde üç boyutlu bilgisayar grafikleri ve holografi üzerine çalışan Kodama, asıl ilgisinin ışığın gerçek üç boyutlu malzemelerle etkileşiminde olduğunu fark etmiştir. Holografinin bu etkileşimi tam olarak sunamadığını düşünen sanatçı, Minako Takeno'nun ferroakışkan üzerine çalışmalarından ilham alarak 2000 yılında Minako Takeno ile birlikte *Protrude, Flow* projesini başlatmıştır (Kodama, 2017).

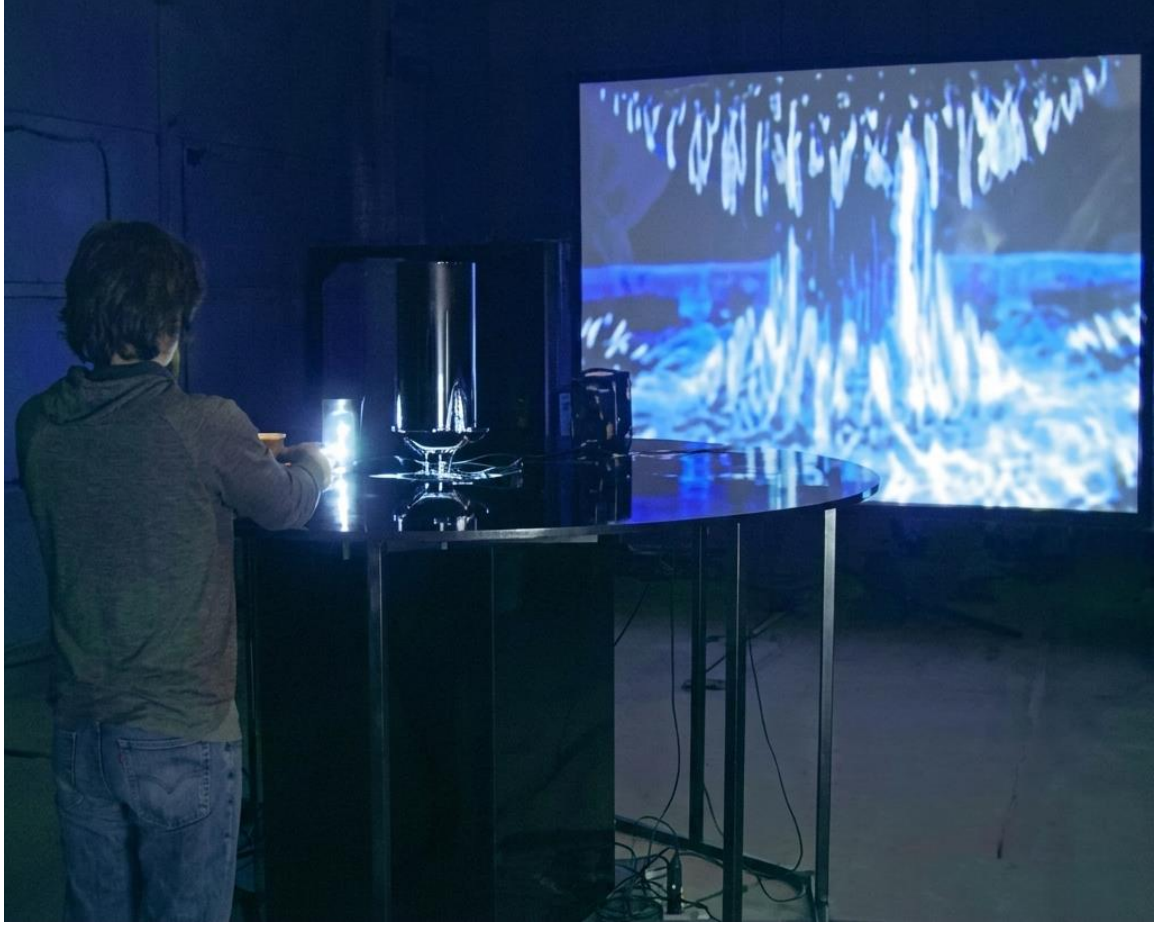
Kodama, ferroakışkan ile gerçekleştirdiği ilk interaktif sanat projesi olan *Protrude, Flow*'da, çevresel ses, ışık ve insan etkileşiminin yankılarını dinamik bir biçimde yansıtan, sürekli form değiştirebilen organik ve figüratif yapılar kurgulamayı amaçlamıştır. Projenin teknik altyapısı, hedeflenen dinamik sanat formlarının hayata geçirilmesine olanak tanıyacak bir sistemle tasarlanmıştır. Bu sistemde, çevresel verilerle senkronize çalışan bir bilgisayar yazılımı ve algılama teknolojisi kullanılmaktadır. Altı adet elektromıknatıstan oluşan düzeneğin yarattığı manyetik alan, bilgisayarlar aracılığıyla manipüle edilerek ferroakışkanın biçimsel dönüşümü ve hareket ritmi yönetilmektedir (Görsel 27) (Kodama, 2008, s. 80).



Görsel 27. Sachiko Kodama. *Protrude, Flow*. 2001, (41 x 27 cm). (Sachiko Kodama Official). <https://goo.su/5l4kBc>

Manyetik alanın bu hassas kontrolü, elektromıknatıstan geçen akımın değiştirilmesi yoluyla sağlanmakta, böylece ferroakışkandaki "sivri uçların" şekilleri ve hareketleri doğrudan kontrol edilebilmektedir (Kodama, 2017). Bu teknolojik altyapı sayesinde manyetik sıvı, çevresel bilgilere göre anlık olarak form değiştirerek organik şekiller üretmektedir (Kodama, 2008, s. 80).

Bu çevresel verilerin başlıca kaynağı ise bizzat izleyicinin kendisidir. Sergi salonunda tavandan sarkan bir mikrofon aracılığıyla algılanan ziyaretçi sesleri, ferroakışkanın şekillerini etkilemekte; bilgisayar, sesin genliğini elektromanyetik voltaja dönüştürerek manyetik alanın şiddetini belirlemekte ve bu dinamik hareketler bir dijital video kamera ile kaydedilip gerçek zamanlı olarak mekandaki büyük bir ekrana yansıtılmaktadır (Görsel 28) (Kodama, 2017; Kodama & Takeno, 2026). *Protrude, Flow*'un bu etkileşimli yapısı, izleyiciyi manyetik alanın ferroakışkan aracılığıyla görünür kılınması sürecinin aktif bir parçası haline getirmiştir.



Görsel 28. Sachiko Kodama & Minako Takeno. *Protrude, Flow*. 2001, (enstalasyon görüntüsü). (University of Electro-Communications). <https://goo.su/swcfM>

Süreç içinde bu düzenekte kullanılan elektromıknatısların izleyicinin görüşünü engellediğini fark eden sanatçı, bu sorunu aşmak için yontulmuş ve uzatılmış bir demir çekirdeğe sahip bir elektromıknatıs kullandığı “Ferroakışkan Heykel” (*Ferrofluid Sculpture*) tekniğini geliştirmiştir (Kodama, 2008, s. 80).

Kodama'nın, 2006 yılında başladığı *Morpho Tower* serisi, ferroakışkan heykel tekniğini uyguladığı ilk kapsamlı çalışmasıdır (Kodama, 2008, s. 81). Bu teknikte sanatçı, geleneksel bir elektromıknatısın içindeki demir çekirdeği dışarıya doğru uzatarak elektronik bir NC torna tezgahında sarmal bir kule formunda yontmuş, böylece manyetik alanı bobin içerisinden çıkararak heykelin dış yüzeyine aktarmıştır (Görsel 29) (Kodama, 2007; Kodama, 2008). Önceki sistemden farklı olarak burada manyetik alan, özel şekilli demir çekirdeğin yüzeyinde yönlendirilmekte ve benzer olarak bilgisayar aracılığıyla kontrol edilmektedir (Kodama, 2008, s. 81; Kodama, 2017).



Görsel 29. Sachiko Kodama. *Morpho Tower*. 2006, (ferroakışkan, demir, elektromıknatıs, reçine, cam ve kontrol ünitesi / 18 × 18 × 31 cm). (Sachiko Kodama Official). <https://goo.su/UeuI>

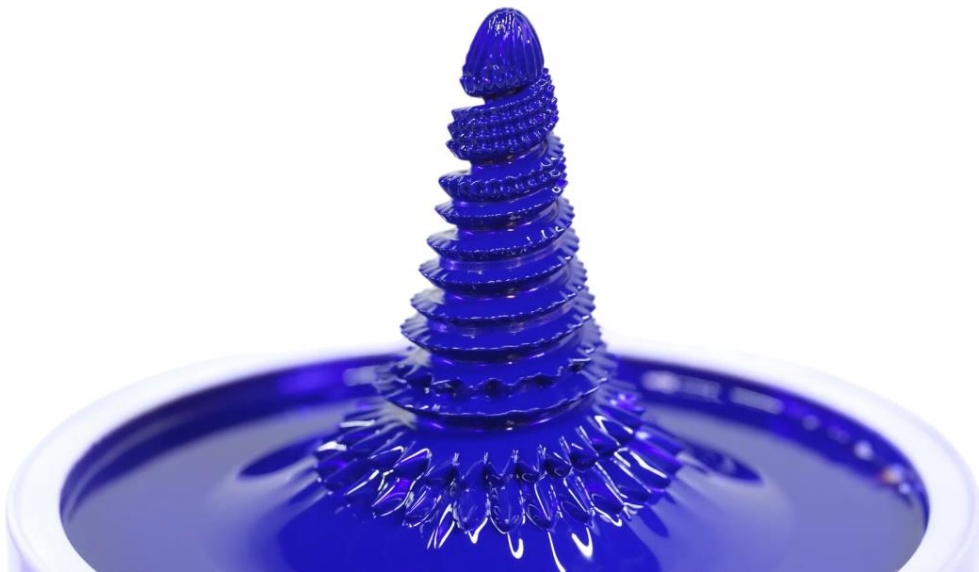
Elektromıknatısın gücü artırıldığında, alt plakadan doğan dikensi ferroakışkan, demir çekirdeğin spiral hatlarını takip ederek dairesel bir hareketle yukarı doğru tırmanmaktadır (Görsel 30) (Kodama, 2007). Manyetik alanın şiddetine bağlı olarak ferroakışkan yüzeyde eş zamanlı olarak büyümekte veya küçülmektedir; alan yeterli kuvvete ulaştığında kulenin zirvesine ulaşmakta ve burada fraktal benzeri karmaşık geometriler sergilemektedir

(Kodama, 2008, s. 81). Motor veya şaft gibi herhangi bir mekanik bileşene ihtiyaç duymayan bu sistem, yalnızca manyetik kuvvet ve yerçekimi dengesiyle sessiz ve pürüzsüz bir hareket kontrolü sunmaktadır (Kodama, 2007).



Görsel 30. Kodama, Sachiko. *Morpho Tower* serisinden bir çalışma. (Sachiko Kodama Official). <https://goo.su/QBWq>

Kodama, aynı çalışma prensibini iki sarmal demir gövdenin kullanıldığı *Morpho Towers: Two Standing Spirals* (2007) adlı çalışmasına da taşımış; ancak bu kez ferroakışkanın hareketini dijital müzik meta verileriyle senkronize ederek eserin görsel ritmini müziğin ritmiyle örtüştürmüştür (Kodama, 2007). Ayrıca sanatçı, siyah ferroakışkanın yanı sıra kırmızı, yeşil ve mavi floresan manyetik sıvılarla da çalışarak bu seriyi renk bakımından çeşitlendirmiştir (Görsel 31) (Say Who, 2021).

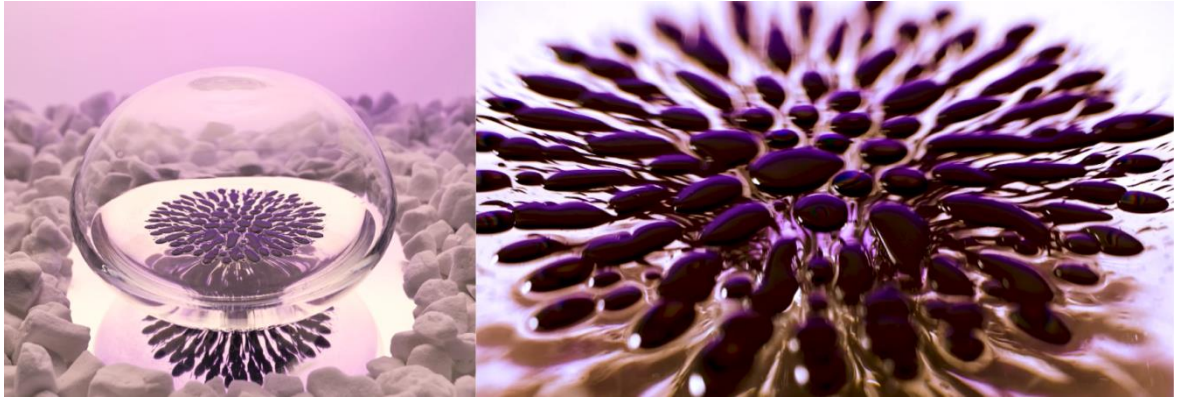


Görsel 31. Sachiko Kodama, *Morpho Tower* serisinden bir çalışma. (Say Who). <https://goo.su/6Xufh>

Kodama, elektromıknatıs ve ferroakışkanla çalışmalarını farklı ortamlarda da

sürdürmüştür. *Ribome* serisinde ferroakışkanı, içerisinde şeffaf yağ bazlı karışımın bulunduğu elips formundaki cam kapların içerisinde kullanmıştır (Görsel 32). Sanatçının bu kurgusunda, yaklaşık yarısı şeffaf yağ ile dolu olan kabın yüzeyinde yüzen ferroakışkan, tabandan yayılan ve yavaşça değişen manyetik alana göre form değiştirmektedir (Artjaws, 2025).

Rastgele bir düzende dizilen ferroakışkan noktalar birbirleriyle kaynaşarak tek bir büyük noktaya dönüşmekte, bazen de merkezden dışarıya doğru yayılan büyük bir taç yaprağı gibi hareket etmektedir (Artjaws, 2025). Bu seri, manyetik alanın akışkan bir malzemeyi başka bir sıvı ortamda dinamik ve plastik bir süreklilikle hareket ettirebileceğini göstermesi bakımından dikkat çekicidir.



Görsel 32. Sachiko Kodama. *Ribome* serisinden bir çalışma. (Ferroakışkan, cam, yağ, elektromıknatıs). (Say Who). <https://goo.su/Sxcsd4C>

2.6. Fabian Oefner

İsviçreli Fabian Oefner, Sachiko Kodama'nın ferroakışkan videolarından aldığı ilhamla (Fulleylove, 2012), pratiğine mıknatıs ve ferroakışkanı dahil eden bir sanatçıdır. Sanatçı, *Millefiori* olarak adlandırdığı serisinde, ferroakışkanın monokrom renkteki yaygın kullanımının dışına çıkarak suluboya katkısı kullanmış (Holmes, 2012) ve mıknatıs aracılığıyla manipüle edilen bu karışımdan çok renkli yüzey morfolojileri elde etmiştir. Oefner'in ifadesiyle bu seride elde ettiği yüzey morfolojileri, ferroakışkanın iki temel özelliğine dayanmaktadır. Bunlardan biri manyetik alan karşısındaki tepkiselliği diğeri yağ bazlı yapısından kaynaklanan su itici (hidrofobik) karakterdir (Oefner, 2013). Sanatçının Psychedelic Science başlıklı TED sunumunda uygulamalı olarak gösterdiği yöneme göre (Görsel 33) (Oefner, 2013), altında mıknatıs bulunan bir yüzeye ferroakışkan

aktarıldığında, bu malzeme manyetik alanın etkisiyle anında küçük dikensi formlar oluşturmaktadır. Ardından ferroakışkanın üzerine şırıngayla suluboya damlatılmakta, malzemenin hidrofobik karakteri, su bazlı boyayı belirli bölgelerden iterek bir devinim başlatmaktadır. Bu etkileşim, ferroakışkanın manyetik alandaki pozisyonunu koruma eğilimiyle birleşince boya katmanları arasında karmaşık ağlar ve kanallar meydana gelmektedir. Mıknatıs hareket ettirildikçe veya ortama farklı renklerde suluboya enjekte edildikçe bu yapılar sürekli olarak yeniden düzenlenmekte; daha karmaşık kanallar ve kapsüllenmiş renk cepleri oluşmaktadır.



Görsel 33. Fabian Oefner. *Millefiori*. (Ferroakışkan, suluboya ve mıknatısların etkileşim süreci). (Behance). <https://goo.su/svErAD>

Oefner, "tuhaf görünümlü yapılar" olarak tanımladığı (Cade, 2014) bu yüzey morfolojilerini ferroakışkanın doğası gereği muhafaza edememekte ancak fotoğraf veya eş zamanlı görüntüleme teknikleriyle sergileyebilmektedir (Görsel 34).



Görsel 34. Fabian Oefner. *Millefiori*. (Ferroakışkan, suluboya ve mıknatısların etkileşimi sonucu oluşan görüntüler). (Behance). <https://goo.su/FJN6pL>

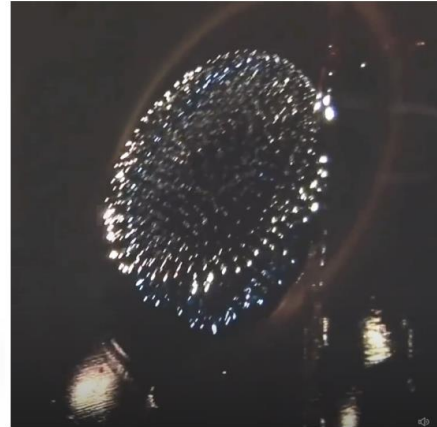
2.7. Eric Mesple

Amerikalı sanatçı Eric Mesple, bilgisayar bilimi ile sanatı birleştiren, izleyiciyle etkileşimi

önceleyen bir pratiğe sahiptir (Mesple, 2026a). Sanatçı, 11 yaşında demirciliğe başlamış ve 14 yaşında bir dökümhanede çalışarak kamusal heykeller üretmeye başlamıştır. Lisans eğitimini Rocky Mountain College of Art and Design'da Heykel alanında tamamlamış, 2011 yılında ise Kaliforniya Üniversitesi, Irvine'den Sanat, Bilgisayar Bilimi ve Mühendislik alanında yüksek lisans derecesi almıştır (Mesple, 2026a; Wired, 2020).

Mesple'nin pratiğinde mıknatıs, ferroakışkanı harekete geçiren ve izleyiciyle eser arasındaki etkileşimi kuran temel unsur olarak öne çıkmaktadır. Sanatçı, ferroakışkanla ilk kez yüksek lisans öğrencisiyken bilimsel bir makale aracılığıyla tanışmış ve bu malzemenin özelliklerini okudukça onu sanatında kullanma isteği duymuştur (Wired, 2020). Bu malzemeyle gerçekleştirdiği ilk proje olan *Machine: Affecting Effect*'te büyük bir kürenin içine güçlü bir mıknatıs yerleştirmiştir (Görsel 35).

Kaidenin içine yerleştirilmiş altı ultrasonik sensör, izleyicinin konumunu algılayarak bir Arduino mikrodenetleyiciye iletmede, mikrodenetleyici, sanatçının kendi yazdığı programla mıknatısı 360 derece döndürerek ve yukarı-aşağı hareket ettirerek izleyicinin bulunduğu tarafa yönlendirmektedir. Ferroakışkan ise mıknatısın konumuna bağlı olarak izleyicinin olduğu tarafa doğru kürenin yüzeyinde geometrik desenler oluşturacak biçimde hareket etmektedir. Bir başka izleyici daha yakına geldiğinde ise heykel önceki izleyiciye olan ilgisini kaybederek yeni izleyiciyi takip etmeye başlamaktadır (Mesple, 2026b).



Görsel 35. Eric Mesple. *Machine: Affecting Effect*. 2010, (Solda, eserin genel görünümü. Sağda, ferroakışkanın küre yüzeyindeki geometrik desenlerinin yakın görüntüsü). (Eric Mesple Official).

<https://goo.su/QssmKA>

Sanatçının bir diğer projesi olan *Ferroflection* serisi, binlerce elektromıknatıs ve özel yazılım kullanarak izleyicinin silüetini ferroakışkan üzerinde gerçek zamanlı olarak

yansıtmaktadır. Mesple bu eserin çıkış noktasını, çocuklukta oynanan ve el basıldığında şeklini alan iğneli oyuncaklara benzetmektedir (Wired, 2020). İlk olarak *Ferreflection Wall* adıyla dikey bir duvar olarak inşa edilen çalışma, ferroakışkanı yüzey boyunca dolaştıran pompaların sürekli arızalanması nedeniyle başarısız olmuş, sanatçı bu sorunu çözmek için tüm düzeneği yatay bir havuza dönüştürerek *Ferreflection Pool*'u üretmiştir (Görsel 36) (Wired, 2020; Barnes, 2017). Bu versiyonda, Mesple'nin her birini kendisinin ürettiği 320 elektromıknatıs, gerçek zamanlı video işleme ve mikroişlemcilerle bir araya getirilerek izleyicinin hareketli vücudunun yansıtıcı silüetleri oluşturulmaktadır (Mesple, 2026b; Mesple, 2026a). Sistem, eski bir Xbox aracılığıyla yakalanan görüntüyü bir mikrodenetleyiciye iletmede; mikrodenetleyici de sürücü kartlarına hangi elektromıknatısların açılıp kapanacağını bildirerek izleyicinin piksel benzeri bir temsiliyi üretmektedir (Wired, 2020; Mesple, 2026a).



Görsel 36. Eric Mesple. *Ferreflection Pool*. (Solda, izleyicinin ferroakışkan yüzeyinde oluşan silüeti. Sağda, elektromıknatısların ferroakışkan üzerinde oluşturduğu piksel benzeri desenlerin yakın çekimi). (Eric Mesple Official). <https://goo.su/dZ7k85>

Mesple, metal işçiliğini ferroakışkanla birleştirdiği mıknatıslı eserler de üretmiştir. Bunlardan biri olan 2016 tarihli *Killing Time* adlı çalışmasında, izleyici yaklaştığında bir sensör varlığını algılamakta ve heykelin ağzında konumlanan el yapımı elektromıknatısı tetikleyerek ferroakışkanı nefes alıp verir gibi ritmik hareketlerle alt taraftaki kap içerisinden çekip bırakmaktadır (Mesple, 2026b). Yaklaşık sekiz ayda tamamlanan bu eser için sanatçı, yaklaşık 450 kilogram kaldırabilecek güçte bir elektromıknatıs üretmiştir. Bu ölçekteki bir mıknatısta ısınma, manyetik alan verimliliğini düşürdüğü için özel bir soğutma sistemi geliştiren Mesple (Wired, 2020); malzeme seçimi, ölçek, çalışma süresi ve ferroakışkanın parlama noktası gibi teknik konuları da aynı anda çözmek zorunda kaldığını belirtmiştir (Barnes, 2017).



Görsel 37. Eric Mesple. *Killing Time*. (bronz, alüminyum, çelik, cam, elektromıknatıs, ferroakışkan, mikrodnetleyici ve sensörler / 198 × 84 × 84 cm). (Eric Mesple Official). <https://goo.su/obdUizz>

2.8. Ahmed Mater

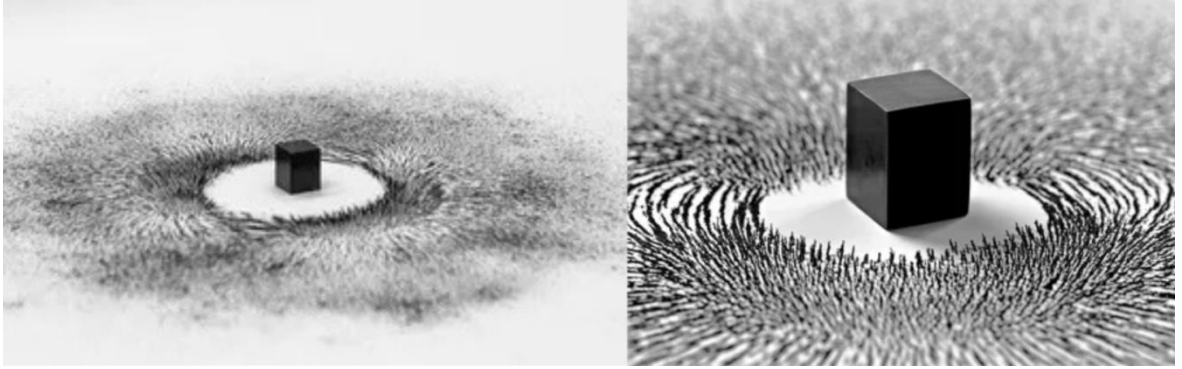
Suudi Arabistanlı sanatçı ve tıp doktoru Ahmed Mater, sanatını gelenek ile yenilik, miras ile küreselleşme gibi karşıtlıkların kesişim noktasında konumlandırmıştır (Mater, 2026a). Sanatçının ilk olarak 2009 Venedik Bienali'nde bir enstalasyon olarak sergilediği *Magnetism* serisinin ilk çalışması, (Christies, 2025) mıknatısın fiziksel çekim gücü ile manevi çekim arasında kurduğu paralellik bakımından özgün bir yaklaşım sunmuştur. Serinin çıkış noktası, sanatçının çocukluğunda dedelerinin kendisine anlattığı hac deneyimlerine dayanmaktadır. Dedeleri, Kabe'ye doğru hissettikleri çekimi "adeta manyetik bir çekim" olarak tarif etmiştir (Mater, 2026b). Bu imge, sanatçının zihninde kalıcı bir yer edinmiş ve çekim enerjisi ile onun manevi bağlantısı üzerine araştırmalarının temelini oluşturmuştur (Christies, 2025).

Mater, eserin kurgusu için ise çocukken okulda oynadığı bir oyundan ilham almıştır. Demir tozlarını bir masanın üzerine yayıp, alttan bir mıknatısla hareket ettirdiği ve demir tozlarını yürüten, koşan insanlar olarak hayal ettiği bu oyun (Christies, 2025), sanatçının elinde güçlü bir görsel metafora dönüşmüştür.

Mater, bu çocukluk anısından yola çıkarak oluşturduğu manyetik düzenekte, bir mıknatısın etrafına demir tozları yerleştirmiş ve alttan başka bir mıknatısla onları hareket ettirmiştir (Görsel 38). Sanatçının kendi ifadesiyle, "tek bir hareketle tüm tozlar çekilip ayağa

kalkmakta, tıpkı ortadaki tek bir nesneye doğru çekilen insanlar gibi durmaktadır" (Christies, 2025). Bu kompozisyonda ortadaki siyah küpün (mıknatısın) Mekke'yi ve Kabe'yi, demir tozlarının ise İslam'ın en kutsal mekanının görünmez çekimiyle bir araya gelen Müslümanları temsil ettiği söylenebilir.

Mater, *Magnetism* serisini "duygusal bir iş" olarak tanımlamakta ve bu serinin yalnızca fiziksel bir çekimin temsili olmadığını, aynı zamanda sevginin ruhani bir temsili olduğunu vurgulamaktadır (Christies, 2025).



Görsel 38. Ahmed Mater. *Magnetism*. 2009, (mıknatıs ve demir talaşı / 200 × 90 × 90 cm). (Ahmed Mater Official). <https://goo.su/zI28Z> ; <https://goo.su/GkawNZ>

2.9. Jolan van der Wiel

Hollandalı deneysel tasarımcı Jolan van der Wiel, 2011 yılında geliştirdiği yöntemle mıknatısı doğrudan bir form biçimlendirme aracı olarak kullanan öncü bir isimdir. Van der Wiel'in sanat pratiği, Gerrit Rietveld Akademisi'ndeki eğitimi sırasında şekillenmiştir (Treggiden, 2014). Sanatçı, 2011 tarihli *Nothing is Something* başlıklı mezuniyet projesinde, evrensel varlığına rağmen görünmez kalan fenomenleri keşfetme ve görselleştirme amacıyla yerçekimi fenomenine yönelmiş ve bu kuvveti kendi zıt gücü olan manyetik kuvvet ile manipüle ederek somutlaştırmaya çalışmıştır (Basulto, 2012; Van der Wiel, 2021). Bu iki kuvvetin birbiriyle girdiği fiziksel mücadele, sanatçı için başlı başına bir form oluşturma yöntemine dönüşmüş ve ilk kez *Gravity Stool* adlı çalışmasıyla uygulama alanı bulmuştur (Görsel 39). Söz konusu çalışmanın üretim sürecindeki temel prensip, akışkan bir malzemenin güçlü mıknatıslar aracılığıyla yerçekimine karşı koyarak boşlukta form kazanmasıdır. Van der Wiel (2021), bu yöntemle tasarım sürecindeki insan müdahalesini asgari düzeye indirerek nihai formun oluşumunu tamamen doğal kuvvetlerin

dinamik etkileşimine bıraktığını belirtmektedir.

Projenin başından itibaren, bir adım geri çekilip doğal fenomenin kendisinin nesnenin nihai şeklini belirlemesine izin vermeyi amaçladım. Doğal bir fenomeni işlevsel bir nesne yaratmak için nasıl kullanabiliriz? Biz insanlar için bir şey yaratmak için çevreyle nasıl birlikte çalışabiliriz? Tasarımcı olarak rolüm, nesnenin şekil alabileceği koşulları belirlemekten başka bir şey olmamalıydı (Van der Wiel, 2021).



Görsel 39. Jolan van der Wiel. *Gravity Stool*. 2012, (h. 25 cm, çap 32 cm). (MutualArt).
<https://goo.su/n8PqKHs>

Sürecin teknik altyapısı, sanatçı tarafından özel olarak tasarlanan ve *The Gravity Tool* olarak adlandırılan manyetik bir düzeneğe dayanmaktadır (Görsel 40). Bu düzene, elektriğe ihtiyaç duymayan, iki ağırlık vasıtasıyla dengelenen ve birkaç güçlü mıknatıstan oluşan bir sistemdir (Van der Wiel, 2021). Bu düzeneğin işleyişi, mıknatısların dikey eksenindeki hareketi üzerine kuruludur. Üretim başlamadan önce üstteki mıknatıslar malzemenin bulunduğu hazneye doğru indirilir ve manyetik kuvvete tepki vermesi için kısa bir süre beklenir (Chin, 2012). Ardından mıknatıslar yukarı çekilmeye başlandığında, yerçekimine direnç gösteren bir çekim kuvveti yaratarak malzemeyi de yukarı doğru çeker ve nihai formu belirleyen bir tür "görünmez kalıp" görevi görür (Chin, 2012; Van der Wiel, 2021). Van der Wiel (2021), bu sürecin her seferinde farklı sonuçlar verdiğini ve üretilen her nesnenin biricik olduğunu vurgulamaktadır.



Görsel 40. Jolan van der Wiel. Gravity Tool'da Gravity Stool'un şekillendirilme anı. (Designboom).
<https://goo.su/2uqHfm>

Söz konusu şekillendirme sürecinde kullanılan malzeme, van der Wiel'in *The Gravity Tool* düzeneği ile uyumlu çalışabilmesi için özel olarak geliştirdiği ferromanyetik özelliklere sahip bir kompozittir. Bu malzeme farklı plastik bileşenleriyle karıştırılmış demir tozlarından oluşmaktadır (Van der Wiel, 2021). Van der Wiel:

Manyetik sanat için gerekli malzemeler henüz mevcut olmadığı için, tabure benzeri bir nesne yapmanın mümkün olup olmadığını görmek için küçük ve büyük mıknatıslarla deneyler yaptım. Bu malzemelerin artık mevcut olduğunu söylemekten mutluluk duyuyorum (Van der Wiel, 2021).

Sanatçı piyasada bulunan sıvı poliüretanların kuruduklarında çok yuvarlak veya fazla kırılğan formlar oluşturması nedeniyle projenin başlangıç aşamasında yaklaşık iki ay süren bir araştırma süreciyle doğru malzeme karışımını optimize etmiş ve bu sayede hem karakteristik organik sivrilikleri koruyan hem de yapısal dayanıklılık sunan bir karışım elde etmiştir (Prime, 2014). Van der Wiel: “Piyasada birçok sıvı plastik var, ancak kurutulup gerildiğinde doğru formları oluşturamıyorlardı; bazılarının köşeleri çok yuvarlak, diğerleri ise çok keskin ve kırılğandı” (Prime, 2014).

Malzemenin bileşimindeki demir tozu oranı toplam karışımın %50'sinden fazlasını oluşturmakta, bu durum karışıma karakteristik koyu bir renk kazandırmaktadır (Van der Wiel, 2021). Sanatçı, bazen bu koyu metalik tona zıtlık oluşturması amacıyla karışıma kırmızı, yeşil veya mor renk pigmentleri ekleyerek tasarımcı müdahalesi ile doğal fenomen arasındaki farkı vurguladığını belirtmektedir (Görsel 41) (Van der Wiel, 2021). Manyetik alanın etkisiyle şekillenen bu kompozit malzeme, yaklaşık yarım saat içerisinde kürleşerek

(sertleşerek) kazandığı formu muhafaza eden kalıcı bir nesneye dönüşmektedir (Chin, 2012).



Görsel 41. Jolan van der Wiel. *Gravity Stool*. 2016, (demir, poliüretan, pigment / 29.5 × 34.4 × 32.3 cm). (National Gallery of Victoria). <https://goo.su/yaGCjJe>

Bu yenilikçi üretim yöntemi, tasarımcının *Gravity Stool* çalışmasıyla 2012 yılında Almanya'daki *imm cologne* ticaret fuarında genç tasarımcılar için düzenlenen [D3] Yarışması'nda birincilik ödülüne layık görülmesini sağlamıştır (Etherington, 2012). Elde edilen bu başarı, yöntemin farklı disiplinlere taşınmasına zemin hazırlamıştır.

Van der Wiel'in mıknatıslarla şekillendirme yöntemi, bu sürecin bir devamı olarak 2013 yılında moda tasarımcısı Iris van Herpen ile gerçekleştirilen iş birliği sayesinde giyilebilir formlara uyarlanmıştır. *Wilderness Embodied* ve *Magnetic Motion* koleksiyonları kapsamında geliştirilen elbiseler ve aksesuarlar, temelde *Gravity Stool* projesindeki mıknatısın çekme ve itme kuvvetlerine dayalı üretim prensibini sürdürmektedir (Görsel 42) (Chin, 2014; Madlener, 2013). Ancak yöntemin mobilyadan moda disiplinine evrilmesi, önemli teknik farklılıkları beraberinde getirmiştir. Van der Wiel, mobilya tasarımlarındaki sert yapılı poliüretan formların aksine, giyilebilir nesneler için çok daha detaylı ve esnek dokular oluşturmaya olanak tanıyan daha yumuşak bir malzeme kompozisyonu ile yeni bir teknik geliştirmiştir (Chin, 2014; Madlener, 2013). Bu süreç, mobilya tasarımına kıyasla daha yüksek düzeyde bir detay hassasiyeti, sabır ve farklı bir beceri seti gerektirmiştir (Madlener, 2013). Ortaya çıkan formlar, malzemenin manyetik alan etkisiyle adeta vücudun üzerinden dışarıya doğru organik bir biçimde filizlendiği illüzyonunu yaratmaktadır (Madlener, 2013).



Görsel 42. Iris van Herpen & Jolan van der Wiel. Ortak çalışmaları, (Solda, Wilderness Embodied koleksiyonundan *Magnetic Moon Dress*, 2013, sağda, Magnetic Motion koleksiyonundan bir ayakkabı). (Wikimedia Commons / Dezeen). <https://goo.su/epPUSm> ve <https://goo.su/CmzjezX>

Van der Wiel, malzeme ve yöntem üzerine araştırmalarını daha da ileri götürerek, mobilya ve giyilebilir çalışmalarında ortak olarak kullandığı poliüretan esaslı malzemeleri çeşitlendirmiş, yöntemini geleneksel bir malzeme olan seramik çamuruna da uyarlamıştır.

2.9.1. Jolan van der Wiel: Seramik Uygulamalar

Jolan van der Wiel, 2011 yılında poliüretan esaslı kompozitlerle çalıştığı mıknatıslarla şekillendirme yönteminin seramik disiplindeki uygulanabilirliğini araştırmak üzere Hollanda'daki Avrupa Seramik Çalışma Merkezi'nde (EKWC) bir konuk sanatçı programına katılmıştır (Hu, 2014; Treggiden, 2014). Yaptığı araştırmalar sonucunda seramik disiplinine özgü yeni kompozit bir malzeme formülasyonu geliştirmiştir (Hu, 2014; Prime, 2014). Van der Wiel: “Tamamen farklı yeteneklere sahip bir seramik ve bence onunla çalışmayı tercih ediyorum çünkü doğaya çok daha yakın bir şekilde yaratıyorum. Kuvvete daha yakın bir ilişki” (Prime, 2014).

Dragonstone olarak adlandırılan bu kompozit malzeme, krema kıvamında seramik çamur süspansiyonu (clay slip) ve demir tozu karışımından oluşmaktadır (Hu, 2014). Karışımındaki çamur ve metal katkı oranları ise Stinson'un (2014) belirttiğine göre %90 çamur (clay), %10 demir tozudur.

Dragonstone'un şekillendirme süreci, mıknatıslarla gerçekleştirildiği için *Gravity Stool* ile aynı temel prensibe dayanmakla birlikte, seramik çamurunun poliüretan malzemeye kıyasla çok daha yavaş sertleşmesi, uygulama yönteminde önemli bir farklılaşmayı zorunlu kılmıştır. Bu nedenle süreç, 3 boyutlu yazıcılardaki eklemeli imalat (*additive manufacturing*) teknolojilerine benzer bir mantıkla, malzemenin katmanlar halinde biriktirilmesi üzerine kuruludur (Gocha, 2015; Prime, 2014).

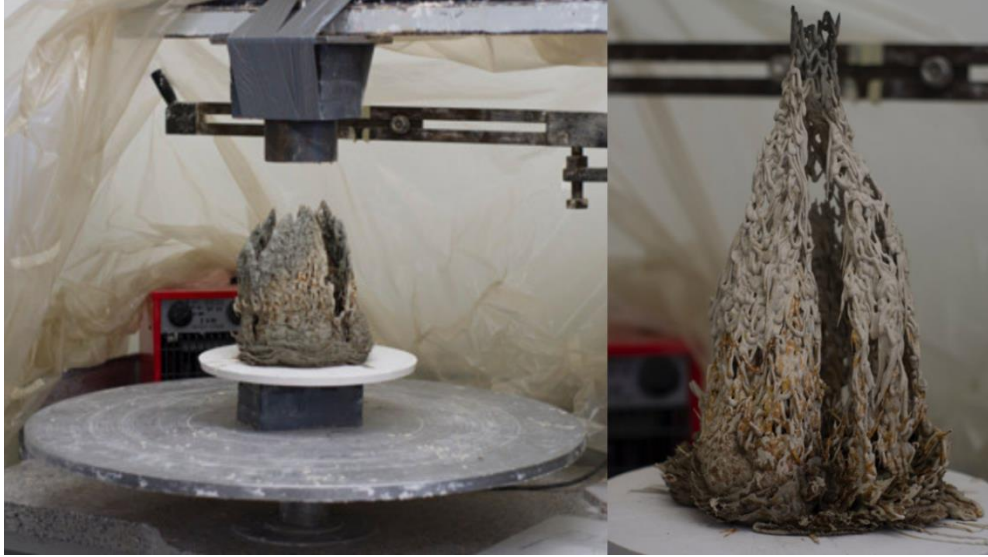
“Gravity Tool'da olduğu gibi tek bir kesintisiz hareket yerine, *Dragonstone*'un katmanlar halinde inşa edilmesi gerekiyor çünkü yeni seramiğin kürleşme süreci zaman alıyor ve mukavemet için tamamen kuruması gerekiyor” (Prime, 2014).

Kompozit karışım bir şırınga (Gocha, 2015) veya nozül aracılığıyla manyetik alan altındaki bir turnet (*rotating surface*) yüzeyine veya bir kalıp içine ekstrüze edilerek yavaşça uygulanmaktadır (Görsel 43) (Treggiden, 2014; Stinson, 2014).



Görsel 43. Jolan van der Wiel. *Dragonstone* üretim süreci, (kompozit malzemenin şırınga ile ekstrüzyon anı). (Dezeen / Core77). <https://goo.su/CyK9NU> ; <https://goo.su/NXuzUt>

Mıknatısların oluşturduğu manyetik kuvvet, bu kompozit malzemeyi yukarı doğru çekerek kuruyup sertleşene kadar havada asılı tutar; böylece herhangi bir kalıba ihtiyaç duymadan organik formların oluşmasına imkan tanır (Gocha, 2015; Treggiden, 2014). Bu çalışmalarıyla van der Wiel, ilk olarak poliüretan esaslı malzeme üzerinde uyguladığı mıknatıslarla şekillendirme yönteminin, seramik disiplinde de kullanılabileceğini göstermiştir (Görsel 44).



Görsel 44. Jolan van der Wiel. *Dragonstone*. (Dezeen). <https://goo.su/wScmk>

Bununla birlikte sanatçı, *Magnetism Meets Architecture* (Mimarlık Manyetizma ile Buluşuyor) projesiyle seramik disiplindeki bu araştırmalarını mimari bir boyuta taşımıştır (Treggiden, 2014). Sanatçıya göre seramik çamurunun manyetizma ile şekillendirilebilmesi, bu yöntemin çimento ve beton gibi malzemelerle büyük ölçekli inşaat ve mimarlık alanlarında da uygulanabileceğini göstermektedir (Gocha, 2015; Prime, 2014). Van der Wiel, mimarların yalnızca kaba şekli belirlediği, nihai formun ise doğal kuvvetler tarafından şekillendirildiği bir üretim sürecini hayal ederek, oluşturduğu formların geleceğin "ilk modelleri" olduğunu belirtmektedir (Görsel 45) (Hu, 2014; Treggiden, 2014).



Görsel 45. Jolan van der Wiel. *Magnetism Meets Architecture*. *Dragonstone* mimari modeller. (Dezeen). <https://goo.su/EQpcBzf>

Sanatçı aynı zamanda bu yöntemle klasik vazo formu seramikler de üretmiştir. Bu eserler 2019-2021 yılları arasında Hollanda'daki Princessehof Ulusal Seramik Müzesi'nde sergilenmiştir (Görsel 46) (Princessehof, 2026).



Görsel 46. Jolan van der Wiel. *Dragonstone*. (Princessehof National Museum of Ceramics).
<https://shortlink.uk/1qjBy>

Van der Wiel'in Gravity Stool ile başlayan ve seramik de dahil olmak üzere farklı disiplinlere yayılan pratiği, mıknaatısın sanatsal kullanımında formun bu doğal kuvvet aracılığıyla şekillendirilebildiği özgün bir yaklaşımı temsil etmesi bakımından dikkat çekicidir.

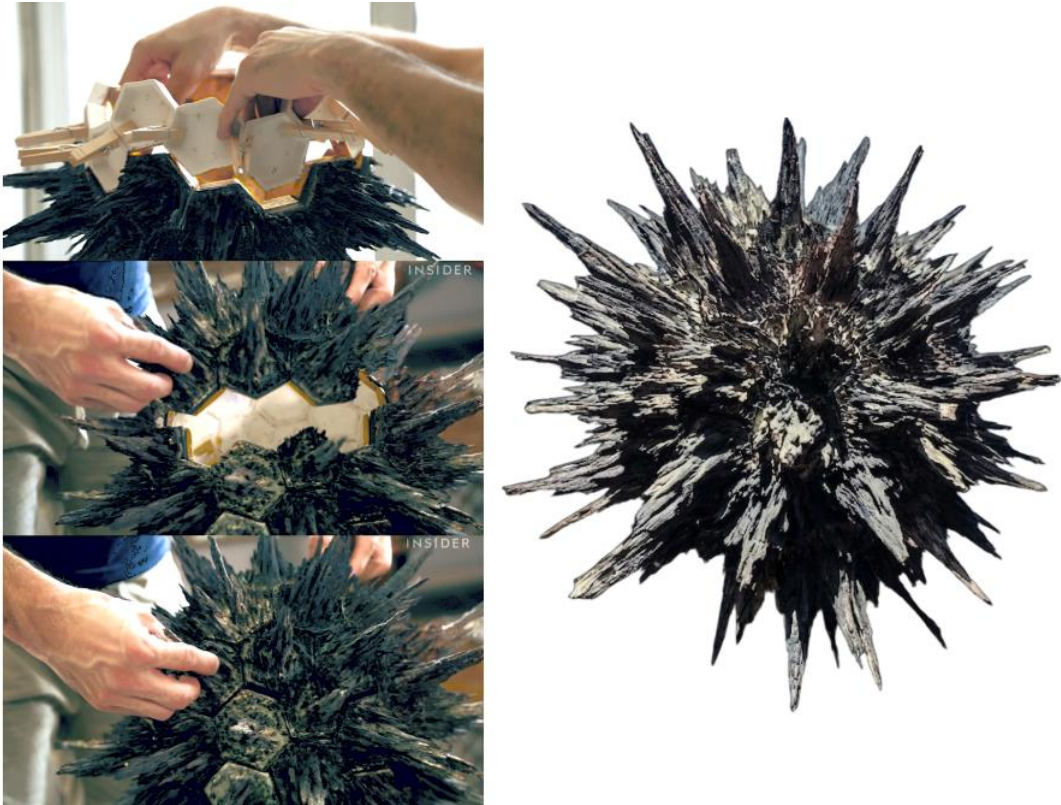
2.10. Sabri Ben-Achour

Mıknaatısı doğrudan bir şekillendirme aracı olarak kullanan bir diğer isim, Tunus asıllı Amerikalı seramik sanatçısı Sabri Ben-Achour'dur. Üst üste dizilmiş süper mıknaatıslar (*super magnets*) kullanarak demir tozu katkılı çamuru manyetik alan içinde şekillendirmekte (Raw & Refined, 2025); Van der Wiel'de olduğu gibi şırıngayla ekstrüze ederek formu oluşturmaktadır (Görsel 47). Sanatçı bu süreçte, bir yandan wabi-sabi felsefesinden beslenerek formun oluşumunu doğal kuvvetlere bırakmayı benimsediğini (Raw & Refined, 2025); diğer yandan ise forma sürekli müdahale ettiğini, çamuru “dürtüp, itip, yönlendirdiğini” belirtmektedir (Raw & Refined, 2025). Bu ikili tutumun, sanatçının doğanın işleyişine duyduğu hayranlık ile yaratım sürecindeki kontrol arzusu arasında salınan pratiğinin karakteristik bir yönüne işaret ettiği söylenebilir.



Görsel 47. Sabri Ben-Achour. Karışımın bir kalıp içine şırıngayla ekstrüze edilme anı. (YouTube).
<https://shortlink.uk/1vHyV>

Daha çok modüler bir üretim sistemiyle çalışan Ben-Achour, demir tozu katkılı çamuru tek tek kalıplar içine ekstrüze ederek geometrik parçalar halinde üretmekte ve bu parçaları bir araya getirerek sivri uzantılı küresel kompozisyonlar oluşturmaktadır (Görsel 48).



Görsel 48. Sabri Ben-Achour.. Modüler parçalar ve bitmiş eser, (YouTube). <https://shortlink.uk/1vHzf> ;
<https://shortlink.uk/1qjBK>

3.BÖLÜM: DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ YÖNTEM VE BULGULAR

Mıknatısla seramik şekillendirme tekniği henüz yaygınlaşmamış alternatif bir tekniktir. Literatürde bu teknikle ilgili sınırlı sayıda kaynak bulunmakta olup, mevcut yayınlar genellikle tekniğin iki öncü uygulayıcısı olan Jolan van der Wiel ve Sabri Ben-Achour'un çalışmalarını konu edinmektedir. Bu iki sanatçının kullandığı teknik, ferromanyetik bir malzeme olan demir tozunun çamur süspansiyonuna ilave edilmesiyle oluşan kompozit karışımın, mıknatısların manyetik kuvvetiyle şekillendirilmesi prensibine dayanmaktadır. Ancak bu temel prensibin ötesine geçildiğinde, tekniğin; elde edilecek formun morfolojik yapısı, mekanik direnci ve estetik karakteri üzerinde çeşitli sonuçlar doğurabilecek pek çok değişken barındırdığı görülmektedir. Ne var ki ilgili kaynaklarda, bu değişkenlerin sonuç üzerindeki etkilerine dair uygulamaya dönük, sistematik ve yeterli pratik veri bulunmamaktadır. Oysa bir seramik sanatçısının bu teknikle kontrollü uygulamalar yapabilmesi için değişkenlerin etkilerini ve birbirleriyle etkileşimlerini öngörebilmesi gerekmektedir. Literatürdeki bu eksikliğin giderilmesine katkı sağlamak ve tekniğin sunduğu biçimsel ve estetik olanakları keşfetmek amacıyla; kompozit karışımdaki demir tozu ve su oranı, farklı metal tozu ve çamur bünyesi türevleri, polimerik bağlayıcı katkıları ve mıknatıs konfigürasyonu gibi temel değişkenlerin biçimleniş üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik sistematik uygulamalar yürütülmüştür. Bu süreçte, on adet Y30 sınıfı ferrit mıknatıstan oluşan sabit bir düzenek yardımıyla bu parametrelerin form gelişimini nasıl yönlendirdiği incelenmiştir. Ardından manyetik alan etkisiyle oluşan formların yapısal bütünlüklerini koruma eğilimleri ve mekanik mukavemetleri, fırınlama süreci sonrasındaki fiziksel durumları üzerinden ampirik ve nitel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Son aşamada bu tekniğin öncüsü sayılan Jolan van der Wiel ve Sabri Ben-Achour'un yaklaşımlarından farklı olarak manyetik ile geleneksel şekillendirme yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla üretilen özgün seramik eserlere ve üretim sürecine yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan malzemeler, kurulan manyetik düzenek, izlenen yöntem ve elde edilen bulgular takip eden bölümlerde sırasıyla ayrıntılı olarak aktarılmıştır. Tüm bu sürecin ve benimsenen yöntemle üretilmiş seramik eserlerin başka sanatçı ve öğrencilere esin kaynağı olması amaçlanmıştır.

3.1. Uygulama Öncesi Hazırlık

3.1.1. Kullanılan Malzemeler

Kompozit karışımlarda, Refsan 756 (beyaz) ve Menemen (kırmızı) olmak üzere iki farklı düşük dereceli seramik çamuru kullanılmıştır. (Görsel 49). Her iki çamur da kullanımdan önce kurutulmuş, merdane-havan yardımıyla öğütülerek ve 100 mesh elekten geçirilerek toz haline getirilmiştir.



Görsel 49. Solda Refsan 756 (beyaz) seramik çamuru, sağda Menemen (kırmızı) çamuru. (Kişisel Arşiv).

Araştırmanın bütçe sınırları nedeniyle; yüksek saflıkta, tanımlı kimyasal bileşime ve tanecik boyutlarına sahip endüstriyel tozlar tedarik edilememiştir. Bunun yerine, maliyeti daha uygun ancak kimyasal bileşimleri, tanecik boyutları, geometrileri ve üretim yöntemleri tam olarak bilinmeyen ve partiler arası yapısal tutarlılıkları sınırlı tozlar tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, üç farklı yerel tedarikçiden dört farklı demir tozu örneği satın alınmış ve süreç içinde A, A2, B ve C olarak kodlanmıştır (Görsel 50). Partiler arası farklılardan kaynaklanacak iç tutarsızlığı önlemek amacıyla tüm uygulamalar her bir demir tozu varyasyonunun aynı partisinden alınan örnekleriyle yürütülmüştür.



Görsel 50. Soldan sağa A demir tozu, A2 demir tozu, B demir tozu ve C demir tozu. (Kişisel Arşiv).

Çalışmanın temel uygulama malzemesi olan A ve onun öğütülerek inceltilmiş versiyonu olan A2 demir tozları Arısoy firmasından temin edilmiştir. Satıcı beyanına göre tozların tanecik boyutları A demir tozunda 10–15, A2 demir tozunda ise 5–10 mikron aralığındadır. Uygulamada kullanılan tüm tozlar arasında yalnızca bu örneğin kimyasal analizine ulaşılabilmektedir (Görsel 51).

Certificate of Verification			
XL2-61244			
Reading No	2957		
Mode	General Metals		
Time	2019-03-18 14:24		
Duration	16.86		
Units	%		
Sigma Value	2		
Sequence	Final		
Flags			
SAMPLE			
HEAT			
LOT			
BATCH			
MISC			
NOTE			
	%	+/-	Error
Sb	<LOD	:	0.016
Sn	<LOD	:	0.014
Pd	<LOD	:	0.005
Ag	<LOD	:	0.020
Ru	<LOD	:	0.013
Mo	<LOD	:	0.037
Nb	<LOD	:	0.026
Zr	<LOD	:	0.011
Bi	<LOD	:	0.010
Pb	0.058	+/-	0.015
Se	<LOD	:	0.007
W	<LOD	:	0.062
Zn	0.065	+/-	0.022
Cu	0.547	+/-	0.059
Ni	<LOD	:	0.069
Co	<LOD	:	0.216
Fe	97.038	+/-	0.506
Mn	0.856	+/-	0.068
Cr	0.085	+/-	0.023
V	<LOD	:	0.045
Ti	0.296	+/-	0.058
Al	<LOD	:	0.701
S	0.123	+/-	0.023
P	0.095	+/-	0.046
Si	0.479	+/-	0.091
13g	<LOD	:	0.750

Görsel 51. A ve A2 Demir Tozu'nun ortak kimyasal analizi.

B demir tozu WeChem firmasından satın alınmış ve satıcı tarafından tanecik boyutunun 10 mikron olduğu beyan edilmiştir. Yıltaş Madencilik'ten temin edilen C demir tozunun ise satıcı tarafından “demir cürufu” olduğu aktarılmış ancak tanecik boyutuna dair bir veri paylaşılmamıştır. Her iki malzeme için firmalardan üretim yöntemi ve kimyasal analiz raporu talep edilmiş fakat geri dönüş alınamamıştır. Bununla birlikte, tozlar kendi içlerinde görsel ve dokunsal olarak kıyaslandığında tanecik boyutlarının, iriden inceye doğru B > A > A2 > C şeklinde olduğu gözlemlenmiştir.

Süreçte iki farklı polimerik bağlayıcı kullanılmıştır. İlki ADL Seramik firmasından ADL053 kodlu su bazlı medyum, ikincisi ise yine aynı firmadan temin edilmiş toz

CMC'dir (Karboksimetil Selüloz). ADL053 kodlu medyum, satın alınan firmanın katalog verilerinde; etilen oksit ve doğal rezin derivatifleri içeren, 100 cPs viskoziteye (Brookfield) ve yaklaşık 1035 gr/litre yoğunluğa sahip, pH 8 değerinde, adezyonu çok kuvvetli renksiz bir sıvı olarak tanımlanmaktadır (Çini Seramik Boyaları, t.y.). Sır olarak ise Refsan firmasının 1001 kodlu transparan seramik sıırı tercih edilmiştir.

3.1.2. Uygulama Düzenegi ve Sabitler

Tüm uygulamalar, tez kapsamında tasarlanıp ahşaptan üretilen sabit bir düzenek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu düzenekte, neodimyum gibi alternatiflerine kıyasla ekonomik ve yaygın bulunabilirliği nedeniyle tercih edilen 15 x 10 x 2 cm ölçülerinde Y30 sınıfı toplam 10 adet ferit mıknatıs kullanılmıştır. Satıcıdan temin edilen mıknatısların kutup yönleri üzerlerinde belirtilmediğinden, bir pusula yardımıyla N ve S kutupları belirlenmiş ve her bir mıknatısın ilgili kutbu işaretlenmiştir (Görsel 51). Aksi belirtilmediği sürece mıknatıslar, her biri kendi içinde zıt kutuplar üst üste dizilecek şekilde beşerli iki gruba ayrılmış, bu gruplar düzenegin alt haznesi içine ve tavan rafı üzerine, zıt kutuplar birbirine bakacak şekilde paralel olarak yerleştirilmiştir. Mıknatıs grupları arası mesafe tüm uygulama sürecinde 22 cm aralığında tutulmuştur.



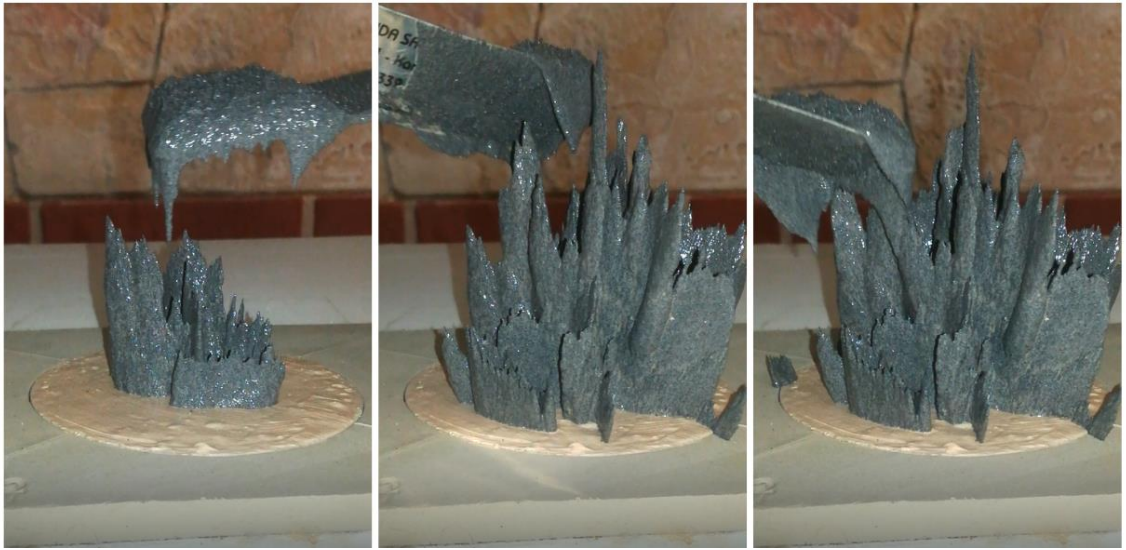
Görsel 52. Solda mıknatıs kutuplarının pusula yardımıyla belirlenmesi, sağda mıknatısların zıt kutuplar halinde düzeneğe yerleştirilmiş hali. (Kişisel Arşiv).

Gözlemlerin karşılaştırılabilir olması için her uygulamada toplam kuru karışım (çamur tozu + demir tozu) 100 gram olarak hazırlanmış ve tüm karışımlar aynı boyutlarda deri sertliği

kıvamındaki çamur plakası üzerine uygulanmıştır. Uygulama öncesinde tutarlılığı sağlamak adına plakaya bir şablon ile 8 cm çapında dairesel bir çalışma sınırı çizilmiş, karışımların plaka yüzeyine tutunmasını sağlamak amacıyla bu alan uygulama öncesinde tırtıklanarak pürüzlendirilmiş ve balçık kıvamlı çamur süspansiyonu sürülmüştür (Görsel 52). Karışımlar, her seferinde bu sınırın içine doğru alüminyum bir spatula ile kademeli olarak eklenmiştir (Görsel 53).



Görsel 53. Karışımların uygulanacağı çamur plakasının hazırlanış aşaması. (Kişisel Arşiv).



Görsel 54. Karışımın düzener üzerine yerleştirilmiş plakaya spatula ile kademeli olarak eklenme aşaması. (Kişisel Arşiv).

3.2. Uygulama Süreci ve Bulgular

Bu bölümde yer alan tüm ampirik uygulamalarda; sisteme dahil edilen değişkenlerin, kompozit karışımların manyetik şekillenme davranışları, oluşan formların morfolojileri, yüzey nitelikleri ve mekanik kuru dirençleri üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Süreç hem nicel hem nitel veriler içermektedir. Çamur tozu, demir tozu, su ve bağlayıcı katkı oranları uygulama sürecinin nicel parametreleridir. Buna karşın kompozit bünyenin reolojisi, oluşan formların morfolojisi, kuruma çatlakları, oksitlenme eğilimleri, renk dönüşümleri ve mekanik kuru dirençleri vb. doğrudan gözleme dayalı nitel olgulardır. Formlar seramik pratiğine dayalı ampirik dokunma deneyimi ve karşılaştırmalı gözlemler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Dolayısıyla gözleme dayalı bu nitel değerlendirmeler mutlak bir değer taşımamakta olup, yalnızca bu araştırma kapsamındaki numunelerin birbirlerine kıyasla sergilediği görelî davranışları ortaya koymaktadır.

3.2.1. Demir Tozu Oranının Etkisi

Mıknatısla şekillendirme pratiğinin ilk aşamasını oluşturan bu uygulamada; seramik bünyeye ilave edilen demir tozu miktarının, malzemenin manyetik alana verdiği şekillenme tepkisini, nihai formun morfolojisini, yüzey niteliklerini ve kuruma/pişme sonrasındaki mekanik direncini nasıl etkilediğini incelemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda; her demir tozu oranında manyetik bir tepki alınıp alınamayacağını test etmek ve değişkenlerin doğrusal etkilerini gözlemleyebilmek adına, sistematik gradyan (kademeli artış) modeliyle %25, %50 ve %75'lik belirleyici oranlar seçilmiştir. Bu doğrultuda, farklı demir tozu oranlarına sahip üç temel kuru karışım reçetesi hazırlanmış ve her biri farklı bir formülasyonu temsil edecek şekilde A, B, C olarak kodlanmıştır:

- A Reçetesi: %25 demir tozu ve %75 çamur tozu
- B Reçetesi: %50 demir tozu ve %50 çamur tozu
- C Reçetesi: %75 demir tozu ve %25 çamur tozu

Çalışma kapsamındaki tüm uygulamalarda ilave edilecek su oranlarında, demir tozu ve çamur tozunun toplam kuru ağırlığı baz alınmıştır. Demir tozu oranındaki değişimin bünye üzerindeki etkilerini ilk aşamada net bir şekilde gözlemleyebilmek ve bir referans noktası oluşturmak adına, su miktarı tüm karışımlarda sabit tutulmuştur. Bu doğrultuda, toplam

kuru ağırlığı 100 gram olan reçetelerin her birine, kuru ağırlığın %50'sine karşılık gelen 50 ml su eklenerek sırasıyla A50-A, B50-A ve C50-A kodlu numuneler elde edilmiştir (Tablo 1). Bu kodlama sisteminde; ilk harf kuru reçete formülasyonunu, ortadaki sayı eklenen su yüzdesini, sondaki harf ise kullanılan demir tozu çeşidini temsil etmektedir.

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı ve Çeşidi	Demir Tozu Oranı ve Çeşidi	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
A50-A	%75 (Refsan 756)	%25 (A)	%50	-
B50-A	%50 (Refsan 756)	%50 (A)	%50	-
C50-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%50	-

Tablo 1. Demir tozu oranının etkisi. Su oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 55. Soldan sağa doğru A50-A, B50-A ve C50-A numunelerinin pişirim öncesi görünimleri. (Kişisel Arşiv).

Demir tozu oranı değiştikçe, kompozit karışımın hem kıvamında hem de manyetik alan altındaki şekillenme davranışında belirgin farklılıklar ortaya çıkmış; buna bağlı olarak oluşan sivri uzantıların sayısında, inceliğinde, yüzeydeki oksitlenmede ve mekanik kuru dirençte doğrudan değişimler gözlenmiştir. Demir oranının en düşük olduğu A50-A karışımı %50 su ile yoğun/koyu bir kıvamda kalmış ve manyetik alana karşı herhangi bir hareket veya şekil değişimi sergilememiştir. Buna karşılık aynı su oranında, B50-A karışımı krema kıvamına, demir oranı en yüksek olan C50-A karışımı ise akışkan bir

kıvama ulaşarak belirgin şekillenme davranışları ortaya koymuştur. Bu karışımlar, şekillenme sırasında manyetik kuvvetin etkisiyle yüzeyden dik olarak yükselen, ucu sivri uzantılar oluşturmuştur. Bu uzantılar; manyetik alan çizgileri boyunca hizalanan demir taneciklerinin, çamur süspansiyonunu da beraberinde sürükleyerek dikey yönde tırmanmasıyla meydana gelmiş ve kuruma tamamlandığında kalıcı olarak formunu korumuştur. Karışımındaki demir oranı arttıkça bu sivri uzantılar daha ince, yoğun ve belirgin bir yapı kazanmış; buna paralel olarak, artan metal miktarına bağlı olarak yüzeydeki oksitlenme (paslanma) eğilimi de giderek artmıştır.

Öte yandan, demir oranı arttıkça karışımda bağlayıcı görevi üstlenen çamur oranının azalması, kompozit bünyenin A50-A numunesinden C50-A numunesine doğru giderek daha kırılğan hale gelmesine ve kuru direncin belirgin biçimde düşmesine yol açmıştır. Bu sonuçlar, demir tozu oranının şekillenme tepkisi üzerinde temel belirleyici olduğunu; her oranın aynı morfolojik etki ve direnci sağlamayacağını açıkça ortaya koymuştur. Bununla birlikte, aynı su miktarının her karışımda tamamen farklı bir kıvam ve yüzey karakteri yaratması; su oranının da en az demir oranı kadar hassasiyetle dikkate alınması gereken kritik bir değişken olduğunu göstermiştir.

3.2.2. Su Oranının Etkisi

Uygulamalar, daha önce tanımlanan A, B ve C temel reçeteleri üzerinde yürütülmüştür. Referans olarak belirlenen %50 su oranı temel alınarak, bu değerin altında (%25) ve üstünde (%75) birer değer belirlenmiştir. Üst değer olan %75 su oranı A, B ve C reçetelerinin tümünde uygulanabilmiştir (A75-A, B75-A, C75-A). Buna karşılık, alt değer olarak belirlenen %25 su oranı B ve C reçeteleri için yeterli gelmemiş; karışımın spatula ile uygulama yapılamayacak kadar katı/toz halde kalmasına neden olmuştur. Bu nedenle, çalışılabilir kıvama ulaşana kadar karışımlara kademeli olarak su eklenmiş; bu doğrultuda B reçetesi %40 su oranında (B40-A), C reçetesi ise %35 su oranında (C35-A) uygulanabilir kıvama ulaşmıştır. A reçetesi ise %50 su oranında dahi son derece katı bir yapı sergilediğinden, bu değerin altındaki su oranları bu reçetede test edilmemiştir (Tablo 2).

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı ve Çeşidi	Demir Tozu Oranı ve Çeşidi	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
A50-A	%75 (Refsan 756)	%25 (A)	%50	-
A75-A	%75 (Refsan 756)	%25 (A)	%75	-
B40-A	%50 (Refsan 756)	%50 (A)	%40	-
B50-A	%50 (Refsan 756)	%50 (A)	%50	-
B75-A	%50 (Refsan 756)	%50 (A)	%75	-
C35-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	-
C50-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%50	-
C75-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%75	-

Tablo 2. Su oranının etkisi. Su oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 56. Soldan sağa doğru A50-A ve A75-A numunelerinin pişirim öncesi görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 57. Soldan sağa doğru B40-A, B50-A ve B75-A numunelerinin pişirim öncesi görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 58. Soldan sağa doğru C35-A, C50-A ve C75-A numunelerinin pişirim öncesi görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Öncelikle A reçetesinin %75 su içeren varyasyonu olan A75-A karışımı, bu suyla krema kıvamına ulaşmasına rağmen manyetik alana tepki verip kayda değer bir dik şekillenme sergilememiştir. Bu sonuç, A reçetesindeki %25 demir oranının, karışımı harekete geçirip şekillendirmek için yeterli olmadığını ortaya koymuştur.

B ve C reçetelerinde ise kompozit karışımların su oranları değiştirildikçe; aynı kuru bileşime sahip olsalar bile form morfolojilerinin, yüzey niteliklerinin ve mekanik kuru dirençlerinin doğrudan farklılaştığı gözlemlenmiştir. Örneğin %75 oranında su içeren B75-A ve C75-A karışımları, aşırı akışkan bir kıvama gelmiş ve bu durum karışımın plaka üzerinde daha geniş bir alana yayılmasına yol açmıştır. Buna bağlı olarak oluşan sivri uzantılar küçülmüş, sayıca artmış ve daha ince yapıları bir morfoloji kazanmıştır. Bu yüksek su miktarı, karışımdaki bileşenlerin birbiriyle bağını zayıflatarak katı-sıvı faz ayrışmasına (segregasyon) ve demir taneciklerinin manyetik çekim sırasında karşılaştığı iç direncin azalmasına sebep olmuştur. Bu durum bir yandan sivri uzantıların tepe noktalarında demir oranı bakımından zengin, buna karşılık çamurca fakir, kırılgan bir yapı oluşmasına; diğer yandan manyetik alan çizgileri boyunca hizalanan demir taneciklerinin dikey yönde tırmanırken, karışımdaki suyun bir kısmının demir fazından ayrılarak plaka yüzeyine birikmesine yol açmıştır. Demir fazından ayrılan bu serbest su, deri sertliğindeki alt plakaya lokal olarak yoğun ve dengesiz bir nem nüfuzuna neden olarak plakada ani çatlamaları da tetiklemiştir. Bu yüksek su miktarı yalnızca plakaların değil, kuruma esnasında yoğun hacimsel küçülmeye bağlı olarak formların da çatlamasına yol açmış, aynı zamanda yüzeydeki oksit lekelerini de artırmıştır.

Su oranlarının azaltıldığı karışımlarda ise tam tersi bir reolojik ve morfolojik eğilim gözlemlenmiştir. Örneğin %40 su içeren B40-A ve %35 su içeren C35-A karışımlarının

nispeten yoğun ve koyu kıvamı, demir taneciklerinin karışım içinde mıknatısa doğru rahatça hareket edip sivrileşmesine karşı daha yüksek bir fiziksel iç direnç oluşturmuş, böylece daha fazla su içeren karışımlara kıyasla daha kalın yapılı ve daha az sayıda sivri uzantı meydana gelmiştir. Bu fiziksel karakter, koyu kıvamlı karışımların aynı zamanda üst üste yığılma yoluyla daha yüksek dikey profilli formlar oluşturmaya da elverişli olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak; mıknatısla şekillendirme pratiğinde demir-çamur kompozitlerindeki su oranı, sadece karışımın kıvamını belirleyen bir değişken değil; formda elde edilmek istenen uzantıların sıklığını, kalınlığını, dikey yönde tırmanma sınırlarını ve mekanik direncini doğrudan belirleyen temel bir tasarım unsurudur.

3.2.3. Farklı Demir Tozlarının Etkisi

Karışımlarda farklı demir tozları kullanımının manyetik şekillendirme sürecini ve oluşacak formları nasıl etkilediğini gözlemlemek amacıyla; A, B ve C demir tozları birbiriyle kıyaslanmıştır. Bu tozlarla hazırlanan karışımların kıvam farklılıklarının manyetik şekillenme davranışını doğrudan etkileyebileceği ve karşılaştırma verilerini yanıltabileceği öngörüldüğünden; uygulama sürecinde su oranı yerine “fiziksel kıvam” (çalışma kıvamı) baz alınmış ve her bir karışım benzer akışkanlık değerlerini sağlayacak şekilde dengelenmiştir. Buna göre; A demir tozu %35, B demir tozu %30, C demir tozu ise %50 su oranı ile benzer bir çalışma kıvamına ulaşmıştır (Tablo 3). Böylece kıvam kaynaklı değişkenler elimine edilerek, şekillenme sırasındaki farklılıkların doğrudan incelenen demir tozlarının kendi karakteristiğine bağlı olarak gözlemlenmesi sağlanmıştır.

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı ve Çeşidi	Demir Tozu Oranı ve Çeşidi	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
C35-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	-
C30-B	%25 (Refsan 756)	%75 (B)	%30	-
C50-C	%25 (Refsan 756)	%75 (C)	%50	-

Tablo 3. Farklı demir tozlarının etkisi. Su oranlarında, çamur ve demir tozunun toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 59. Soldan sağa doğru C35-A, C30-B ve C50-C numunelerinin pişirim öncesi görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Piyasada genel bir adlandırmayla “demir tozu” olarak satılan her hammaddenin, manyetik şekillendirme pratiğinde standart bir etki oluşturmadığı gözlemlenmiş; demir tozu tercihinin sürecin çıktılarını doğrudan belirleyen bir tasarım parametresi olduğu anlaşılmıştır. Uygulama sürecinde kullanılan her bir demir tozu, oluşan formun morfolojisini, yüzey niteliğini ve mekanik direncini farklı bir şekilde etkilemiş ve değiştirmiştir. Örneğin B tozu, diğerlerine kıyasla formda daha yüksek profilli ve ince uzantılı bir morfoloji oluştururken; C tozu şekillendirme esnasında spatuladan plakaya ani ve şiddetli bir geçiş reaksiyonu sergilemiş; karışımın kontrollü aktarımını zorlaştırarak daha dağınık yığılmalardan oluşan bir form karakterinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. B ve A tozları yüzeyde lokal oksit lekeleri oluştururken, C tozu oksitlenme oluşturmamış, forma monokrom, antrasit bir renk ve daha pürüzsüz bir doku kazandırarak farklı bir görsel sonuç doğurmuştur. B ve C tozları nispeten daha iyi bir mekanik direnç sağlarken, A demir tozu, B ve C tozlarına kıyasla formun daha hassas, kırılgan ve kolayca dağılan bir yapıda olmasına yol açmıştır.

Tozların standart bir sonuç oluşturmaması, manyetik şekillendirme pratiğinde ve sanatçının müdahale alanında bir çeşitlilik olarak değerlendirilmiştir. Ancak bu çeşitlilik beraberinde önemli bir teknik risk ve tutarsızlık potansiyeli de taşımaktadır. Üretim yöntemi ve kimyasal bileşimi bilinmeyen demir tozlarındaki bu standart dışılık; formun manyetik duyarlılığında, görsel niteliklerinde ve mekanik direncinde öngörülemez sapmalara yol açarak sanatsal uygulamanın tekrarlanabilirliğini ve oluşturulacak formların yapısal bütünlüğünün korunmasını zorlaştırmaktadır. Bu durum, sanatçının her yeni hammadde tedarikinde süreci yeniden deneyimlemesini zorunlu kılacak; beklenmeyen yapısal

başarısızlıklar nedeniyle zaman ve emek kayıplarına zemin hazırlayacaktır. Bu nedenle, manyetik şekillendirme pratiğinde potansiyel estetik zenginlikler hedeflenirken, demir tozlarının bu öngörülemez karakteri daima göz önünde bulundurulmalı; daha tutarlı sonuçlar elde edebilmek adına ise teknik dokümantasyon ve standardizasyon sağlayabilen kurumsal tedarikçiler değerlendirilmelidir.

3.2.4. Demir Tozunun Tanecik Boyutunun Etkisi

Bir önceki bölümde A demir tozunun, B ve C tozlarına kıyasla formun mekanik direncini düşürdüğü; daha hassas, kırılğan ve kolayca dağılan bir yapıya yol açtığı tespit edilmişti. Bu yapısal hassasiyeti aşmak ve aynı hammadde türünün daha ince taneli varyasyonu ile mekanik direncin iyileştirilip iyileştirilemeyeceğini incelemek adına; A demir tozu ile bu tozun mekanik olarak öğütülerek küçültmüştür varyasyonu olan A2 demir tozu kıyaslanmıştır. Her iki tozla hazırlanan karışımların kıvam farklılıklarının manyetik şekillenme davranışını doğrudan etkileyebileceği ve karşılaştırma verilerini yanıltabileceği öngörüldüğünden; deneysel süreçte su oranı yerine “fiziksel kıvam” (çalışma kıvamı) baz alınmış ve her iki karışım benzer akışkanlık değerlerini sağlayacak şekilde dengelenmiştir. Buna göre A demir tozu %35, A2 demir tozu ise %30 su oranı ile benzer bir çalışma kıvamına ulaşmıştır (Tablo 4). Böylece kıvam kaynaklı değişkenler elimine edilerek, şekillenme sırasındaki farklılıkların doğrudan incelenen demir tozlarının kendi karakteristiğine bağlı olarak gözlemlenmesi sağlanmıştır.

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı ve Çeşidi	Demir Tozu Oranı ve Çeşidi	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
C35-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	-
C35-A2	%25 (Refsan 756)	%70 (A2)	%30	-

Tablo 4. Demir tozunun tanecik boyutunun etkisi. Su oranlarında, çamur ve demir tozunun toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 60: Soldan sağa doğru C35-A ve C30-A2 numunelerinin pişirim öncesi görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Uygulama, tanecik boyutunu küçültmek formun mekanik direncini artırma öngörüsünden beklenen olumlu sonucu vermemiştir. A demir tozunun öğütülerek küçültülmüş varyasyonu olan A2 demir tozu, oluşan formun kırılabilirliği ve hassas yapısı üzerinde herhangi bir iyileşme sağlamamış; malzemenin mekanik direncini değiştirmemiştir.

Mukavemette bir artış gözlemlenmediği gibi, şekillendirme sürecinde hesapta olmayan iki önemli yapısal sapma ile de karşılaşmıştır. İlk olarak; A2 demir tozu, A demir tozuyla aynı kimyasal bileşime sahip olmasına rağmen manyetik alana karşı hissedilir derecede daha zayıf bir tepki vermiş; A demir tozuyla oluşan form yüksekliğine ve hacmine erişememiştir. İkinci olarak ise A2 tozunda, A tozuna kıyasla yüzeydeki lokal oksitlenme (pas lekesi) oluşumu belirgin şekilde azalmıştır. Ancak söz konusu bu oksitlenme düşüşünün, tanecik boyutu etkisinden ziyade, karışımın çalışma kıvamını eşitlemek adına A2 tozunda su oranının (%30) daha düşük tutulmasından da kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir.

Tüm bunlar, manyetik şekillendirme pratiğinde öğütülerek küçültülmüş bir demir tozunun, seramik bünyede daha güçlü bir bağ veya daha yüksek bir manyetik duyarlılık oluşturmak için yeterli olmadığını göstermiştir. Aynı kimyasal içeriğe sahip olmasına rağmen A2 tozunda manyetik duyarlılığın zayıflaması; uygulanan mekanik öğütme işleminin, taneciklerin iç kristal yapısında morfolojik deformasyonlara yol açarak manyetik karakteri olumsuz etkilediğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, sanatsal tasarım kurgusunda demir tozu tercih edilirken, tanecik boyutunun tek başına yeterli bir kriter olmadığının bilinmesi; tozun, üretim yöntemi ve yapısal nitelikleriyle bir arada değerlendirilmesi daha yerinde olacaktır.

3.2.5. Farklı Çamur Bünyelerin Etkisi

Önceki bölümlerde, farklı demir tozlarının manyetik şekillenme süreci ve form nitelikleri

üzerindeki belirleyici etkileri incelenmişti. Bu bölümde, manyetik şekillendirme pratiğinde kullanılan çamur bünyesinin değiştirilmesi durumunda; form morfolojisi, yüzey karakteri ve mekanik direnç gibi sürecin genel çıktılarının ne yönde etkileneceği, aynı zamanda A demir tozundan kaynaklı yapısal zayıflıkların çamur değişikliğiyle iyileşip iyileşmeyeceği gözlemlenmiştir.

Bu doğrultuda Refsan 756 (beyaz) çamuru içeren referans karışım ile kıyaslamak üzere C reçetesi temel alınarak Menemen (kırmızı) çamuru ile yeni bir karışım hazırlanmıştır. Karışımların kıvam farklılıklarının manyetik şekillenme davranışını doğrudan etkileyebileceği ve karşılaştırma verilerini yanıltabileceği öngörüldüğünden; önceki uygulamalarda olduğu gibi su oranı değil, “fiziksel kıvam” baz alınmıştır. Referans karışım (C35-A) ile benzer akışkanlık değerlerini yakalamak adına yapılan kademeli su ilaveleri sonucunda; Menemen çamuru ile hazırlanan karışım %25 su oranıyla (C25-A-Menemen) istenen benzer kıvama ulaşmıştır. Böylece kıvam kaynaklı değişkenler elimine edilerek, şekillenme sırasındaki farklılıkların doğrudan incelenen çamur bünyelerinin kendi karakteristiğine bağlı olarak gözlemlenmesi sağlanmıştır (Tablo 5).

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı ve Çeşidi	Demir Tozu Oranı ve Çeşidi	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
C35-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	-
C25-A-Menemen	%25 (Menemen)	%75 (A)	%25	-

Tablo 5. Farklı çamur bünyelerin etkisi. Su oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 61: Soldan sağa doğru C35-A ve C25-A-Menemen numunelerinin pişirim öncesi görünimleri. (Kişisel Arşiv).

Bu uygulama, denenen çamur bünyelerindeki karakteristik farkların form morfolojisini kökten değiştirmedini, ancak yüzey niteliği ve reolojik dinamikler üzerinde doğrudan belirleyici olduğunu ortaya koymuştur. Su gereksinimi açısından çamur çeşidinin etkisi incelendiğinde, Menemen çamuru ile hazırlanan karışımın (C25-A-Menemen), Refsan 756 çamuru ile hazırlanan referans karışıma (C35-A) kıyasla daha az su oranıyla hedef kıvama ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, Menemen çamurunun plastisite değerinin ve su emme kapasitesinin Refsan 756'ya oranla daha düşük olabileceğiyle ilişkilendirilmiştir.

Manyetik şekillenme davranışı ve mekanik kuru direnç açısından ise incelenen iki çamur bünyesi arasında morfolojik açıdan belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Her iki karışım da manyetik alana benzer bir dikey dizilim ve form yüksekliğiyle tepki vermiş; kuruma sürecinde herhangi bir çatlama sergilemeyerek yapısal bütünlüğünü benzer şekilde korumuştur. Bu ampirik bulgu, çalışmada kullanılan çamur bünyelerinin (düşük dereceli kırmızı ve beyaz çamurlar) plastik şekillenme ve kuru dayanım aşamalarında herhangi bir yapısal risk barındırmadan alternatif olarak birbirinin yerine ikame edilebileceğini göstermiştir. Ancak stoneware veya porselen gibi tamamen farklı mineralojik yapılara, kendine has plastisite sınırlarına ve yüksek küçülme oranlarına sahip yüksek derece çamurların sisteme dahil edildiği senaryolarda; manyetik şekillenme davranışının, yüzey niteliklerinin ve kuru direnç düzeylerinin değişkenlik gösterebileceği öngörülmektedir.

Kullanılan bu iki çamur bünye arasındaki tek belirgin farklılık, formların yüzey görünümündeki renk kontrastında ortaya çıkmıştır. Menemen çamurunun pişmemiş haldeki kendi kıvılcık/kahve toprak tonu, demir tozunun manyetik şekillenme esnasında oluşturduğu oksit lekeleriyle benzer bir renk skalasında yer aldığı için, oluşan bu yüzey karakterleri kıvılcık/kahve karakterinden uzaklaşmayan bünyede görsel olarak daha geri planda kalmış ve kamufle olmuştur. Buna karşın beyaz renkli Refsan 756 çamuru, demir katkısıyla dönüştüğü gri yüzey rengi ile yüksek bir kontrast oluşturarak bu lekeleri dramatik bir şekilde ön plana çıkarmıştır. Sonuç olarak, çamur bileşenlerindeki küçük farkların formun morfolojik yapısını kökten değiştirmedini, ancak renk açısından yüzey estetiğindeki görsel hiyerarşiyi doğrudan belirlediği anlaşılmıştır. Farklı renkte çamur bünye tercihlerinin, manyetik şekillendirme süresince ortaya çıkan karakteristik yüzey etkilerini saklama veya vurgulama noktasında sanatçıya estetik bir manipülasyon ve tasarım çeşitliliği sunduğu açıkça görülmüştür.

3.2.6. Polimerik Bağlayıcıların Etkisi

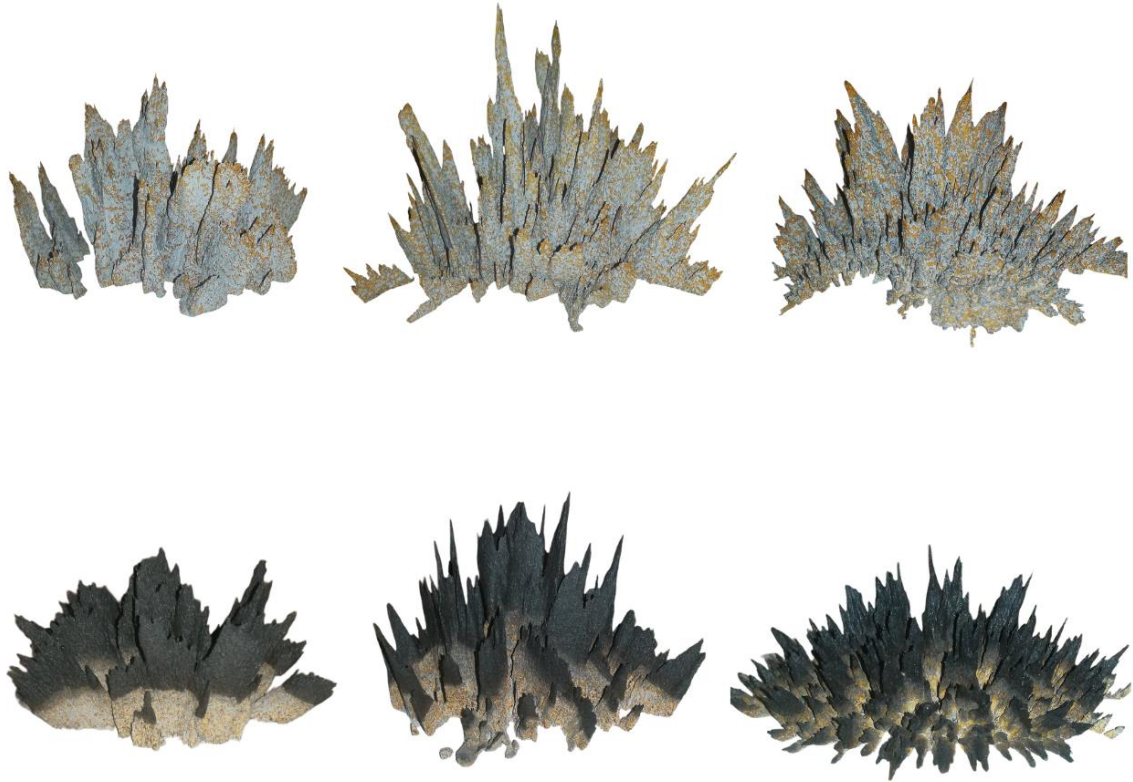
3.2.6.1. Su Bazlı Medyumun Etkisi

Süreçte, Refsan 756 çamur tozu ve A Demir Tozu kullanılarak hazırlanan C reçeteli karışımlar üzerinden iki aşamalı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada (C-M serisi); bünyesinde sadece su barındıran C35-A, C50-A ve C75-A referans karışımlarındaki sıvı oranları temel alınmış, bu sıvı fazın tamamı su bazlı medyum ile ikame edilerek üç ayrı medyum bazlı karışım (C-M35-A, C-M50-A, C-M75-A) hazırlanmıştır. Bu yolla medyumun, sudan farklı olarak sistem bünyesinde ne tür reolojik, morfolojik ve yapısal değişimler meydana getireceğinin incelenmesi hedeflenmiştir. İkinci aşamada (C-SM serisi) ise C35-A referans karışımının sıvı dengesi (%35) baz alınarak toplam sıvı oranı %35'te sabit tutulmuş; bu oranın bir kısmı su, bir kısmı medyum olacak şekilde üç farklı karma karışım (C-SM30-A, C-SM17.5-A, C-SM5-A) hazırlanmıştır. Bu ikinci aşamayla medyumun sağladığı karakteristik etkilerin, ortamdaki polimer konsantrasyonu azaldığında da varlığını sürdürüp sürdürmediğinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır (Tablo 6).

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı ve Çeşidi	Demir Tozu Oranı ve Çeşidi	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
C35-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	-
C50-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%50	-
C75-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%75	-
C-M35-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	-	%35 (Su Bazlı Medyum)
C-M50-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	-	%50 (Su Bazlı Medyum)
C-M75-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	-	%75 (Su Bazlı Medyum)
C-SM30-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%5	%30 (Su Bazlı Medyum)

C-SM17,5-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%17,5	%17,5 (Su Bazlı Medyum)
C-SM5-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%30	%5 (Su Bazlı Medyum)

Tablo 6. Su Bazlı Medyumun Etkisi. Su ve su bazlı medyum oranlarında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 62: Üst sırada sulu referans C35-A, C50-A ve C75-A numuneleri; alt sırada soldan sağa doğru C-M35-A, C-M50-A ve C-M75-A numunelerinin pişirim öncesi görünüşleri. (Kişisel Arşiv).

Yapılan uygulamalar; medyum kullanımının, sadece su içeren referanslara kıyasla karışımların reolojik dinamiklerini, nihai form morfolojisini, yüzey niteliklerini ve mekanik kuru direnç performansını belirgin ölçüde değiştirdiğini açıkça ortaya koymuştur. C-M serisini sulu referans numunelerden ayıran en çarpıcı görsel nitelik, manyetik alan çizgileri boyunca yükselen sivri uzantıların uç kısımlarında meydana gelen siyah renkli tabaka olmuştur. Bu tabaka yüzeyi kuruma sürecinde herhangi bir oksitlenme

sergilememiş, kuruduktan sonra da verniklenmiş gibi bir parlaklık kazanmıştır. Sivri uzantıların tabana yakın alt kısımlarında ise mat yüzeyli bünye rengi ve oksit lekeleri görülmeye devam etmiştir. Bu ampirik durumun altındaki kimyasal mekanizma henüz netleştirilememiş olsa da, medyumun içeriğinde yer alan polimerik bileşenlerin, manyetik çekim esnasında hareket eden demir tanecikleriyle birlikte uç kısımlara doğru taşındığı ve bu tepe noktalarda birikerek daha yoğun bir film tabakası oluşturduğu değerlendirilmiştir.

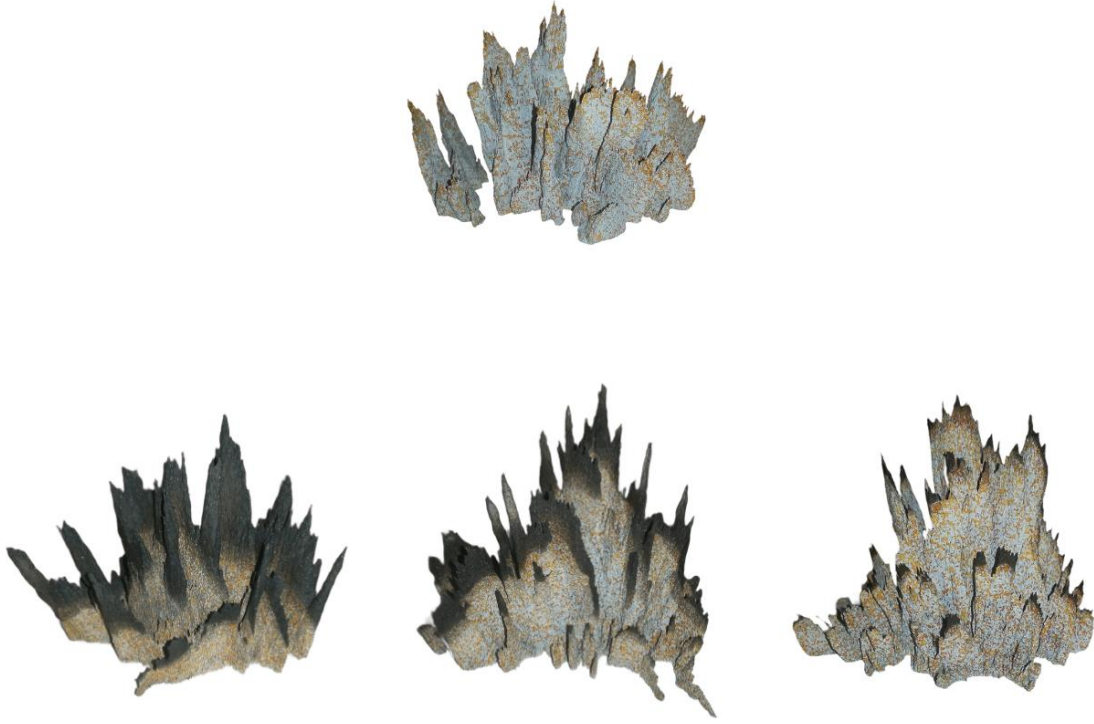
Medyum, polimerik yapısı ve yüksek viskozitesi (100 cPs, Brookfield) sayesinde karışımın reolojik davranışını kökten değiştirmiştir. Malzemenin sahip olduğu yüksek kohezyon (taneciklerin birbirini tutma eğilimi) ve viskoelastik karakter, sulu referanslarına kıyasla karışıma daha yoğun, ağdalı ve sünen bir yapı kazandırmış; bu durum doğrudan sivri uzantıların morfolojisine yansımıştır. Medyumun polimerik bağlayıcı ağı, karışım bileşenlerini daha güçlü bir şekilde bir arada tutarak, manyetik kuvvetle hareket etmek isteyen demir taneciklerine karşı suya kıyasla daha yüksek bir iç direnç uygulamıştır. Bu reolojik direnç, demir taneciklerinin manyetik alan çizgilerince tekil ve iğnemsî hatlar halinde yığılmasını yumuşatmış; tanecikleri çamur matrisiyle birlikte hareket etmeye zorlayarak daha homojen yayımlı bir kütle dağılımına yönlendirmiştir. Nitekim C-M serisinde oluşan sivri uzantıların, sulu referanslardaki bağımsız iğnemsî yapılarına kıyasla daha ince yapılı ama geniş yüzeyli ve birbirine daha sıkı tutunan bağlantılı morfolojiler sergilediği görülmüştür. Bu spesifik etki, özellikle toplam sıvı miktarının görece düşük tutulduğu C-M35-A ve C-M50-A karışımlarında net bir biçimde gözlemlenmiştir.

Buna karşın C-M75-A karışımında medyum miktarının aşırı artmasıyla birlikte; sulu referans karışımında (C75-A) karşılaşılan reolojik davranışa ve buna bağlı olarak benzer bir morfolojik yapıya geri dönmüştür. Medyum oranının artmasıyla birlikte karışımın akışkanlığı yükselmiş, sıvı fazın baskınlaşmasıyla polimerik bağ ağının uyguladığı iç direnç gevşemiş ve bunun sonucunda malzemenin plaka üzerindeki yatay yayılımı genişlemiştir. C-M35-A ve C-M50-A'da elde edilen geniş yüzeyli, bütüncül ve bağlantılı form karakteri bu yüksek sıvı fazında kaybolmuş; sivri uzantılar daha küçük profilli hale gelerek sayıca artmıştır. Artan sıvı hacmi, sistemde katı-sıvı faz ayrışmasına yol açarak uygulama esnasında plaka yüzeyinde serbest sıvı birikmesine neden olmuştur. Ancak burada tabanda göllenen sıvının medyum olması ve medyumun yoğun yapısı, sıvının çamur plakasına nüfuzunu sınırlandırmış; dolayısıyla C75-A referansında yaşanan ani nemlenme ve çatlama riski, C-M75-A numunesindeki plakada daha hafif seviyede

kalmıştır. Ayrıca medyumun sudan daha geç kurumması ve buna bağılı olarak kompozit bünyede daha uzun süre nem oluşturmaması, demir taneciklerinin de daha uzun süre nemli kalmasına ve uzantıların siyah tabaka oluşmamış kısımlarında metalik oksitlenmenin sulu referanslara kıyasla artmasına yol açmıştır.

Medyum kullanımının en nitelikli çıktılarından biri kompozit bünyenin kuru direnç performansı üzerinde gözlemlenmiştir. C-M serisi numunelerin tamamı, sulu referans numunelere kıyasla niteliksel olarak oldukça yüksek bir mekanik kuru dayanım sergilemiştir. Dayanımda yaşanan bu dramatik artışta, medyumun yüksek adezyon (farklı yüzeylerin birbirine yapışması) kabiliyetinin yanı sıra, kuruma sonrasında polimer zincirlerinin oluşturduğu elastik film yapısının demir taneciklerini ve seramik çamuru matrisini mikroskobik düzeyde güçlü biçimde kenetlemesinin etkili olduğu değerlendirilmiştir. Dayanım seviyeleri C-M serisinin kendi içinde büyük bir kırılma göstermemiş; yalnızca C-M75-A numunesinde artan medyum hacmine bağılı yüksek kuruma küçülmesi (rötre), sivri uzantıların dip bölgelerinde lokal çatlamalara yol açmıştır. Ancak bu durum uzantıların kendi iç mukavemetini bozmamış, medyuma özgü polimerik film yapısının direnç performansına hala olumlu katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Medyum, şekillenme sonrası kuruma sürelerini de uzatmıştır. C-M serisi numunelerin sulu referanslara kıyasla daha geç dehidre olduğu ve aynı sürede bazı iç bölgelerin henüz plastik/yaş kaldığı gözlemlenmiştir. Kuruma hızındaki bu yavaşlama nedeniyle medyumlu karışımların, manyetik şekillendirme sonrasında yer çekimi etkisiyle yığılıp morfolojik deformasyona uğramaması adına, manyetik düzenek altında kuruma işlemini tamamlayana kadar daha uzun süre bekletilmesi gerekmiştir.



Görsel 63. Üst sırada sulu referans C35-A; alt sırada soldan sağa doğru C-SM30-A, C-SM17,5-A ve C-SM5-A numunelerinin pişirim öncesi görünümeleri. (Kişisel Arşiv).

C-SM serisinde dikkat çeken ilk bulgu, medyumun sıvı fazın tamamını oluşturmadığı karma (su + medyum) senaryolarda dahi sistemin genel karakterini baskın bir şekilde belirlemesi olmuştur. Karışımındaki su oranı arttıkça viskozite düşmüş, akışkanlık artmış ve buna bağlı olarak demir tanecikleri manyetik alan çizgileri boyunca daha serbest bir hareket alanı bulmuştur. Ancak medyumun sağladığı spesifik niteliklerin; akışta beliren sünme davranışının, ince yapılı ve geniş yüzeyli sivri uzantı oluşumunun, bağlantılı bütüncül profil yapısının, uçlarda beliren parlak siyah tabakanın ve yüksek kuru direncin C-SM serisindeki hiçbir numunede tamamen yok olmadığı görülmüştür. Bu durum, dahil edilen çok az miktardaki polimerik medyumun dahi karışımın reolojisini ve şekillenme davranışını kökten değiştirebileceğini kanıtlamıştır.

C-SM serisi kendi içinde incelendiğinde, medyum oranının azalmasına paralel olarak kademeli bir morfolojik geçiş gözlemlenmiştir. Medyumca zengin olan C-SM30-A numunesinden, medyum oranının %5'e düştüğü C-SM5-A varyasyonuna doğru ilerlendikçe, sivri çıkıntılar tekil bazda incelmış ve sayıca artmıştır; ancak bu narin uzantılar yine de birbirine tutunarak geniş yüzeyli, bağlantılı ve hacimli bir bütünlük sergilemiştir. C-M serisinde tepe noktalarda beliren o siyah parlak tabaka oluşumu,

medyum konsantrasyonunun azalmasına bağı olarak C-SM30-A'dan C-SM5-A'ya doğru zayıflamış; buna karşın kompozit bünye genelinde oksitlenme lekelerinin yoğunluğu ve görünürlüğü artmıştır. Kuru direnç performansı da bu eğilime sadık kalmış; karışımın polimerik film ağı kuran medyum oranı azaldıkça C-SM30-A'dan C-SM5-A'ya doğru kademeli bir düşüş sergilemiştir. Bununla birlikte, medyumun bağlayıcı karakteri sayesinde C-SM serisinin hiçbir numunesinde kuruma sonrası yapısal bir makro çatlama gözlemlenmemiştir.

Sonuç olarak; gerek medyumun su yerine ikame edildiği C-M serisinde gerekse suyla karma olarak kullanıldığı C-SM serisinde elde edilen ortak bulgular, su bazlı medyumun karışımın reolojik karakterini değiştirerek manyetik kuvvet altında sadece yeni bir plastik/biçimsel çeşitlilik (ince yapı, geniş yüzeyli, bağlantılı morfolojiler) yaratmakla kalmadığını; mekanik kuru direnci artırdığını, aynı zamanda sıvı oranının artışına bağlı gelişen yapısal zayıflıkları nispeten engelleyerek, narin formlarda da kuru direnç performansını yapısal olarak çok daha kararlı ve dirençli bir seviyeye taşıdığını ortaya koymuştur.

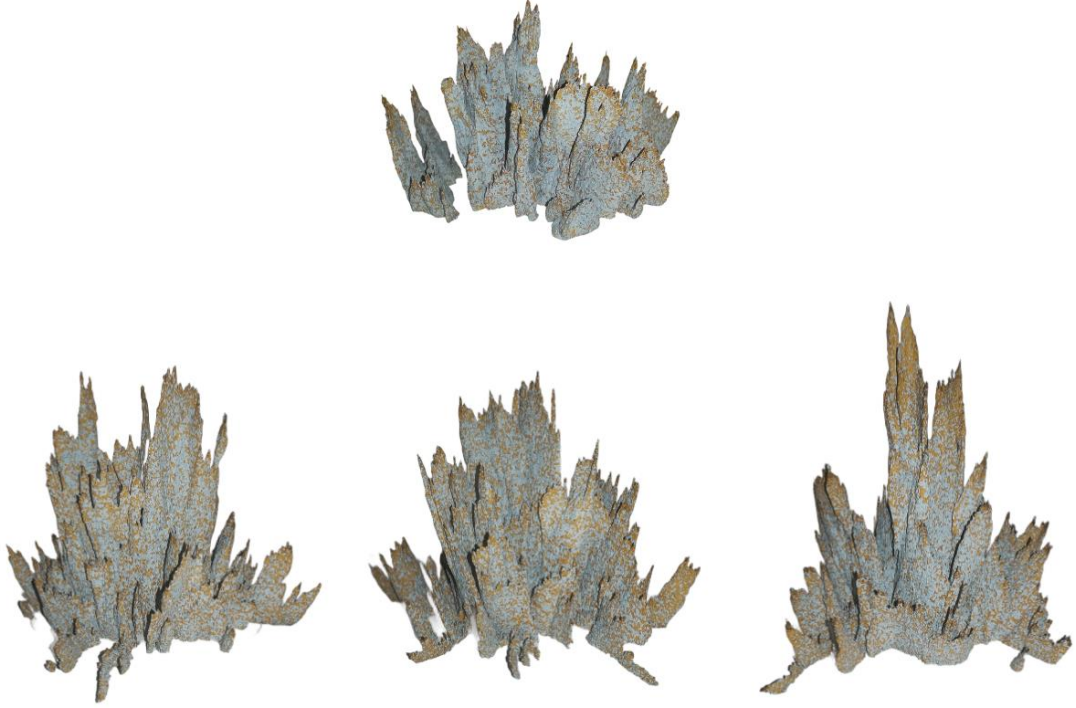
3.2.6.2. Karboksimetilselülozun (CMC) Etkisi

Süreçte, Refsan 756 çamur tozu ve A Demir Tozu kullanılarak hazırlanan C reçeteli üç ayrı karışım temel alınmıştır. Karışımlara, içlerindeki kuru çamur tozu ağırlığı baz alınarak ağırlıkça %0,25, %0,50 ve %0,75 oranlarında toz CMC ilave edilmiştir. Sistemati bir karşılaştırma yürütülebilmesi amacıyla, her bir karışıma C35-A referans karışımının su oranı olan %35 oranında su eklenmiştir (Tablo 7). Bu yolla, polimerik toz katkının sabit su oranına sahip sistem bünyesinde meydana getireceği reolojik, morfolojik ve yapısal değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı	Demir Tozu Oranı	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı
C35-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	-
C-CMC025-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	%0,25 Toz CMC
C-CMC050-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	%0,50 Toz CMC

C-CMC075-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	%35	%0,75 Toz CMC
------------	------------------	---------	-----	---------------

Tablo 7. Karboksimetilselülozun (CMC) Etkisi. Su oranında toplam kuru karışım ağırlığı, CMC oranında ise yalnızca kuru çamur tozu ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 64. Soldan sağa üst sırada sulu referans C35; alt sırada CMC025, CMC050, CMC075 karışımlarının şekillenme sonrası görüntüleri. (Kişisel Arşiv).

Toz CMC katkısı sulu sistem içinde çözünerek karışımların reolojik dinamiklerini belirgin ölçüde değiştirmiş ve bu değişimler manyetik alan altındaki şekillenme morfolojisine doğrudan yansımıştır. Tüm karışımlar aynı oranda su içermesine rağmen C-CMC serisi karışımlarının tamamı, C35-A referans karışıma kıyasla daha yüksek bir akışkanlık sergilemiş; böylece denenen oranlarda (%0,25 - %0,75) CMC'nin deflokulant etkisinin baskın geldiği anlaşılmıştır. Bu deflokulant etkinin yanı sıra CMC, polimerik ağ yapısıyla katı fazı (demir tanecikleri) sıvı faz içinde askıda tutarak daha homojen bir karışım oluşmasını sağlamış; aynı zamanda karışıma, su bazlı medyum kadar olmasa da sünen bir akış karakteri kazandırmıştır.

C-CMC serisindeki tüm karışımlar, genel olarak artan akışkanlığa ve oluşan polimer zincirlere bağlı olarak C35-A referans karışımına kıyasla birbirine daha sıkı tutunan daha ince yapılu yüksek uzantılar oluşturmuş ve bu nihai formun genel olarak daha hacimli ve

geniş görünmesini sağlamıştır. Öte yandan C-CMC serisi katkı oranına bağlı olarak kendi içinde de farklılık göstermiştir. CMC dozu arttıkça karışımın kıvamı koyulaşmış, sünme karakter zayıflamış, demir taneciklerinin hareketine karşı oluşan iç direnç artmış buna bağlı olarak uzantıların ince yapısı kademeli olarak kalınlaşmış, sayıca azalmış ve hacimli profil gerilemiştir.

CMC su tutma özelliğiyle oksitlenme düzeyini de etkilemiştir. Karışımdaki demir taneciklerinin daha uzun süre nemli ortamda kalması, C35-A referans numunesine kıyasla tüm C-CMC serisi numunelerinde daha fazla oksit lekesi oluşmasına neden olmuştur. Serinin kendi içinde CMC oranının artışına bağlı olarak oksitlenme de artmıştır. CMC'nin su tutma özelliğinin ayrı zamanda kuruma süresini de uzatacağı beklenmiştir ancak oluşan formların ince yapısı sayesinde kuruma süresinde bariz bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Ancak denenen oranların (%0,25 - %0,75) üzerine çıkıldığı koşullarda kıvamın koyulaşıp uzantıların kalınlaşmasıyla, nem tutma özelliğinin daha da belirginleşerek kuruma süresine yansıyabileceği öngörülmektedir.

Kuru direnç performansı açısından CMC serisinin tamamında referans C35-A karışımıyla benzer bir direnç gözlemlenmiştir. Bu benzerliğin temel sebebinin, CMC'nin bağlayıcılık gücünün yetersizliği değil, karışımın kazandığı morfolojik geometri olduğu değerlendirilmiştir. CMC katkısıyla oluşan sivri çıkıntıların adeta bir yaprak gibi aşırı ince, narin ve keskin bir geometriye sahip olması, formu mekanik etkilere karşı daha korumasız bırakmış; malzemenin kazandırdığı teorik bağlayıcılık katkısı, bu geometrik hassasiyeti dengeleyecek düzeye ulaşamamıştır. Nitekim CMC serisi kendi içinde incelendiğinde C-CMC075-A numunesine doğru gidildikçe hem CMC dozajının artması hem de uzantıların kalınlaşarak geometrik bir direnç kazanması sayesinde kuru direncin kademeli olarak yükseldiği görölmüştür. Bu eğilim, CMC oranının daha da artırılması halinde kuru direnç performansının belirgin biçimde yükseleceği şeklinde yorumlanmıştır. Öte yandan mekanik kuru direnç, su bazlı medyum içeren C-M ve C-SM serisindeki numuneler ile karşılaştırıldığında, C-CMC serisi numunelerinin kuru direnç performansı çok daha düşük kalmıştır. Bu durumun, medyumun sıvı polimer bağlayıcı yapısının kuruma sonrası güçlü ve kesintisiz bir film tabakası oluşturarak formu daha iyi kenetlemesine karşın, CMC'nin selüloz bazlı moleküler yapısının kuruma sonrasında daha kırılğan bir karakter sergilemesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

C-CMC serisinin hiçbir numunesinde kuruma sonrası makro çatlama gözlemlenmemiştir. Ancak bu uygulamada denenen oranların üzerine çıkıldıkça CMC'nin karışımı daha fazla koyulaştıracağı, bunun uygulanabilir kıvam için sisteme daha fazla su girdisine sebep olacağı ve buna bağlı olarak kuruma sırasında gerçekleşecek yoğun hacimsel küçülmenin çatlama riskini artıracığı öngörülmektedir.

Elde edilen bulgular, su bazlı medyuma alternatif olarak toz CMC katkısıyla da karışımın reolojik karakterini değiştirip manyetik kuvvet altında plastik/biçimsel çeşitlilik elde edilebileceğini göstermiştir. CMC'nin toz yapısı aynı zamanda sıvı yapıli medyumdan farklı olarak karışımındaki su ve polimer oranlarının birbirinden bağımsız ve esnek bir şekilde ayarlanmasına ve böylece reolojik çeşitliliğe de olanak tanımıştır.

3.2.7. Mıknatıs Kutup Konfigürasyonunun Etkisi

Uygulama sürecinde, C-M serisinde zıt kutuplar altında şekillendirilmiş olan C-M35-A karışımı referans olarak seçilmiştir. Söz konusu karışım; ağdalı kıvamı, plaka üzerinde kontrolsüz yatay yayılım göstermemesi ve bileşenlerinin birbirine sıkıca tutunan bağlantılı, bütünsel form yapısı sayesinde, kutup yöneliminin morfolojik etkilerini en net biçimde ayırt etmeye olanak tanıdığı için tercih edilmiştir. Aynı reçeteyle hazırlanan yeni bir C-M35-A numunesi, bu kez aynı kutupların (N-N) birbirine bakacak şekilde konumlandırıldığı alternatif bir mıknatıs konfigürasyonunda şekillendirilmiş; elde edilen plastik sonuçlar zıt kutup (N-S) konfigürasyonu ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Tablo 8).

Karışım Kodu	Çamur Tozu Oranı	Demir Tozu Oranı	Su Oranı	Polimerik Bağlayıcı Oranı	Mıknatıs Kutup Konfigürasyonu
C-M35-A (Referans)	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	-	%35 Su Bazlı Medyum	Zıt Kutuplar (N-S)
C-M35-A	%25 (Refsan 756)	%75 (A)	-	%35 Su Bazlı Medyum	Aynı Kutuplar (N-N)

Tablo 8. Mıknatıs Kutup Konfigürasyonunun Etkisi. Su bazlı medyum oranında, toplam kuru karışım ağırlığı esas alınmıştır.



Görsel 65: C-M35 numunesinin (pişirim öncesi) farklı manyetik alan konfigürasyonlarındaki şekillenme görünümleri; solda zıt kutuplar (N-S), sağda aynı kutuplar (N-N). (Kişisel Arşiv).

Mıknatısların aynı kutupları (N-N) birbirine bakacak şekilde yerleştirildiğinde, merkezde meydana gelen güçlü itme kuvveti karışım üzerinde doğrusal bir baskı oluşturarak form morfolojisini manipüle etmiştir. Bu yerleşim düzeninde, zıt kutupların (N-S) altında gelişen ve herhangi bir baskıya maruz kalmadan dikey yönde yükselen dik ve toplu yapı bozulmuştur. N-N konfigürasyonunun merkezinde yoğunlaşan zıt yönlü kuvvet alanı, karışımı adeta üstten ve ortadan baskılayarak dikey büyümesini sınırlandırmış; karışımın bu sıkışma etkisiyle merkezden dışarıya doğru kaçmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda, merkezden yanlara doğru uzanan doğrusal şeritler ve bu hatlar boyunca yayılan kontrollü sivri çıkıntılar meydana gelmiştir.

Medyum katkısından kaynaklanan ince, geniş yüzeyli ve bağlantılı form yapısı ile çıkıntı uçlarında beliren karakteristik parlak siyah tabaka gibi nitelikler her iki kutup yöneliminde de kararlılığını korumuştur. Buna karşılık, formların yüzeyindeki oksitlenme karakteristiklerinin farklılaştığı gözlenmiştir. Zıt kutup (N-S) konfigürasyonunda yüzeydeki oksit lekeleri daha yoğunken, aynı kutup (N-N) konfigürasyonunda bu lekelerin daha düşük yoğunlukta kaldığı gözlemlenmiştir. Bu değişim, aynı kutup (N-N) konfigürasyonunda manyetik alan çizgilerinin birbirini itmesi nedeniyle demir taneciklerinin yüzeyin belirli odak noktalarında aşırı yığılma yapamaması ve siyah tabakayı oluşturan koruyucu medyum bileşenlerinin formun iç kısımları dahil olmak üzere genele daha dengeli biçimde dağılmasıyla ilişkilendirilmiştir. Karışımın reçetesi ve iç reolojik karakteri tamamen aynı kalsa dahi, yalnızca mıknatıs kutup yönlerinin değiştirilmesiyle farklı morfolojiler elde edilebileceği anlaşılmıştır.

3.2.8. Pişirim Süreci ve Bulgular

Uygulama numunelerinin pişirim sonrası sergileyecekleri görsel ve yapısal değişimlerinin gözlemlenmesi amacıyla; tüm karışım numuneleri kuruma süreçlerinin ardından, bünyelerindeki demir katkısının gerektirdiği özel koşullar göz önünde bulundurularak tasarlanmış özel programlarla bisküvi ve sır pişirimine tabi tutulmuştur. Sırlı pişirim öncesinde tüm örneklerle tek kat Refsan marka 1001 kodlu transparan seramik sırı uygulanmıştır. Kompozit bünyeler pişirimlerinin ardından yapısal bütünlük, mekanik direnç ve yüzey nitelikleri açısından bütüncül olarak değerlendirilmiştir.

3.2.8.1. Tasarlanan Bisküvi Pişirim Programı ve Gerekçesi:

Uygulama numunelerini fırınlamadan önce aynı demir tozlarını içeren başka numuneler ile bir ön bisküvi pişirim denemesi yapılmıştır. Bu deneme sonrasında numunelerde ince yapıli formlarına ve demir içeriklerine bağıli olarak kırılğanlık gözlenmiştir. Ancak A Demir Tozu ve A2 Demir Tozu içeren kompozit bünyelerde bu kırılğanlığın yanı sıra, hafif bir mekanik baskı karşısında tozlaşarak dağılılan kurabiye benzeri gevrek ve dayanıksız bir bünye yapısıyla karşılaşılımiştir. Bu sorunun pişirim rejiminde yapılacak bir değışiklik ile iyileştirilip iyileştirilemeyeceğı sorusundan hareketle disiplinlerarası bir literatür taraması yapılmış; diş protez teknolojilerinde metal altyapı ile porselen bünyenin birbirine tutunma prensiplerinin, bu tez kapsamında üretilen yüksek demir katkılı kompozit bünyelerde de benzerlik gösterebileceğı değerlendirilmiştir. Metal-seramik bağı dayanımına yönelik bu araştırmalardan elde edilen ve bisküvi pişirim programının tasarımına yön verecek üç temel bilimsel bulguya ulaşılmıştır.

İlk olarak, seramiklerin metal yüzeye yapışmasının oksit tabakası aracılığıyla gerçekleştiğı, bu tabakanın metal ile seramik arasındaki kimyasal bağıdan sorumlu olduğı; bununla birlikte aşırı kalın bir oksit tabakasının metal-seramik bağlarının başarısız olmasının başlıca nedenlerinden biri olduğı bilgisine ulaşılmıştır (Dikova vd., 2023).

Seramiklerin metal yüzeye yapışmasının oksit tabakası nedeniyle gerçekleştiğı iyi bilinmektedir [15], bu tabaka metal ve porselen arasında kimyasal bağıdan sorumludur. [...] Kalın bir oksit tabakasının, metal-seramik yapıların tahrip olmasının başlıca nedenlerinden biri olduğuna inanılmaktadır [8] (Dikova vd., 2023).

Bu bilgiden hareketle, pişirim sırasında demir taneciklerinin seramiğe tutunabilmesi için yüzeylerinde kontrollü ve yeterli kalınlıkta bir oksit tabakası oluşturulmasının faydalı olabileceği değerlendirilmiştir.

İkinci olarak, demir oksidasyonunun 700°C'nin üzerinde kararlı ve düzenli bir yapı kazandığı; demirin bu sıcaklık eşiğinin üzerinde hematit (Fe_2O_3), manyetit (Fe_3O_4) ve wüstit (FeO) olmak üzere üç katmanlı bir oksit yapısı geliştirdiği; buna karşılık 700°C'nin altında oksidasyonun tutarsız ve düzensiz olduğu bilgisine ulaşılmıştır (Chen ve Yuen, 2003).

700°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda demir oksidasyonu, üç katmanlı hematit/manyetit/wüstit pul yapısının gelişmesiyle parabolik yasayı izler. Bununla birlikte, 700°C'nin altındaki sıcaklıklarda tutarsız sonuçlar bildirilmiştir ve pul yapıları daha az düzenlidir (Chen ve Yuen, 2003).

Buradan hareketle, demirin oksit tabakasının sağlıklı bir şekilde oluşabilmesi için pişirimin 700°C üzerinde kontrollü bir aşama içermesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Bu iki bulguyu destekleyen bir diğer çalışmada ise, farklı sıcaklıklarda (600°C, 650°C, 700°C, 750°C ve 800°C) uygulanan ön oksidasyon işleminin metal-seramik bağ dayanımına etkisi incelenmiş ve en yüksek bağ oluşumunun 750°C'de elde edildiği raporlanmıştır. Aynı çalışmada, 750°C'de oluşan oksit tabakasının yoğun, koruyucu ve yapışkan bir yapıda olduğu; 800°C'de ise bağ dayanımının düşmeye başladığı belirtilmiştir (Zhang vd., 2013).

Buradan, kontrollü pişirim aşamasının 800°C altında olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, sağlıklı bir oksit tabakası için 700°C'nin üzerine çıkmak, ancak bağ dayanımının düşmeye başladığı 800°C'nin altında kalmak gerektiğinden; her iki koşulu da karşılayan 750°C, kontrollü oksidasyon aşaması için en uygun sıcaklık olarak referans alınmıştır.

Tüm bu bilgiler ışığında, kontrollü oksit tabakası oluşumunun bağlanmayı güçlendirdiği prensibinin, A Demir Tozu ve A2 Demir Tozu'ndaki dağılma sorununun çözümünde de etkili olabileceği değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, bisküvi pişirim programında 700 - 750°C aralığı kontrollü ve yavaş geçilecek şekilde düzenlenmiş ve 750°C'de 1 saatlik

izotermal bekleme aşaması eklenmiştir. Bu değişiklikle, demir taneciklerinin oksidasyonu ve bu sayede seramik bünye ile kuracağı bağın güçlendirilmesi hedeflenmiştir.

Adım	Sıcaklık Aralığı	Süre
1	Oda sıcaklığı - 100°C	30 Dakika
2	100°C - 600°C	2 Saat
3	600°C - 700°C	1 Saat
4	700°C - 750°C	2 Saat
5	750°C (sabit bekleme)	1 Saat
6	750°C - 1040°C	2 Saat
7	1040°C (sabit bekleme)	10 Dakika

Tablo 9. Bisküvi Pişirim Programı. (Toplam: 8 sa 40 dk. Soğuma: En az 12 saat).

3.2.8.2. Tasarlanan Sır Pişirim Programı ve Gerekçesi:

Bisküvi pişiriminde uygulanan kontrollü oksidasyon aşamasına rağmen, yüksek demir içerikli bünyelerde bir miktar artık gazın kalabileceği öngörülmüştür. Bu gazların sır ergimeden önce bünyeden tamamen tahliye edilmesini sağlamak amacıyla, sır pişirim programına 800°C'de 10 dakikalık bir sabit bekleme aşaması eklenmiştir.

Daha yüksek sıcaklıklarda ise, demir oksitlerin ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO}$) faz dönüşümlerine bağlı olarak mikroskobik düzeyde oksijen gazı (O_2) çıkışlarının devam edebileceği öngörülmüştür. Bu gazların, sırnın viskoz bir sıvı haline geldiği ergime aşamasında yüzeyde pinhole (iğne deliği) gibi kusurlara yol açmasını önlemek amacıyla, nihai pişirim sıcaklığı olan 1060°C'ye ulaşıldığında 10 dakikalık bir izotermal bekleme aşaması programa dahil edilmiştir. Bu sayede, ergiyen sırnın akışkanlığının optimize edilmesi ve açılacak mikroskobik gaz kanallarının sırnın yüzey gerilimiyle tekrar kapanarak pürüzsüz bir yüzey oluşturması hedeflenmiştir.

Adım	Sıcaklık Aralığı	Süre
1	Oda sıcaklığı - 100°C	30 Dakika
2	100°C - 600°C	2 Saat
3	600°C - 800°C	1 Saat 30 Dakika

4	800°C (sabit bekleme)	10 Dakika
5	800°C - 1060°C	2 Saat
6	1060°C	10 Dakika

Tablo 10. Sırlı Pişirim Programı. (Toplam: 8 Saat 30 dk. Soğuma: En az 14-16 saat).

3.2.8.3. Bisküvi ve Sır Pişirimi Sonrası Bulgular



Görsel 66. A50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 67. A75-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 68. B40-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 69. B50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 70. B75-A numunesinin (%75 su) bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 71. C35-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 72. C50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 73. C75-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 74. C30-B numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 75. C50-C numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).3).



Görsel 76. C30-A2 numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 77. C25-A-Menemen numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümüleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 78. C-M35-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 79. C-M50-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 80. C-M75-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünümleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 81. C-SM30-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 82. C-SM17,5-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



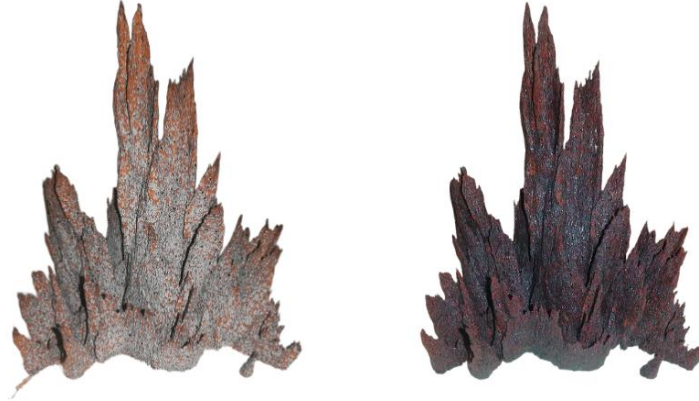
Görsel 83. C-SM5-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 84. C-CMC025-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 85. C-CMC050-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 86. C-CMC075-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri. (Kişisel Arşiv).



Görsel 87. C-M35-A numunesinin bisküvi (solda) ve sır pişirimi (sağda) sonrası görünüşleri; aynı kutup (N-N) konfigürasyonu. (Kişisel Arşiv).

Tasarlanan bisküvi pişirim programı, özellikle A Demir Tozu ve A2 Demir Tozu içeren C grubu karışımlarda ilk denemedeki yapısal kırılganlık ve tozlaşma sorununun bir miktar azaldığı gözlemlenmiş ancak diğer tozlar kadar sağlamlaşmamıştır. Ardından uygulanan sırlama ve sır pişirim süreçleri, formların mekanik direncini daha da ileriye taşımıştır. Tüm karışımlara tek kat sır uygulanmış; A ve B grubu karışımların tamamında bu miktar yeterli gelerek sır yüzeyinde parlak ve pürüzsüz bir görünüm elde edilmiştir. Buna karşın, yüksek demir içeren C reçeteli karışımlarda tek kat sır uygulamasının yüzeyi tamamen kaplayan parlak bir tabaka oluşturmadığı; bazı bölgelerin mat ve pütürlü kaldığı, yer yer metalik yansımali, aventürin benzeri ışıltılı bir karakter sergilediği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu tür yoğun metal katkılı karışımlarda, daha kalın bir sır uygulamasının yüzey örtücülüğü ve parlaklık açısından daha efektif sonuçlar verebileceği öngörülmüştür. Medyum içeren karışımlarda ise medyumun pişirim sırasında yanarak bünyede ilave mikroskobik gözenekler oluşturabileceği göz önünde bulundurulduğunda, homojen bir parlaklık ve pürüzsüzlük elde etmek adına sır katman kalınlığının daha da artırılması gerektiği değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte, tam bir camsı faz (parlaklık) oluşmayan mat bölgelerde dahi mekanik direnç açısından belirgin bir iyileşme görülmüştür. Bu durum; yüksek demir tozu içeren bünyelerin daha gözenekli yapıda olmasının, pişirim sırasında yüksek sıcaklıktaki absorpsiyon eğilimini artırdığı ve eriyen sırnın yüzeyde kalın bir cam tabakası oluşturmak yerine bünyenin mikro gözeneklerine dolduğu şeklinde yorumlanmıştır. Nitekim yüzeyde yer yer gözlemlenen bu metalik parıltılar da bu yorumu destekler niteliktedir.

Pişirim süreci, şekillendirme sonrasında gözlemlenen renk ve oksitlenme eğilimlerini de desteklemiştir. Bisküvi pişirimi sonrasında gövde rengi bir miktar açılmış, oksit lekeleri

sarı-turuncu tonlardan kıızıla dönüşmüştür. Sırlı pişirim sonrasında bu kızıllaşma eğilimi daha da artmış; ancak C reçeteli karışımlarda gövde renginin siyaha yakın koyu bir tona dönüşmesi nedeniyle, oksit lekeleri koyu zemin üzerinde daha az seçilir hale gelmiştir.

C grubu karışımlardaki bu genel eğilimin dikkat çekici tek istisnası, aynı kutuplar (N-N) altında şekillendirilen C-M35-A karışımında gözlemlenmiştir. Bu karışımda sırlı pişirim sonrasında gövde rengi, diğer C reçeteli karışımlar gibi siyaha dönmeyip antrasit-kahve tonlarında kalmış; oksitlenme ise kırmızımsı değil, daha sınırlı ve gri-kahve tonlarında görülmüştür. Ayrıca sır yüzeyi, tek kat sır uygulaması ile A ve B grubu karışımlarda olduğu gibi parlak ve pürüzsüz bir görünüm almış; mat veya pütürlü bölgelere rastlanmamıştır. Bu durumun; aynı kutup (N-N) konfigürasyonunda aynı kutupların birbirini itmesi sonucu demir taneciklerinin yüzeyde daha seyrek/dağınık yerleşmesinden ve bu spesifik dağılımın, pişirim sırasında bünyenin sıırı içe çekme (absorpsiyon) eğilimini azaltmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

4. BÖLÜM: BULGULARIN SANATSAL ÜRETİME YANSIMASI

Uygulama süreci boyunca incelenen tüm değişkenlerin etkilerine dair edinilen bilgiler, sanatsal üretim aşamasında yol gösterici birer parametreye dönüşmüştür. Bu bilgi birikiminin ışığında kurgulanan bölümde; üretim sürecindeki yöntemsel yaklaşım, tekniğin sanatsal pratiğe sunduğu estetik olanaklar, karşılaşılan fiziksel sınırlılıklar ile bu sınırlılıkları aşmak adına geliştirilen pratik çözümler ele alınmış; ardından tüm bunların birer çıktısı olarak üretilen özgün seramik eserler sunulmuştur.

4.1. Manyetik Şekillendirme Süreci ve Yöntemsel Yaklaşım

Üretim sürecinde benimsenen temel yaklaşım, mıknatısla şekillendirmenin eserin tamamında değil, yalnızca belirli bölgelerinde kurgulanmasıdır. Bu doğrultuda uygulama süreci; bir ön hazırlık ve ardından gelen manyetik şekillendirme aşaması olmak üzere iki temel evrede gerçekleştirilmiştir. Sürecin ön hazırlık evresinde ilk olarak, geleneksel yöntemlerle şekillendirilen seramik formun yüzeyi, demir tozu katkılı karışımın uygulama sırasında gövdeye tutunabilmesi amacıyla tırtıklanarak pürüzlendirilmiş ve ardından bu yüzeye balçık kıvamlı çamur süspansiyonu sürülmüştür.

Zemin hazırlığının tamamlanmasının ardından geçilen manyetik şekillendirme evresinde ise hazırlanan kompozit karışım (demir tozu + çamur tozu + sıvı); manyetik düzenek üzerine yerleştirilen formun ilgili yüzeylerine spatula veya şırınga yardımıyla kademeli olarak eklenmiş ve biçimlendirme tamamlanmıştır. Karışımın akışkan yapıda olması ve oluşan sivri çıkıntıların form stabilitesini bu aşamada yalnızca manyetik kuvvet sayesinde koruyabilmesi nedeniyle biçimlendirme sonrasında form düzenden hemen ayrılmamıştır. Malzemenin henüz yaşken düzenden çekilmesi durumunda dikey uzantıların kendi ağırlığıyla yığılmasını ve morfolojik yapının bozulmasını önlemek amacıyla; bünyenin kuruyarak kendini taşıyabilecek kuru dayanıma ulaşması için düzenek üzerinde yaklaşık bir gün boyunca bekletilmesi gerekmiştir.

4.2. Tekniğin ve Sanatsal Pratiğin Barındırdığı Olanaklar

Mıknatısla şekillendirme tekniği, seramik çamurunun geleneksel sınırlarını esneterek

sanatsal pratiğe benzersiz plastik olanaklar sunmaktadır. En belirgin olanak, yerçekimine meydan okuyan ve malzemeyi dikey ekseninde kontrolü zor bir organik büyüme zorlayan yeni bir form dilinin ortaya çıkmasıdır. Geleneksel seramik pratiklerinde elle ya da aletle yapılması oldukça güç olan karakteristik iğnemsî dikey morfolojik yapılar, manyetik alan dinamikleri sayesinde kendiliğinden ve doğal bir akışla var olabilmektedir.

Ayrıca bu teknik, sanatçı iradesi ile malzemenin kendi özgür doğası arasında katıksız bir ortak yaratım süreci doğurmaktadır. Demir tozu oranı ve kompozit karışımın kıvamındaki küçük değişimlerin, manyetik alan çizgileriyle birleştiğinde yüzeyde yarattığı öngörülemez etki; yapıtların her birini dokusal ve biçimsel açıdan tekrarlanamaz kılarak özgün kılmaktadır. Teknik, seramik yüzeyinde makro düzeyde organik bir doku katmanı oluştururken; kompozit karışım içindeki demir taneciklerinin su ile girdiği tepkime sonucu oluşan oksitlenme (pas) etkileri sayesinde, sanatsal pratiğin aradığı zengin metalik ve dokusal kontrastları da eş zamanlı olarak sunma olanağı sağlamaktadır.

4.3. Düzenek ve Manyetik Alan Kaynaklı Sınırlılıklar ile Pratik Çözümler

Bu teknikle gerçekleştirilen sanatsal üretim sürecinde, gerek kullanılan düzenekten gerekse manyetik alan dinamiklerinden kaynaklanan çeşitli pratik sınırlılıklarla karşılaşmıştır. Karşılaşılan ilk sınırlılık, tekniğin doğasından kaynaklanan form çeşitliliğinin kısıtlı olmasıdır. Manyetik alan çizgilerinin doğası gereği, bu teknikle oluşturulabilen morfolojik yapılar neredeyse tamamen iğnemsî ve sivri çıkıntılarla sınırlı kalmaktadır. Bu durum, yöntemin sunduğu tasarım çeşitliliğini belirli bir estetik dil çerçevesinde sınırlandırmakta ve alternatif form arayışlarını teknik olarak kısıtlamaktadır.

Bir diğer teknik sınırlılık, kullanılan Y30 sınıfı ferit mıknatısların boyutları (15 x 10 x 2 cm) ve ürettikleri manyetik alanın kapsama alanıyla ilgili olmuştur. Sınırlı manyetik alan üretimi, geniş yüzeylerde eş zamanlı çalışmayı zorlaştırmıştır. Blok mıknatıslar yan yana yerleştirilerek çalışma alanı genişletilmeye çalışılmış; ancak mıknatısların birleştiği hatların paralelinde, manyetik çekim kuvvetinin neredeyse hiç hissedilmediği "nötr/ölü bölgeler" oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu durum, geniş yüzeylerde kesintisiz ve homojen bir manyetik alan elde edilmesini engellemiştir. Ayrıca manyetik alan yoğunluğunun kutup merkezinde maksimum seviyede, kenarlarda ise daha zayıf olması; merkeze daha uzun ve

dik, kenarlarda ise daha kısa ve yatık formların oluşmasına yol açmış; eser üzerindeki doku dağılımında merkez-kenar arasında belirgin bir fark ortaya çıkarmıştır.

Yüzey yönelimi ve manyetik kaynağa olan mesafe ilişkisi de süreci etkileyen önemli bir diğer sınırlılıktır. Demir taneciklerinin, mıknatısların düzenekteki konumuna bağlı olarak dikey doğrultuda hareket etmesi, manyetik şekillenmenin yalnızca formun üst yüzeyinde gerçekleşmesine yol açmış; yan, ön ve arka yüzeylerde aynı morfolojik etki elde edilememiştir. Süreçteki en net gözlemlerden biri, biçimlendirme üzerinde asıl belirleyici ve manipüle edici gücün alt tabandaki mıknatıs grubu olduğudur. Şekillendirilecek form alt mıknatıs grubuna ne kadar yakın konumlandırılırsa, çekim şiddeti ve buna bağlı olarak malzemenin şekillenme tepkisi o kadar bariz ve güçlü hale gelmektedir. Düzenekte yer alan üst mıknatıs grubu ise alt mıknatısların yarattığı bu ana çekim alanı desteği olmadan, şekillendirme performansı açısından tek başına kayda değer bir etki üretememektedir.

Dolayısıyla, alt tabandaki mıknatıs grubunun esas çekim kaynağı olması nedeniyle, küçük boyutlu çalışmalarda form tabana yakın konumlandığından şekillenme tepkisi güçlü olmuştur. Ancak büyük boyutlu veya hacimli çalışmalarda, formun kendi yüksekliğinden dolayı, manyetik şekillendirmenin uygulanacağı üst yüzey alt mıknatıs grubundan doğal olarak uzaklaşmakta ve mesafeye bağlı olarak alt grubun manyetik alan şiddeti bu bölgede zayıflamaktadır.

Bu durumda alt gruptan uzaklaşan üst yüzeyde şekillenmeyi tetikleyebilmek adına üst mıknatıs grubundan yararlanılmak istenmiş, fakat burada da mesafe ve alan dengesine dayalı ciddi bir fiziksel çıkmazla karşılaşmıştır. Yüzeydeki iğnemsî formların dikey doğrultuda uzayabilmesi ve rahatça uygulama yapılabilmesi için belirli bir fiziksel mesafeye ihtiyaç duyulmaktadır; dolayısıyla üst mıknatıs grubu çalışma yüzeyine çok fazla yaklaştırılamamaktadır. Manyetik kuvveti artırmak adına olabildiğince yaklaştırıldığı sınırlarda ise hem iğnelerin büyüyeceği alan kalmamakta hem de alt grubun dikey yönlendirici desteği yetersiz kaldığından, yüzeydeki sivri çıkıntılar yalnızca üst mıknatısın kutup merkezine doğru yönelerek piramit benzeri bir biçimde merkeze çekilmektedir. Bu biçimsel deformasyonu engellemek için mesafe artırılıp üst grup yukarı doğru yaklaştırıldığında ise, bu kez manyetik alan şiddeti kritik seviyenin altına düşmekte ve yüzeydeki şekillenme tepkisi neredeyse tamamen yok olmaktadır. Yapılan bu denemeler; üst mıknatıs grubunun, alt grubun kılavuzluğu ve çekim desteği olmadan, büyük hacimli formların tepe noktalarında tek başına dengeli ve etkili bir biçimlendirme sonucu

üretemediğini açık bir şekilde göstermiştir.

Söz konusu bu mesafesel çıkmazı ve yönsel sınırlandırmaları aşmak adına, büyük boyutlu formlarda şekillendirmenin gerçekleştirileceği ilgili bölümler bisküvi pişirimi öncesinde ana gövdeden kesilerek ayrılmıştır. “Parçalı Şekillendirme Tekniği” olarak adlandırılabilen bu yöntem sayesinde ayrılan parça, alt tablaya (alt mıknatıs grubuna) olabildiğince yakın konumlandırılarak biçimlendirme işlemi tamamlanmıştır. Ancak bu işlem sırasında, kesilerek ayrılan parçanın alt tabana tam olarak oturmadığı durumlarda, üzerine eklenen sulu karışımın yarattığı ekstra mekanik yük ve ani nem transferi sebebiyle yüzeyde yapısal çökmeler meydana gelebilmiştir. Bu fiziksel deformasyon riskini önlemek ve form bütünlüğünü korumak adına, parçanın boşlukta kalan alt kısımlarına çamurdan geçici destek pilonları (taşıyıcı ayaklar) yerleştirilmesinin yapısal kararlılığı sağlamada oldukça faydalı olduğu görülmüştür.

Manyetik alanla biçimlenen kompozit karışım, düzenek üzerinde kendi ağırlığıyla yığılmayacak kuruluğa ve kuru dayanıma ulaştıktan sonra parça düzeneden alınmış; balçık kıvamlı çamur süspansiyonu yardımıyla kesildiği ana gövdeyle tekrar birleştirilerek rötuşlanmıştır. Dikey ekseninde oluşan bu form etkisinin yapının yan yüzeylerinde de izlenmesi istendiğinde aynı yöntemle başvurulmuş; ilgili yüzey gövdeden ayrılarak mıknatısların çekim yönüne dik bakacak şekilde düzeneğe yerleştirilmiştir.

Ancak bu yapıcı çözüm, beraberinde malzemenin kuruma karakterine dair yeni teknik güçlükler getirmiştir. Akışkan kompozit karışım, sıvı içermesi nedeniyle uygulandığı bölgede lokal bir nemlenme yaratmış ve bu bölgenin kurummasını karışım uygulanmayan kısımlara kıyasla geciktirmiştir. Bu bölgesel nem farkı ise bünyede çatlama riskini artırmıştır. Ayrıca, kesilerek ayrılan parçanın, yüzeyinde oluşan sivri çıkıntılar kuruyup kendi form stabilitesini kazanana kadar dört tarafı açık olan düzenek üzerinde bekletilmesi zorunlu olmuştur. Bu mecburi bekleme süresi zarfında, düzeneğin açık yapısı nedeniyle ayrılan parça, naylon poşet içinde korunan ana gövdeye kıyasla çok daha hızlı ve fazla kurumuştur. Bu durum, hem parça üzerindeki bölgesel nem farkından kaynaklanan çatlamalara hem de birleştirme aşamasında iki parçanın farklı kuruma küçülmesi nedeniyle birbirine tam olarak oturamamasına veya birleştirme sonrasında çatlamalara yol açabilmiştir.

Söz konusu riski azaltmak, hava akımını yavaşlatarak hızlı ve aşırı kurumayı engellemek amacıyla, düzeneğin açık kenarları streç film veya örtü ile sarılarak lokal bir hava yalıtımı sağlanmış ve kuruma hızı kontrollü bir şekilde düşürülmüştür. Bu bekleme aşamasında, form üzerindeki sivri çıkıntılar henüz yaş, cıvık ve mekanik olarak çok hassas yapıda olduğundan üzeri doğrudan örtülememiş, bu nedenle müdahale yalnızca düzeneğin yan çeperleriyle sınırlandırılmıştır. Ne var ki, düzeneğin çevresini sarmaya dayalı bu müdahale her zaman kesin bir çözüm sunamamış; parçanın bazen yine de beklenenden daha hızlı ve fazla kurumasına bağlı olarak montaj (yerine oturtma) sorunları süreci zorlaştırmaya devam etmiştir. Öte yandan küçük boyutlu çalışmalarda ya da formun dikey konumlanabilen üst yüzeylerinde bu kesme ve ayırma işlemlerine ihtiyaç duyulmadığından, bahsedilen bu yapısal zorluklarla büyük ölçüde karşılaşılmamıştır.

4.4. Oluşturulan Seramik Eserler

Bu bölümde yer alan yapıtlar, Bölüm 3'te ampirik olarak elde edilen manyetik çamur reçetelerinin sanatsal pratiğe aktarılmış örnekleridir. Biçimlendirme süreçlerinde, formların boyutuna ve yapısına göre bazen gövdeyi keserek alt mıknatısa yaklaştırmayı sağlayan "Parçalı Şekillendirme Tekniği" benimsenmiş, bazen de kesme işlemine gerek duyulmadan doğrudan şekillendirme gerçekleştirilmiştir. Karışımların yüzeye uygulanmasında spatula ve şırınga gibi araçlardan yararlanılmış; büyük hacimli formların kesilen parçalarında karşılaşılan çökme riskleri ise geçici çamur pylonlarla (desteklerle) dengelenmiştir. Yapıtlarda kullanılan demir tozları, tedarik süreçlerine bağlı olarak farklı üretim partilerinden oluşmaktadır. Karışım oranları doğrudan yapıt künyelerine yansıtılmıştır.

My Lodestone (Mıknatıs Taşım) serisinin tasarım sürecinde, doğada kendiliğinden manyetik karakter gösteren “mıknatıs taşlarının” (*lodestone*) ham yapısından ve bu taşların yüzeyinde biriken demir tozlarının oluşturduğu organik morfolojiden ilham alınmıştır. Taşın kütleli durağanlığı ile sivri çıkıntıların sanki her an hareket edecekmiş veya büyüyecekmiş gibi duran dinamizmi arasındaki tezatlık ile yapıta zamansal bir gerilim ve canlılık hissi kazandırmak amaçlanmıştır (Görsel 88-91).



Görsel 88. Simge Okudur, *My Lodestone I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 89. Simge Okudur, *My Lodestone I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C, (Detay). (Kişisel Arşiv).



Görsel 90. Simge Okudur, *My Lodestone II*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 91. Simge Okudur, *My Lodestone II*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C, (Detay). (Kişisel Arşiv).

My Nudibranch (Benim Deniz Tavşanım) serisinin tasarım sürecinde, "deniz tavşanı" (*nudibranch*) olarak adlandırılan deniz canlılarından, onların yüzey desenlerinden ve sırt bölgelerinde yer alan, "cerata" ismi verilen uzantılarının morfolojik yapısından ilham alınmıştır (Görsel 92-94). Biyolojik yapıda bu uzantılar, canlının özellikle "aeolid" grubuna ait türlerinde, tükettiği zehirli organizmaların yakıcı kapsüllerini (*nematokist*) sindirmeden uç kısımlarında depolayarak bir savunma ve silahlanma mekanizması oluşturmasını sağlamaktadır.

Serinin ilk çalışması olan *Nudibranch Aeolid I*'de, sivri çıkıntıların uç kısımlarına yapılan küçük ve kontrast renkli boya dokunuşları ile canlının doğasındaki bu gizli, tehlikeli ve aposematik (uyarı renklenmesine dayalı) savunmacı yönüne gönderme yapılmıştır (Görsel 92, 93). Formun keskin uçları, yalnızca manyetik bir kuvvetin izi olmakla kalmayıp, doğadaki hayatta kalma ve korunma refleksiyle ilişkilendirilerek kavramsal bir çerçevede yorumlanmıştır.



Görsel 92. Simge Okudur, *Nudibranch Aeolid I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 93. Simge Okudur, *Nudibranch Aeolid I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay). (Kişisel Arşiv).

Serinin ikinci çalışması olan Nudibranch Cell'in (Deniz Tavşanı Hücresi'nin) tasarım sürecinde, bu canlıların genel doku ve biçimlerinin hücresel bir yapıyı çağrıştırmasından yola çıkılmış; bu görsel benzetme soyut olarak yansıtılmaya çalışılmıştır (Görsel 94).



Görsel 94. Simge Okudur, *Nudibranch Cell*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).

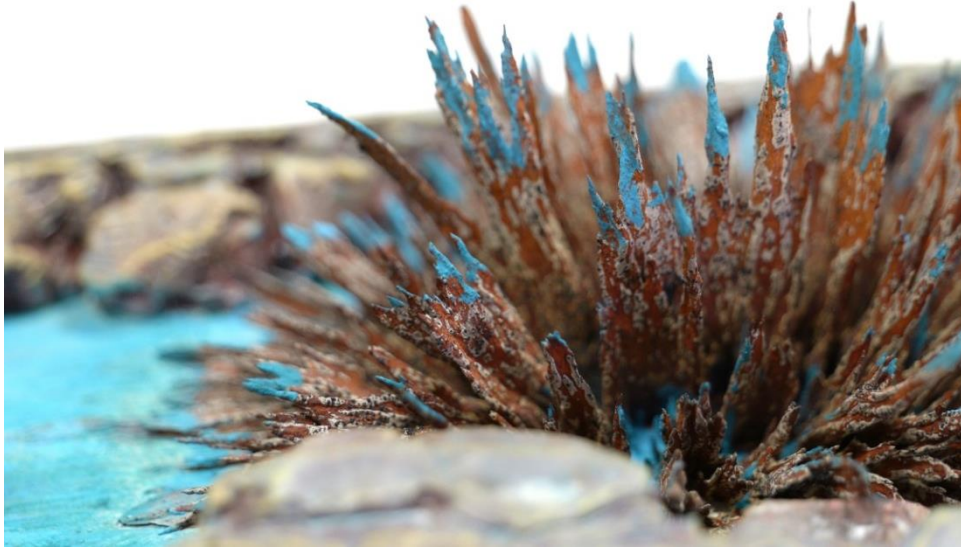
Biota of Tide Pool (Gelgit Havuzunun Biyotası) serisinin tasarım sürecinde, gelgit esnasında kayalık kıyılarda suların çekilmesiyle oluşan doğal havuzcuklardan ve bu havuzların barındırdığı zengin mikro ekosistemden ilham alınmıştır. Gelgit havuzları; anemonlar, deniz tavşanları, yosunlar ve kabuklular gibi hem bitkisel hem hayvansal organizmaların bir arada var olduğu, kendine özgü birer biyotaya (canlı topluluğuna) sahiptir. Serinin ilk çalışması olan *Biota of Tide Pool I*'in zemininde deniz suyunu temsil etmek üzere mavi renk tercih edilmiş, etrafı kaya formlarıyla çevrelenerek havuz yapısı oluşturulmuştur. Havuzun içinde yer alan sivri uzantılar ise bu biyotada yaşayan canlı organizmaları simgelemektedir (Görsel 95-97).



Görsel 95. Simge Okudur, *Biota of Tide Pool I*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 96. Simge Okudur, *Biota of Tide Pool I*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay I). (Kişisel Arşiv).

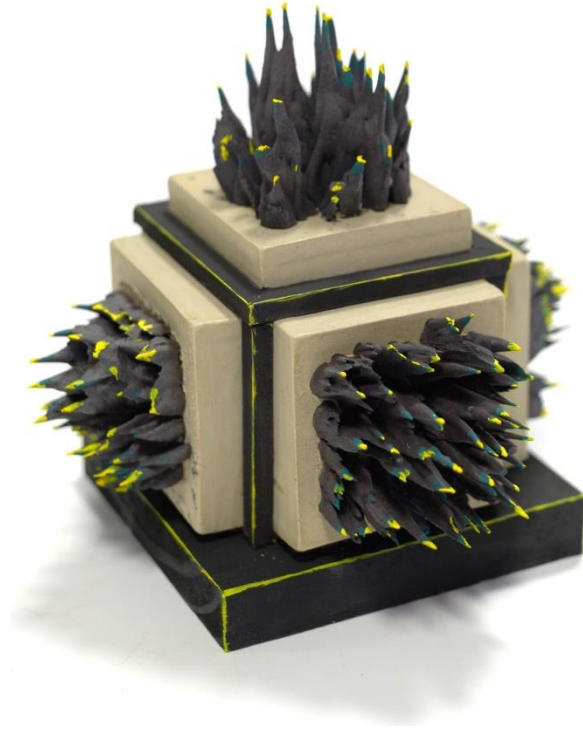


Görsel 97. Simge Okudur, *Biota of Tide Pool I*, 2026, Seramik, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay II). (Kişisel Arşiv).

Modular Plates (Modüler Plakalar) serisinde mıknatısla şekillendirme tekniğinin ve farklı karışım oranlarının test ediliş sürecinden kalan çeşitli deneme plakaları, modüler parçalar halinde bir araya getirilerek bütüncül bir kurgu içerisinde değerlendirilmiştir. Tek başlarına birer deney numunesi olan bu bağımsız plakalarla, uygulama sürecinin kendisini birer bellek katmanı olarak estetik birer nesneye dönüştürmek amaçlanmıştır (Görsel 98, 99, 100,101).



Görsel 98. Simge Okudur, *Modular Plates I*, 2026, , Ahşap, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1220°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 99. Simge Okudur, *Modular Plates II*, 2026 , Ahşap, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1220°C. (Kişisel Arşiv).

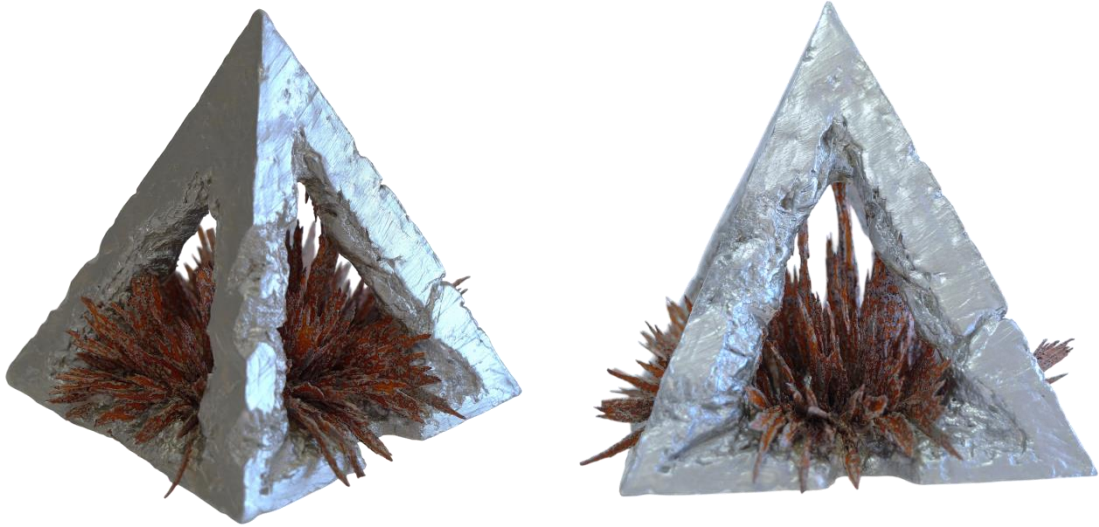


Görsel 100. Simge Okudur, *Modular Plates III*, 2026 , Ahşap, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 101. Simge Okudur, *Modular Plates III*, 2026, , Ahşap, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C (Detay). (Kişisel Arşiv).

From Outer Space (Uzaydan Gelen) serisinde uzaydan ilham alınmış; bu serideki çalışmaların dünya dışından yeryüzüne düşen kozmik birer parça hissi uyandırması amaçlanmıştır (Görsel 102).



Görsel 102. Simge Okudur, *From Outer Space I*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 103. Simge Okudur, *Magnetic Wood I*, 2026, Ahşap, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1220°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 104. Simge Okudur, *Magnetic Strawberry*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 105. Simge Okudur, *Magnetic Ball*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1040°C. (Kişisel Arşiv).



Görsel 106. Simge Okudur, *İsimsiz*, 2026, Stoneware, Elle ve mıknatısla şekillendirme, 1250°C. (Kişisel Arşiv).

SONUÇ

Çağdaş seramik sanatında yenilikçi bir şekillendirme yöntemi sunan "mıknatısla seramik şekillendirme" tekniği, bu tez kapsamında sistematik bir şekilde ele alınarak literatürdeki teorik ve pratik veri boşluğunu doldurmayı hedeflemiştir. Aynı zamanda seramik sanatında kullanılabilirliği denenmiş ve bu teknikle özgün eserler üretilebilmiştir.

Araştırma süresince elde edilen yapısal ve görsel bulgular, tekniğin yalnızca tek bir parametreye bağlı olmadığını, aksine malzeme özellikleri ile fiziksel kuvvetlerin bütünsel etkileşimiyle şekillendiğini ortaya koymuştur. Şekillendirme sürecinde form morfolojisi, reolojik kararlılık ve kuru mekanik direnç birlikte belirlenmektedir. Bu durum karışımın kıvamı, demir tozunun yapısı, polimerik bağlayıcılar ve mıknatıs kutuplarının ortak bir sonucudur.

Sürecin pişirim ve sırlama boyutu ise kompozit bünyelerin yapısal kırılma dayanımını azaltmak ve sanatsal yüzey niteliklerini nihai formuna ulaştırma amacını taşımaktadır. Çalışmada kullanılan bazı ticari demir tozlarının, seramik bünye ile yetersiz bağ kurarak bünyesel zayıflıklara ve dağılma/tozlaşma sorunlarına yol açtığı gözlemlenmiştir. Bu sorunları gidermek ve bünyeyi sağlamlaştırmak adına uygulanan pişirim programı yapısal dayanıma çok belirgin bir katkı sağlamamıştır. Öte yandan sır tabakasının kalınlığına bağlı olarak, yüzeyde ya pürüzsüz-parlak bir koruyuculuk elde edilmiş ya da aventurin benzeri mat ve metalik parıltılara sahip alternatif sanatsal yüzeyler ortaya çıkmıştır.

Manyetik alanın ve donanımsal kapasitenin getirdiği fiziksel sınırlılıklar (mesafeye bağlı güç kaybı ve morfolojik tek tipleşme eğilimi), bu çalışmada tekniğin geleneksel şekillendirme yöntemleriyle harmanlandığı hibrit bir üretim yaklaşımının geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Sınırlılıklardan özgün tasarım yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu ampirik süreç; gelecekte farklı mikron boyutlarındaki endüstriyel demir tozlarının, alternatif çamur bünyelerinin, farklı katkı maddelerinin ve çeşitli fırın rejimlerinin test edileceği araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır. Ayrıca bu çalışmada benimsenen sanatsal yaklaşım ile üretilen özgün eserlerin manyetik kuvvet-seramik etkileşimi alanında yürütülecek yeni araştırma ve uygulamalara katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Böylece bu çalışmanın bu alanda araştırma yapan sanatçılar ve araştırmacılar için yol gösterici bir kaynak niteliği taşıması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

Archivio Varisco. (2026). Tavole magnetiche. Erişim: 15.03.2026.
<http://www.archiviovarisco.it/portfolio/tavole-magnetiche/>

Artavita. (2025). Sachiko Kodama. Erişim: 19.10.2025.
<https://www.artavita.com/artists/10077-sachiko-kodama>

Artjaws. (2025). Morpho tower - Pearl green & blue. Erişim: 18.10.2025.
<https://www.artjaws.com/en/artjaws-shop/morpho-tower-pearl-green-blue-copier/>

Barnes, Sara. (2017). Interview: Artist creates mesmerizing kinetic sculptures set in motion by human interaction. *My Modern Met*. Erişim: 27.04.2026.
<https://mymodernmet.com/mesple-kinetic-sculpture/>

Basciano, Oliver. (2019). Takis obituary. *The Guardian*. Erişim: 01.03.2026.
<https://www.theguardian.com/artanddesign/2019/aug/16/takis-obituary>

Basulto, David. (2012). The Gravity Stool by Jolan van der Wiel, magnetic innovation. *ArchDaily*. Erişim: 12.04.2026. <https://www.archdaily.com/201154/the-gravity-stool-by-jolan-van-der-wiel-magnetic-innovation>

Cade, DL. (2014). Colorful abstract macro photos created by injecting watercolor into ferrofluid with a magnet. *PetaPixel*. Erişim: 06.05.2026.
<https://petapixel.com/2014/10/23/abstract-colorful-images-created-injecting-watercolors-ferrofluid-magnet/>

Carey-Kent, Paul. (2021). Takis: Magnetic attractions. *Seismopolite*. Erişim: 02.03.2026.
<https://seismamag.com/visual-fine-art/takis-magnetic-attractions>

Chen, R. Y. ve Yuen, W. Y. D. (2003). Review of the high-temperature oxidation of iron and carbon steels in air or oxygen. *Oxidation of Metals*, 59(5), s. 433-468.
<https://doi.org/10.1023/A:1023685905159>

Chin, Andrea. (2012). Jolan van der Wiel uses the power of magnets to shape gravity stool. *Designboom*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.designboom.com/design/jolan-van-der-wiel-gravity-stool/>

Chin, Andrea. (2014). Magnetic Motion by Iris van Herpen x Jolan van der Wiel. *Designboom*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.designboom.com/design/jolan-van-der-wiel-interview-11-16-2014/>

Christies. (2025). Ahmed Mater: 'When you go to Mecca, it's as if you were inside a huge magnetic field'. Erişim: 01.05.2026. <https://www.christies.com/en/stories/ahmed-mater-magnetism-9cd7babf76814f359b320d9e32c47314>

Coey, J. M. D. (2021). History of magnetism and basic concepts. J. M. D. Coey ve S. S. P. Parkin (Ed.). *Handbook of magnetism and magnetic materials* içinde (s. 3-52). Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-63210-6>

Coey, J. M. D. ve Mazaleyrat, F. (2023). History of magnetism. *Reference module in materials science and materials engineering*. Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90800-9.00155-4>

Çini Seramik Boyaları. (2025). Su bazlı medyum. Erişim: 18.04.2025. <https://www.ciniseramikboyalari.com/urun/su-bazli-medyum>

Dikova, T., Kulinich, S. A., Dunchev, V. P. ve Gagov, Y. V. (2023). Failure of porcelain veneering on milled and SLM fabricated titanium alloy with different surface treatment. *Materials Science Forum*, 1104, s. 61-75. <https://doi.org/10.4028/p-43wKgf>

Etherington, Rose. (2012). Gravity Stool by Jolan van der Wiel wins [D3] Contest. *Dezeen*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.dezeen.com/2012/01/18/gravity-stool-by-jolan-van-der-wiel-wins-d3-contest-at-imm-cologne/>

Finestre sull'Arte. (2026). Grazia Varisco: 10 opere d'arte cinetica degli anni Sessanta in Italia. Erişim: 15.03.2026. <https://www.finestresullarte.info/arte-e-artisti/grazia-varisco-10-opere-arte-cinetica-anni-sessanta-italia>

Fulleylove, Rebecca. (2012). Fabian Oefner. *It's Nice That*. Erişim: 05.03.2026. <https://www.itsnicethat.com/articles/fabian-oefner>

Galleria Futura. (2026). Davide Boriani. Erişim: 10.03.2026. <https://www.galleriafutura.com/artist/davide-boriani>

Gocha, T. (2015). Clay culture: Magnetic clay. *Ceramic Arts Network*. Erişim: 19.04.2026. <https://ceramicartsnetwork.org/ceramics-monthly/ceramics-monthly-article/Clay-Culture-Magnetic-Clay-136498>

Holmes, Kevin. (2012). Ferrofluids go next level technicolor in Fabian Oefner's amazing images. *Vice*. Erişim: 05.03.2026. <https://www.vice.com/en/article/ferrofluids-go-next-level-technicolor-in-fabian-oefners-amazing-images/>

Hu, Ray. (2014). Jolan van der Wiel: Magnetism meets architecture. *Core77*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.core77.com/posts/27334/This-Week-in-Experimental-Sculpture-Jolan-Van-der-Wiels-Magnetic-Clay-n-Keplers-Dream-Realized-via-3D-Printing>

Kodama, Sachiko. (2025a). About Artist. *Sachiko Kodama Official Website*. Erişim: 17.10.2025. <https://www.sachikokodama.com/en/biography-en/>

Kodama, Sachiko. (2007). Morpho Towers: Two Standing Spirals. *Sachiko Kodama Official Website*. Erişim: 18.10.2025. <http://www.kodama.hc.uec.ac.jp/spiral/>

Kodama, Sachiko. (2008). Ferrofluid sculptures: Creating dynamic 3D forms with magnetic fluid. Erişim: 18.10.2025. <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/1349026.1349042>

Kodama, Sachiko. (2017). Sachiko Kodama - artist statement and interview. *Sachiko Kodama Official Website*. Erişim: 18.10.2025. <http://www.ru.uec.ac.jp/e-bulletin/topics/2017/three-dimensional-dynamics-of-ferrofluid-sculptures.html>

Kodama, Sachiko ve Takeno, M. (2026). Protrude, Flow. Erişim: 20.01.2026. www.kodama.hc.uec.ac.jp/project/protrude.html

Larousse. (2026). Davide Boriani. *Dictionnaire de la peinture*. Erişim: 10.03.2026.
https://www.larousse.fr/encyclopedie/peinture/Davide_Boriani/151230

LibreTexts. (2026a). 12.2: Magnet. Erişim: 17.04.2026.
[https://phys.libretexts.org/Courses/Coalinga_College/Physical_Science_for_Educators_\(CID%3A_PHYS_14\)/12%3A_Magnetism/12.02%3A_Magnet](https://phys.libretexts.org/Courses/Coalinga_College/Physical_Science_for_Educators_(CID%3A_PHYS_14)/12%3A_Magnetism/12.02%3A_Magnet)

LibreTexts. (2026b). 12.5.1: Electromagnet. Erişim: 17.04.2026.
[https://phys.libretexts.org/Courses/Coalinga_College/Physical_Science_for_Educators_\(CID%3A_PHYS_14\)/12%3A_Magnetism/12.05%3A_Electromagnetism/12.5.01%3A_Electromagnet](https://phys.libretexts.org/Courses/Coalinga_College/Physical_Science_for_Educators_(CID%3A_PHYS_14)/12%3A_Magnetism/12.05%3A_Electromagnetism/12.5.01%3A_Electromagnet)

LibreTexts. (2026c). 2.12: Magnetic properties. Erişim: 17.04.2026.
https://chem.libretexts.org/Courses/University_of_Alberta_Augustana_Campus/AUCHE_110_-_General_Chemistry_I/02%253A_Atomic_Structure_and_Periodic_Trends/2.12%253A_Magnetic_Properties

LibreTexts. (2026d). 8.3: Natural magnetism. Erişim: 17.04.2026.
https://chem.libretexts.org/Courses/Madera_Community_College/Concepts_of_Physical_Science/08%253A_The_Amazing_Connections_Between_Magnets_and_Light_Switches/8.03%253A_Natural_Magnetism

LibreTexts. (2026e). 6.2: Magnets, electromagnets, and magnetic matter. Erişim: 17.04.2026.
https://phys.libretexts.org/Courses/Georgia_State_University/GSU-TM-Physics_II_%25282212%2529/06%253A_Sources_of_Magnetism_Magnetic_Forces_and_Fields/6.02%253A_Magnets_Electromagnets_and_Magnetic_Matter

Madlener, Lysbeth. (2013). Ninety minutes of frame: Jolan van der Wiel. *Frame*. Erişim: 19.04.2026. <https://frameweb.com/article/ninety-minutes-of-frame-jolan-van-der-wiel/>

Mah, Hailey. (2019). Magnetic T at the New Media Gallery. *Peripheral Review*. Erişim: 22.03.2026. https://www.peripheralreview.com/magnetic_t-at-the-new-media-gallery/

- Mater, Ahmed. (2026a). Biography. *Ahmed Mater*. Erişim: 01.05.2026. <https://www.ahmedmater.com/biography>
- Mater, Ahmed. (2026b). Magnetism III. *Ahmed Mater*. Erişim: 01.05.2026. https://www.ahmedmater.com/artworks/artwork/ahmed_mater_magnetism_iii_2012_220x_276cm
- Merriam-Webster. (2026a). Magnet. *Merriam-Webster.com dictionary*. Erişim: 16.01.2026. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/magnet>
- Merriam-Webster. (2026b). Magnetism. *Merriam-Webster.com dictionary*. Erişim: 16.01.2026. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/magnetism>
- Mesple, Eric. (2026a). Biography. Erişim: 27.04.2026. <https://www.mesple.com/follow>
- Mesple, Eric. (2026b). Mesplé: Technology art. Erişim: 27.04.2026. <https://www.mesple.com/mesple-technology-art>
- Mills, Allan A. (2004). The lodestone: History, physics, and formation. *Annals of Science*, 61(3), s. 273–319. <https://doi.org/10.1080/00033790310001642812>
- Nechvatal, Joseph. (2015). The irresistible pull of Takis's magnetic fields. *Hyperallergic*. Erişim: 01.03.2026. <https://hyperallergic.com/the-irresistible-pull-of-takiss-magnetic-fields/>
- Oefner, Fabian. (2013). Psychedelic science [Video]. *TED*. Erişim: 05.03.2026. https://www.youtube.com/watch?v=Mh3_wYHdeVs
- Onassis Foundation. (2026). Takis: Works at the Onassis. *Onassis Cultural Center*. Erişim: 03.03.2026. <https://www.onassis.org/art/exhibitions/takis-works-at-the-onassis-ready>
- OpenStax. (2026a). 22.1 Magnets. *College Physics 2e*. Erişim: 17.04.2026. <https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/22-1-magnets>

OpenStax. (2026b). 22.2 Ferromagnets and electromagnets. *College Physics 2e*. Erişim: 17.04.2026. <https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/22-2-ferromagnets-and-electromagnets>

OpenStax. (2026c). 22.3 Magnetic fields and magnetic field lines. *College Physics 2e*. Erişim: 17.04.2026. <https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/22-3-magnetic-fields-and-magnetic-field-lines>

Pe Lang. (2026). Pe Lang. Erişim: 22.03.2026. <https://www.pelang.ch/pelang.html>

Physics World. (2019). Magnetism, light and sound - a Takis retrospective. *Physics World*. Erişim: 03.03.2026. <https://physicsworld.com/a/magnetism-light-and-sound-a-takis-retrospective/>

Princessehof. (2026). Jolan van der Wiel. Erişim: 11.04.2026. <https://www.princessehof.nl/en/see-and-do/exhibitions/design-5-jolan-van-der-wiel>

Prime, Richard. (2014). Studio visit: Jolan van der Wiel. *Cool Hunting*. Erişim: 19.04.2026. <https://coolhunting.com/design/studio-visit-jolan-van-der-weil/>

Programmed Art. (2026a). Gruppo T. Erişim: 10.04.2026. <https://www.reprogrammed-art.cc/library/34/Gruppo-T>

Programmed Art. (2026b). Davide Boriani. Erişim: 10.03.2026. <https://www.reprogrammed-art.cc/library/10/>

Programmed Art. (2026c). Superficie magnetica n. 6. Erişim: 10.03.2026. <https://www.reprogrammed-art.cc/library/27/Superficie-magnetica-n.-6>

Programmed Art. (2026d). Superficie magnetica n. 1 [Video]. *YouTube*. Erişim: 10.03.2026. <https://www.youtube.com/watch?v=KYv-yxCIFc>

Programmed Art. (2026e). Tavola magnetica lineare variabile. Erişim: 15.03.2026. <https://www.reprogrammed-art.cc/library/97/Tavola-magnetica-lineare-variabile>

Programmed Art. (2026f). Sferisterio. Erişim: 15.03.2026. <https://www.reprogrammed-art.cc/library/101/Sferisterio>

Raw & Refined. (2025). Iron sand & magnets [Video]. *YouTube*. Erişim: 12.04.2026. <https://www.youtube.com/watch?v=MmKdzh4cknQ>

Rohrig, Brian. (2021). The mesmerizing pull of ferrofluids. *ChemMatters*. Erişim: 17.10.2025. <https://www.acs.org/education/chemmatters/articles/the-mesmerizing-pull-of-ferrofluids.html>

Roy, S. B. (2023). A short history of magnetism and magnetic materials. *Experimental techniques in magnetism and magnetic materials* s. 3–12. Cambridge: Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/experimental-techniques-in-magnetism-and-magnetic-materials/short-history-of-magnetism-and-magnetic-materials/4A9E4A96BDB6830C5565F1191EDA931E>

Say Who. (2021). Sachiko Kodama: Vision Gate, Gravity Garden. Erişim: 18.10.2025. <https://saywho.co.uk/interviews/sachiko-kodama-vision-gate-gravity-garden/>

Stanford Magnets. (2025). Types of magnets: A comprehensive overview. Erişim: 16.04.2026. <https://www.stanfordmagnets.com/types-of-magnets-a-comprehensive-overview.html>

Stanford Magnets. (2026a). Neodymium magnets. Erişim: 16.04.2026. <https://www.stanfordmagnets.com/neodymium-magnets.html>

Stanford Magnets. (2026b). Ceramic ferrite magnets. Erişim: 16.04.2026. <https://www.stanfordmagnets.com/ceramic-ferrite-magnets.html>

Stephenson, T. ve Dodson, A. (2026). Keep it moving: Collections. *Getty Publications*. Erişim: 04.03.2026. <https://www.getty.edu/publications/keepitmoving/collections/7-stephenson/>

Stinson, Liz. (2014). A magical machine that grows ceramic chairs with magnets. *Wired*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.wired.com/2014/07/a-freaky-iron-clay-thats-shaped-using-magnets/>

T Magnet. (2025). What are the 4 types of permanent magnets? Erişim: 16.04.2026. <https://www.tt-magnet.com/permanentmagnets.html>

Takis Foundation. (2026). Biography. Erişim: 05.03.2026. <https://takisfoundation.org/biography/>

Tate. (2026a). Introducing Takis. Erişim: 01.03.2026. <https://www.tate.org.uk/art/artists/takis-2019/introducing-takis>

Tate. (2026b). Takis exhibition guide. Erişim: 07.03.2026. <https://www.tate.org.uk/whats-on/tate-modern/takis/exhibition-guide>

The American College of Greece. (2026). Takis biography. *ACG Art*. Erişim: 07.03.2026. <https://acgart.gr/ACG-COLLECTION/ARTISTS/T/Taki/Taki-bio.htm>

Treccani. (2026). Davide Boriani. *Enciclopedia*. Erişim: 10.03.2026. <https://www.treccani.it/enciclopedia/davide-boriani/>

Treggiden, Katie. (2014). Magnetised clay defies gravity to form ceramics by Jólán van der Wiel. *Dezeen*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.dezeen.com/2014/07/06/jolan-van-der-wiel-magnetism-meets-architecture-ceramics/>

Van der Wiel, Jolan. (2021). The magnetising Jolan van der Wiel. *NGV Magazine*. Erişim: 19.04.2026. <https://www.ngv.vic.gov.au/essay/the-magnetising-jolan-van-der-wiel/>

WashU, Kemper Art Museum. (2026). Davide Boriani, Superficie magnetica. Erişim: 10.03.2026. <https://sites.wustl.edu/multiplied/items/davide-boriani/#content>

White Cube. (2024). Takis: Paris 2024. Erişim: 09.03.2026. <https://www.whitecube.com/gallery-exhibitions/takis-paris-2024>

Wired. (2020). Obsessed: How this artist makes magnetic fluid sculptures [Video]. YouTube. Erişim: 27.04.2026. <https://www.wired.com/video/watch/obsessed-how-this-artist-makes-magnetic-fluid-sculptures>

Yamamoto, Yoshiaki. (2017). *The pull of history: Human understanding of magnetism and gravity through the ages*. Singapore: World Scientific Publishing. <https://www.perlego.com/book/854433/the-pull-of-history-human-understanding-of-magnetism-and-gravity-through-the-ages-pdf>

Zhang, C. C., Ye, J. T., Zhang, Y. P., Liao, J. K. ve Li, B. H. (2013). Effect of titanium preoxidation on wrought pure titanium to ceramic bond strength. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(2), s. 106-112. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60025-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60025-6)

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 tezim/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 ... yıl ertelenmiştir. (1)

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

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

14/08/2026

(İmza)

Simge OKUDUR

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

(1) Madde 6.1. Lisansüstü teze 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 korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkânı 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 çıkarılan 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 iş birliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere 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.

ETİK BEYANI

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tez Çalışması Raporu Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu Tez 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 bütününe 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 Çalışması Raporu çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

14/08/2026

(İmza) Simge OKUDUR

YÜKSEK LİSANS SANAT ÇALIŞMASI RAPORU ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Güzel Sanatlar Enstitüsü

Demir Tozu Katkılı Kil Bünyelerin Mıknatıslarla Şekillendirilerek Seramik Eserlerin Oluşturulması

Yukarıda başlığı verilen Tez/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
09/08/2026	115	182288	03/07/2026	2	3010107073

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. (14/08/2026)

Simge OKUDUR

(İmza)

Öğrenci No.: N23139713

Anasanat/Anabilim Dalı: Seramik ve Cam

Program (işaretleyiniz):

Yüksek Lisans	Sanatta Yeterlik	Doktora	Bütünleşik Doktora
X			

DANIŞMAN ONAYI UYGUNDUR.

(Doç. Dr., Hikmet Mutlu YAĞCI, İmza)

MASTER'S THESIS ART WORK REPORT ORIGINALITY REPORT

HACETTEPE UNIVERSITY

Institute of Fine Arts

Creation of Ceramic Artworks By Shaping Iron Powder-Additive Clay Bodies With Magnets

The whole 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
09/08/2026	115	182288	03/07/2026	2	3010107073

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. (14/08/2026)

Simge OKUDUR
Signature

Student No.: N23139713

Department: Ceramic and Glass

Program/Degree:

Master's	Proficiency in Art	PhD	Joint Phd
X			

SUPERVISOR APPROVAL

APPROVED

(Assoc. Prof., Hikmet Mutlu YAĞCI, Signature)

