T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

SERAMİK VE CAM TASARIMI ANASANAT DALI

Yüksek Lisans Tezi

ODUN YAKITLI BİR SERAMİK FIRINI UYGULAMASI

Hazırlayan

Doğukan DEMİR

Danışman

Doç. Efe TÜRKEL

İZMİR / 2023

YEMİN METNİ

"*Seramik ve Cam Tasarımı ASD*" "*Yüksek Lisans Tezi"* olarak sunduğum "*Odun Yakıtlı Bir Seramik Fırını Uygulaması*" adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

…../…../ 2023

Doğukan DEMİR

İmza

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün ……/……/…… tarih ve …… sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin ……. maddesine göre Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı öğrencisi Doğukan DEMİR'in "Odun Yakıtlı Bir Seramik Fırını Uygulaması" konulu tezi incelenmiş ve aday ……/……/…… tarihinde, saat …….'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ……. dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anasanat dallarından jüri üyeleri tarafından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin …….. olduğuna oy …… ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE ÜYE

ÖZET

Seramik pişiriminde odun yakıtlı seramik fırınlarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu fırınlar seramik üretimi için kullanılan en eski fırınlar arasındadır. Tarihsel süreçte yakıt olarak odun kullanılan açık alan veya çukur pişirimi gibi ilkel pişirimler, fırınların gelişiminde önemli bir rol oynamış ve çeşitli odun yakıtlı seramik fırını türlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle Doğu Asya'da ortaya çıkan Anagama, Noborigama gibi karşı çekişli odun yakıtlı fırın türleri seramik sanatına ve üretimine katkıda bulunmuştur.

Odun yakıtlı seramik fırınları, günümüzde birçok sanatçıya ilham olmaktadır. Odun sadece bir yakıt olarak kullanıldığı gibi aynı zamanda odunun yanması sonucu oluşan doğal kül sırları ve indirgen atmosfer koşulları da sanatçıların özgün renk ve dokuda eserler üretmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca kendi fırınını yapma olanağı bulan birçok sanatçı odun yakıtlı fırınları daha verimli hale getirmek için farklı yöntem ve teknikler geliştirmektedir.

Odun yakıtlı seramik fırınlarının en önemli unsurlarından biri hava çekiş sisteminin kurgulanmasıdır. Hangi tür odun yakıtlı seramik fırını olursa olsun çekiş, pişme sürecini ve ürünlerin niteliğini doğrudan etkilemektedir. İyi bir çekişin oluşması için fırına yeterli miktarda hava girişi sağlanmalı, bunun için de yanma odasında bulunan hava giriş kanallarının yeterli oksijen alması ve bacanın yeterli yükseklikte olması gerekmektedir. Pişirim sırasında ise uygun aralıklarla fırını yakıtla beslemeli ve sıcaklık kontrolü yapılmalıdır.

Çalışmada, odun yakıtlı bir seramik fırını tasarımı ve uygulaması yapmak ve bununla birlikte bu fırında eşit ısı dağılımını, hava akış kontrolünü, dumanın ve gazların fırından kontrollü bir şekilde atılmasını sağlamak amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında farklı odun yakıtlı fırınların çekiş türleri incelenmiş, uygulaması yapılacak fırının tasarımı için ise yanma odasının ısı verimliliği göz önünde bulundurularak karşı çekişli fırınların prensipleri ile sınırlandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Odun yakıtlı seramik fırını, seramik fırını tasarımı, seramik fırını, seramik sanatı, seramik

ABSTRACT

Wood-fired ceramic kilns have an important in ceramic firing. These kilns are among the oldest kilns used for the production of ceramics. Primitive firings, such as open firing or pit firing, which used wood as fuel in the historical process, played an important role in the development of kilns and led to the emergence of various types of wood-fired ceramic kilns. Especially crossdraft wood-fired kiln types such as Anagama and Noborigama, which emerged in East Asia, contributed to the art and production of ceramics.

Wood-fired ceramic kilns inspire many artists nowadays. Wood is not only used as a fuel, but also natural ash glazes and reducing atmosphere conditions, which are formed as a result of wood burning, allow artists to produce works of original color and texture. In addition, many artists who have the opportunity to make their own kiln develop different methods and techniques to make wood-fired kilns more efficient.

One of the most important factors of wood-fired ceramic kilns is the construction of the air draft system. Regardless of the type of wood-fired ceramic kiln, the draft directly affects the firing process and the quality of the products. In order to a good draft to occur, sufficient air intake must be provided to the kiln, for this, the air inlet channels in the combustion chamber must receive sufficient oxygen and the chimney must be at a sufficient height. While firing, the kiln should stoke with fuel at appropriate intervals and temperature control should be carried out.

In this work, it is aimed to design and implementation a wood-fired ceramic kiln and to ensure equal heat distribution, air flow control, and controlled removal of smoke and gases from the kiln in this kiln.

Within the scope of the work, the draft types of different wood-fired kilns were examined, and for the design of the kiln to be implemented, it was limited to the principles of the crossdraft kiln, taking into account the heat efficiency of the combustion chamber.

Keywords: Wood-fired ceramic kiln, ceramic kiln design, ceramic kiln, ceramic art, ceramic

ÖNSÖZ

Odun yakıtlı seramik fırınları seramik üretiminin başlangıcından itibaren temel bir pişirim yöntemi olmuştur. Bu fırınların günümüz seramik sanatında da önemli bir yeri bulunmaktadır. Odun yakıtlı fırınlarda pişirilen seramiklerin estetik ve sanatsal değerleri oldukça yüksektir.

Odun yakıtlı seramik fırınlarında çekiş gücünün verimliliği ve ısının kontrol edilebilmesi önemli bir rol oynamakta ve bu tür fırınlar yeni fikirlere ve tasarımlara her zaman açıktır. Çalışma kapsamında odun yakıtlı seramik fırını türleri incelenmiş, farklı türde fırınlara ait olan yanma odası, ürün odası ve fırın rejimi dengeleyici bölgede verimli bir pişirime olanak sağlayan tasarımlardan faydalanılmış ve karşı çekişli bir seramik fırını uygulaması yapılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçlanmasında, tüm deneyim ve desteğini esirgemeyen ve aynı zamanda tez danışmanım Doç. Efe Türkel'e, bilgi birikimi ve yönlendirmeleriyle Dr. Öğr. Üyesi A. Temel Köseler'e, ihtiyaç duyduğum anda yardımlarıyla, desteğiyle ve görüşleriyle yanımda olan Prof. Halil Yoleri'ye ve Öğr. Gör. Füsun Çövenoğlu'na, çalışma süresince manevi desteklerini benden esirgemeyen Arş. Gör. Fadliye Yılmaz'a, maddi ve manevi olarak ihtiyaç duyduğum anda bütün desteğiyle yanımda olan anneme, babama ve kardeşlerime içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ ..... **ii**

TUTANAK ..... **iii**

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xi**

KISALTMALAR ..... **xiv**

GİRİŞ **1**

1. BÖLÜM

ODUN YAKITLI SERAMİK FIRINLARI

1.1. Odun Yakıtlı Seramik Fırınlarının Tanımı ve Tarihçesi **4**

1.2. Odun Yakıtlı Seramik Fırını Türleri **6**

1.2.1. Üstten Çekişli Fırınlar **6**

1.2.2. Alttan Çekişli Fırınlar **7**

1.2.3. Karşı Çekişli Fırınlar **9**

2. BÖLÜM

ODUN YAKITLI SERAMİK FIRINI TASARIMI VE UYGULAMASI

2.1. Odun Yakıtlı Seramik Fırını Tasarımı **12**

2.1.1. Yanma Odası ve Ürün Odası Oranları **14**

2.1.2. Yanma Odası ve Baca Oranları **14**

2.1.3. Yanma Odası ve Hava Çıkış Kanalları Oranları **14**

2.1.4. Hava Giriş Kanalları ve Baca Oranları **15**

2.1.5. Yanma Odası-Ürün Odası Arası Geçiş Kanalı Alan Ölçüleri **15**

2.1.6. Ürün Odası Kemer Ölçüleri **17**

2.1.7. Fırın Rejimi Dengeleyici Bölge **18**

2.2. Fırının Modellenmesi **20**

2.3. Fırının İnşasında Kullanılan Malzemeler **24**

2.4. Fırının İnşası **25**

2.5. Pişirim Aşaması **32**

SONUÇ **36**

KAYNAKÇA **38**

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1- Odun yakıtlı seramik fırını kesiti.....5

Şekil 2- Üstten çekişli fırın çizimi 7

Şekil 3- Üstten çekişli fırın 7

Şekil 4- Alttan çekişli fırın çizimi.....8

Şekil 5- Alttan çekişli fırın.....8

Şekil 6- Karşı çekişli fırın çizimi 9

Şekil 7- Karşı çekişli fırın çizim 10

Şekil 8- Odun yakıtlı seramik fırını kesit ve planı 13

Şekil 9- Odun yakıtlı seramik fırını kesit ve planı 13

Şekil 10- Alttan çekişli odun yakıtlı yanma odasının orijinal çizimi 16

Şekil 11- İndirgen atmosferin sağlandığı tepe noktası ekseni 17

Şekil 12- Soldan sağa: a- b- Fırın rejimi dengeleyici bölge 19

Şekil 13- Fırın rejimi dengeleyici bölge 19

Şekil 14- 1- Beton zemin ve baca 2- Gaz beton 3- Fırın zemini 20

Şekil 15- 4- 4- Yan duvarlar, ikincil hava giriş kanalları, destek hava kanalları ve hava çıkış kanalları 5- Üzengi tuğlaları ve kemer 6- Ürün odası kemeri ve yanma odası mazgalı 21

Şekil 16- 7- Yanma odası duvarları, birincil hava giriş kanalları, odun besleme kanalı ve ürün odası kapı kemeri 8- Yanma odasının kemer ve üzengi tuğlaları ve bu bölümün yan duvarları 9- Metal konstrüksiyon ve izole beton 22

Şekil 17- Fırının ön görünüşü 23

Şekil 18- Fırının yan görünüşü 23

Şekil 19- Fırının arka görünüşü 24

Şekil 20- ……...25

Şekil 21- ……...25

Şekil 22- ……25

Şekil 23- ……26

Şekil 24- ……...…26

Şekil 25- ……26

Şekil 26- ……...…26

Şekil 27- ……...…27

Şekil 28- ……27

Şekil 29- ……..27

Şekil 30- ……..27

Şekil 31- ……..28

Şekil 32- ……..28

Şekil 33- ……..28

Şekil 34- ……..28

Şekil 35- ……..29

Şekil 36- ……..30

Şekil 37- ……..30

Şekil 38- ……..30

Şekil 39-.....30

Şekil 40-.....31

Şekil 41-.....31

Şekil 42- ……..32

Şekil 43- ……..32

Şekil 44-.....34

Şekil 45-.....34

Şekil 46- Sıcaklık grafiği 34

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
bk.	: Bakınız
cm	: Santimetre
cm^2	: Santimetre kare
kg	: Kilogram
mm	: Milimetre
t.y.	: Tarih yok

GİRİŞ

Seramik pişiriminde odunun yakıt olarak kullanılmaya başlanmasıyla seramik fırınları gelişim göstermiştir. Bu gelişimin asıl amacı pişirim sırasındaki ısıyı koruma ve verimli bir pişirimin sağlanmasıdır. Bu doğrultuda, yüzyıllar içinde ihtiyaçların ve üretim anlayışının değişime uğramasıyla, dünyanın farklı coğrafyalarında fırınların çekiş gücü de gelişim kaydederek farklı türde odun yakıtlı seramik fırınları doğmuştur.

Odun yakıtlı seramik fırınlarında havanın fırının içindeki hareketini ifade eden çekiş; fırının tasarımı, yanma bölgesinin konumu ve bu bölgenin bacayla olan ilişkisi gibi unsurlar tarafından oluşturulmaktadır. Çekiş, fırın içindeki ısının dağılımını düzenlemek ve fırın atmosferini kontrol etmekte önemli bir rol oynamaktadır. Bu yüzden havanın gücünü kullanmak ve sıcaklık kontrolü sağlamak için odun yakıtlı fırınlar, odun yandıktan sonra yanma odasından çıkan gazların, ürün odasından baca bağlantı noktasının nereden çekiş yaptığına göre üstten, alttan ve karşı çekişli fırınlar olarak çeşitli türlere ayrılmışlardır. Fırınların bu çeşitliliği ile yüksek dereceli fırınlar ortaya çıkmış ve pişirimde sağlanan verimlilik pişirilen ürünlerin kalitesini değişime uğratmıştır.

Odun yakıtlı seramik fırınları tarihsel süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Odun yakıtlı seramik fırınlarının asıl gelişimi Uzak Doğu'da başlayarak daha sonra buradan tüm dünyaya yayılmıştır. Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle elektrik veya gaz gibi yakıtlarla yapılan pişirimler yaygınlaşmış olsa da odun yakıtlı seramik fırınları hala birçok sanatçı ve kurum tarafından tercih edilmektedir. Özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren sanatçılar arasında oldukça popüler hale gelen odun yakıtlı pişirimler sanatçılara indirgen atmosferde estetik değeri yüksek özgün eserler üretmelerine, pişirimi kontrol etme ve pişirim aşamasına dahil olma gibi olanaklar sağlamıştır.

Bu çalışmanın amacı odun yakıtlı bir seramik fırını tasarımı ve uygulaması yapmak ve bu fırının pişirim aşamasında daha verimli bir yanmanın gerçekleşmesi, çekiş gücünün düzenlemesi ve karbonmonoksit seviyesini azaltmak için yanma odası, ürün odası, baca ve diğer bölümlerin çeşitli tasarımlar doğrultusunda nasıl kullanıldıklarını incelemektir.

Bu çalışmada uygulaması yapılan odun yakıtlı seramik fırını, karşı çekişli fırınların çalışma prensipleri ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca farklı türde fırınlara ait olan ve verimli bir yanmaya yardımcı olabilecek tasarımlardan da yararlanılmıştır.

"Odun Yakıtlı Bir Seramik Fırını Uygulaması" başlıklı yüksek lisans çalışmasının birinci bölümünde; odun yakıtlı seramik fırınlarının tanımı ve tarihçesi genel hatlarıyla ele alınmış ve odun yakıtlı seramik fırını türleri çekişlerine göre üstten, alttan ve karşı çekişli olarak üç başlık altında incelenmiştir. İkinci bölümde; odun yakıtlı seramik fırını tasarımının temel oranları Fred L. Olsen'ın The Kiln Book kitabından yararlanılarak oluşturulmuş, tasarımı yapılan fırının modellenmesi Sketchup programı ile hazırlanmış, fırının inşasında kullanılacak malzemelerin kaynakları ve özellikleri sunulmuş, tasarlanan fırının inşası ve pişirim aşaması gerçekleşmiştir.

1. BÖLÜM

ODUN YAKITLI SERAMİK FIRINLARI

1. BÖLÜM

ODUN YAKITLI SERAMİK FIRINLARI

1.1. Odun Yakıtlı Seramik Fırınlarının Tanımı ve Tarihçesi

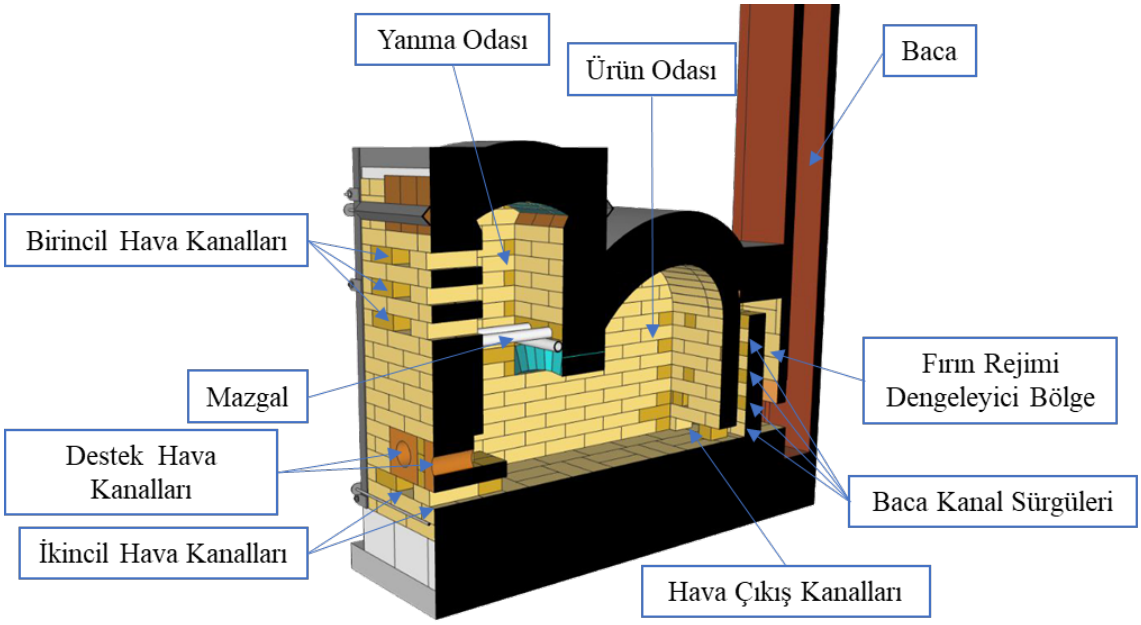
"Odun yakıtlı" terimi odunla yakılan bir fırında pişirilmiş seramik ürünleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Kullanılan fırının tasarımı ne olursa olsun, temel unsurlar bütün fırınlar için aynıdır: Pişirim işlemi, genellikle beş-altı saat ile dokuz-on gün arasında değişebilen süreler boyunca devam edebilmektedir (Minogue ve Sanderson, 2000: 7). Pişirim sırasında sır kullanılmayan ürünlerin yüzeyleri, ateşten gelen küllerin ürünlerin üzerine düşmesi ve pişirim sıcaklığının yeterli yüksekliğe ulaşması ile doğal kül sırıyla kaplanmaktadır. Pişirim sırasında ateşten gelen küller ürün odasına doğru çekilir, ürünlerin üzerine düşer ve pişirim sıcaklığı yeterince yüksekse küller buharlaşarak sır haline gelir ve sonunda doğal bir kül sırı oluşur (Zakin, 2001: 177-179). Fırındaki her bir parçanın konumu, ürünlerin üzerine ne kadar kül birikeceğini ve sonuç olarak yüzeyinde ne kadar kül sırı elde edileceğini belirlemektedir. Bu nedenle ürünler arasında kalan boşluk, ürünlerin şekli kadar önemlidir. Ateşleme süresi, fırının tasarımı ve kullanılan kil bünyesi elde edilen etkilere katkıda bulunan faktörler arasındadır (Minogue ve Sanderson, 2000: 7).

Ateşin kili sert ve dayanıklı bir malzemeye dönüştürme gücü keşfedildiği zamandan bu yana kille şekillendirilen nesnelerin pişirimi için çeşitli yakıtların yanında odun da kullanılmaktadır. Yüzyıllar boyunca, farklı ülkelerde, ısıyı koruyup kontrol edebilmek için ateşin çevresini kaplayan farklı fırın türleri ortaya çıkmıştır. İlk olarak Doğu Asya'da ve çok daha sonraları Avrupa'da 1300 °C'yi aşan sıcaklıklara ulaşabilen ve odun yakıtlı seramik pişirimi yapılan fırınlar geliştirilmiştir. Tarihin farklı dönemlerinde odunun yerini başka yakıtlar almıştır. Örneğin; Kuzey Çin'de fırınları yakmak için kömür kullanımı 10. yüzyılda, İngiltere'deki Staffordshire seramik atölyelerinde ise kömüre geçiş 17. yüzyılda gerçekleşmiştir. 20. yüzyılın başından itibaren sanayileşmiş ülkelerde petrol, gaz ve elektrik giderek daha fazla kullanılmaya başlanmış, bu da odun yakıtının neredeyse tamamen kullanımını durdurmuştur. Ancak,

dünyanın diğer bölgelerinde odun kullanımı kesintisiz olarak devam etmiştir (Minogue ve Sanderson, 2000: 7).

Genel olarak odun yakıtlı seramik fırınlarının içindeki sıcaklığı kontrol etmek için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bunlar yakıtın ve havanın akışını kontrol etmek ve fırının içindeki ürünlerin konumunu ayarlamaktır. Bu sayede fırının içindeki sıcaklığın ve havanın dengesi sağlanmakta, yükseltgen veya indirgen ortamda ürünler düzgün bir şekilde pişirilmektedir.

Odun yakıtlı seramik fırınları yanma odası, ürün odası/odaları ve baca olarak üç ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler odun yakıtlı seramik fırınlarının temel yapı taşlarıdır. Bazı fırınlarda bu bölümler tek bir bölümde de yer alabilmektedir. Bu bölümlere ek olarak odun yakıtlı seramik fırınlarında birincil ve ikincil hava kanalları, mazgal, hava çıkış kanalları, fırın rejimi dengeleyici bölge ve baca kanal sürgüsü/sürgüleri gibi bölümler de yer almaktadır (bk. Şekil 1). Fırının doğru bir şekilde çalışabilmesi her bölümün doğru bir şekilde tasarlanması önemlidir.



Şekil 1- Odun yakıtlı seramik fırını kesiti

Tasarım: Doğukan Demir

1.2. Odun Yakıtlı Seramik Fırını Türleri

Seramik ürünlerin pişirilmesi için kullanılan odun yakıtlı seramik fırınları çekişlerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmada belirleyici olan unsurlar yakıtın türü, alevin seramik bünyedeki etkisi, fırının şekli, iç atmosferi ve çalışma prensibidir. Çekiş işlemi sırasında yakıtın yanmasından oluşan gazların molekülleri ısınarak genleşir, seyrelir ve hafifler. Bu yüzden gazlar, ortamda bulunan havadan daha hafif olduğu için birim yüzeye uygulayacağı basınç azalır ve yukarıya yükselme eğilimine girer. Bu durum bir seramik fırının herhangi bir bölümünde gerçekleşirse ısıya bağlı olarak çekiş gücü artar veya azalır. Çekiş gücü ise baca yüksekliği, fırının şekli, çalışma prensibi, hacmi, izolasyonuna ve yakılan yakıtın türüne göre değişiklik gösterebilmektedir.

Genellikle odun yakıtlı seramik fırınlarındaki çekiş sistemi, fırının yanma odasının çevresinde yer alan hava kanalları ve üst tarafında yer alan baca/bacalar arasındaki farktan yararlanır ve bir vakum etkisi yaratır. Bu vakum, çekiş sistemi ile kontrol edilerek fırının içindeki sıcaklığı artırır ve seramik ürünlerin istenen sıcaklığa ulaşmasına yardımcı olur.

Odun yakıtlı seramik fırınları çalışma prensiplerine göre yakıt yandıktan sonra yanma odasından çıkan gazların, ürün odasından baca bağlantı noktasının nereden çekiş yaptığına göre üstten, alttan ve karşı çekişli olarak üç başlık altında incelenmektedir.

1.2.1. Üstten Çekişli Fırınlar

Sıcak gazların ürünlerin arasından geçerek yukarıya doğru çıktığı bir fırın türüdür. Bilinen en basit fırın tasarımıdır ve baca gerektirmez. Çekiş, tipik olarak sıcak gazların yanmanın gerçekleştiği bölümden, ürünlerin olduğu odadan geçerek bir kubbedeki bacadan çıkarak sağlanır. Genelde fırınların hava giriş kanalları, yanmanın sağlanacağı bölümün yanlarında veya alt bölgesinde bulunur. Ürün odasındaki ısı, delikli bir zemin veya bir tavan bölmesi ile korunur. Bu basit tasarımın dezavantajı, alevler çıkışa

giden en doğrudan geçişleri tercih eğiliminde olduğundan, ürünlerdeki sıcaklığın homojenliğini sağlamanın zor olmasıdır (Hamer ve Hamer, 2004: 373).

İlkel fırınların duvarlarının daha yüksek inşa edilmeye başlanması ve yanma odasını doğrudan ürünlerin altına yerleştirilmesi üstten çekişli fırınların doğmasına neden olmuştur. Bu fırınlar Doğu-Güney Akdeniz çevresinde ve Orta Doğu'dan Kuzey Afrika'ya ve İspanya'ya kadar birçok bölgede görülmüştür (Olsen, 2001: 125). Bilinen en popüper üstten çekişli fırınlar, Avrupa'da 18. yüzyıldan 20. yüzyılın ortalarına kadar kullanılan şişe fırınlardır (Hamer ve Hamer, 2004: 37).



Şekil 2- Üstten çekişli fırın çizimi (Hamer ve Hamer, 2004: 373)



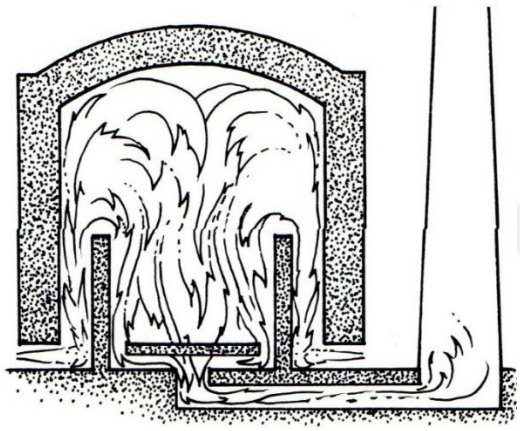
Şekil 3- Üstten çekişli fırın, Ohio, ABD (Milne: 2023)

1.2.2. Alttan Çekişli Fırınlar

Hava giriş kanallarından başlayan çekiş akımı, yanmanın olduğu bölgeden, ürün odasında dolaşarak ardından zeminde bulunan baca kanallarına doğru yönelen ve bacadan dışarıya doğru hareket sağlayan bir fırın tipidir (Olsen, 2001: 95). Ürünlerin yerleştirilmesiyle ısı, bacaya ulaşmadan önce ürün odası boyunca mümkün olduğu kadar eşit bir şekilde aşağıya doğru yönlendirilir. Hava çıkış kanalı veya bacadaki bir noktada

yükseltgen veya indirgen atmosfer sağlamak için mevcut havayı kontrol edebilen bir baca kanal sürgüsü bulunmaktadır (Hamer ve Hamer, 2004: 114). Bu tip fırın tasarımlarının getirmiş olduğu avantajlar; yakıt tüketimindeki verimliliği, eşit ısı dağılımı, küçük hacimden daha büyük bir hacme genişleme yeteneği ve ürün odasının atmosfer kontrol etme yeteneği olmasıdır (2001: 95).

Alttan çekişli fırınlarda alev çekişinin daha uzun mesafede gerçekleşmesi enerji potansiyelinden tam olarak yararlanılabilmesini sağladığından bu fırınlar Avrupa'da eski şişe fırınlarının yerini almak için geliştirilmiştir (Hamer ve Hamer, 2004: 114; Gregory, 2005: 13).



Şekil 4- Alttan çekişli fırın çizimi
(Hamer ve Hamer, 2004: 114)

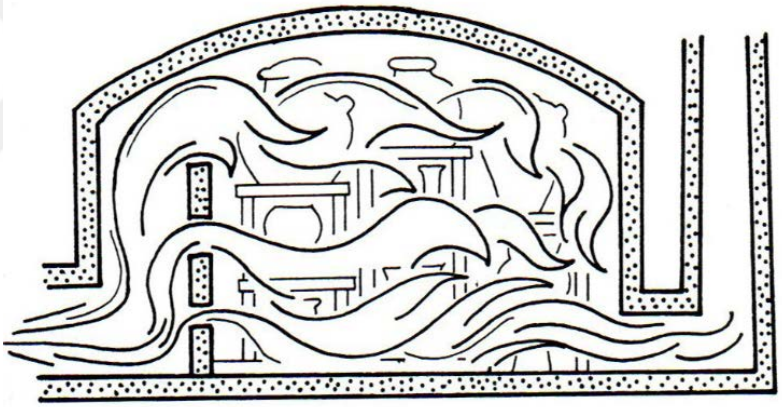


Şekil 5- Alttan çekişli fırın, İngiltere
(Potteries, 2022)

1.2.3. Karşı Çekişli Fırınlar

Karşı çekişli fırınlar, yanma odasından başlayan sıcak gazların ürün odasında dolanımını sağlayarak baca çıkış kanallarına yöneltilmesi ile pişirimin yapılmasını sağlayan bir fırın tipidir (Hamer ve Hamer, 2004: 98-99). Alttan çekişli fırınlarda da olduğu gibi baca kanalı/kanalları, yükseltgen veya indirgen ortamın sağlanması ve kontrol edilebilirliği için baca kanal sürgüsü bulunmaktadır. Bu tip fırınların avantajı, seramik ürünlerin üzerinde kül sırı oluşmasıyla artistik görünümlerin elde edilebilmesidir.

Kore ve Japonya'daki anagama fırınları karşı çekişli fırınlardır. Bu tür tek bölmeli fırınlar, genellikle uzun bir bacaya ihtiyaç duymadan seramik ürünler arasında yeterli çekiş oluşturan sığ bir eğim üzerine inşa edilmektedir (Gregory, 2005: 13).



Şekil 6- Karşı çekişli fırın çizimi
(Hamer ve Hamer, 2004: 99)



Şekil 7- Karşı çekişli fırın

(Proctor, 2020)

2. BÖLÜM

ODUN YAKITLI SERAMİK FIRINI TASARIMI VE UYGULAMASI

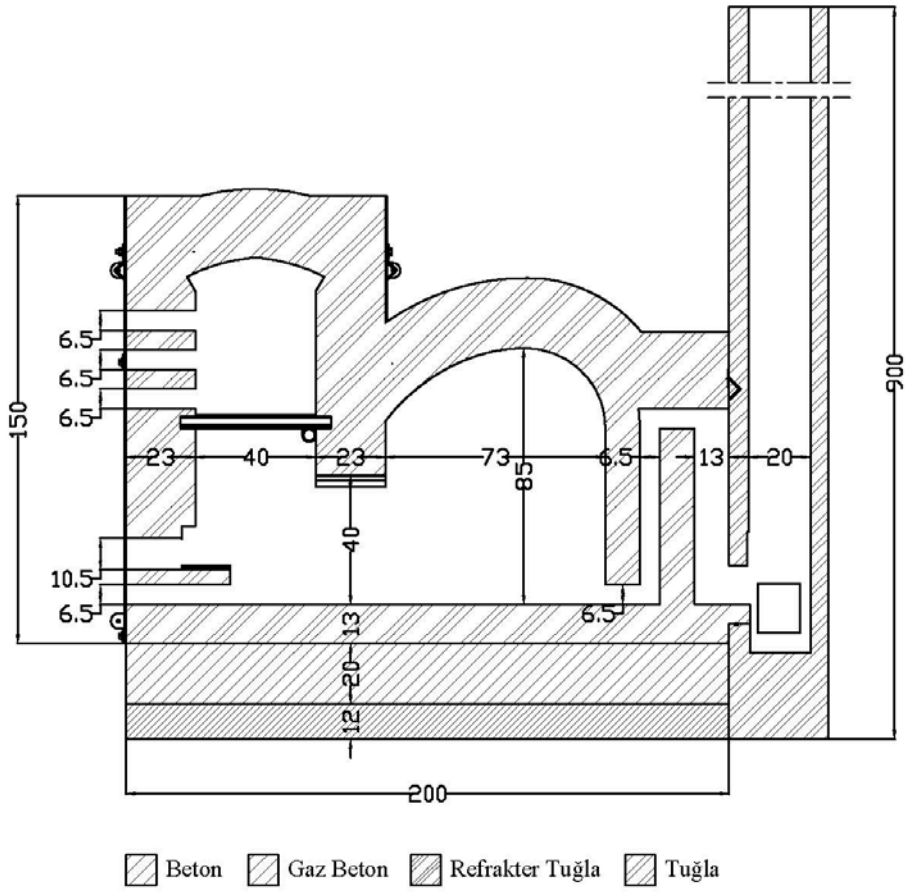
2. BÖLÜM

ODUN YAKITLI SERAMİK FIRINI TASARIMI VE UYGULAMASI

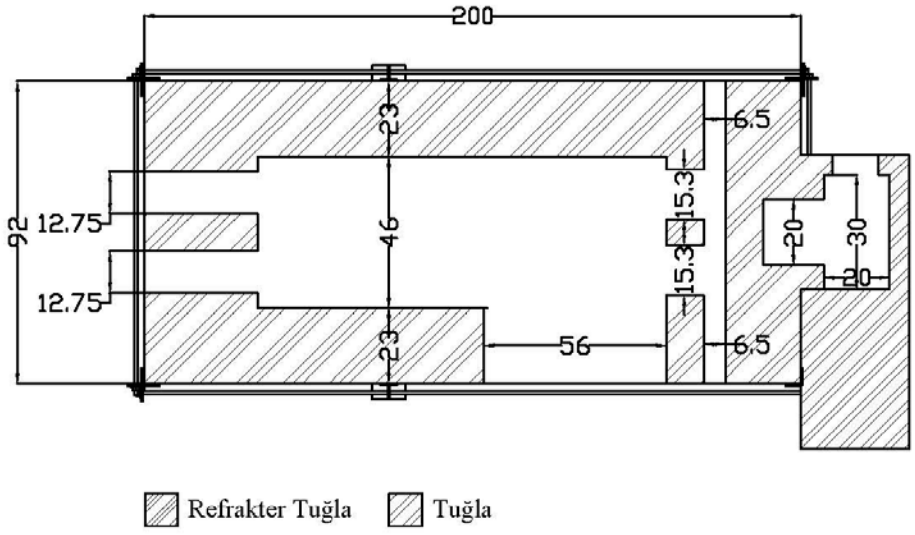
2.1. Odun Yakıtlı Seramik Fırını Tasarımı

Odun yakıtlı bir seramik fırını tasarlamadan önce fırının türü, pişirilecek ürünler, fırın atmosferi, pişirimde kullanılacak yakıt gibi dikkate alınması gereken bazı etkenler bulunmaktadır. Bununla birlikte bu fırınlarında en önemli unsurlardan biri fırının tasarımıdır. Bu yüzden fırın tasarımına başlamadan önce yanma odası, ürün odası, baca ve diğer bölümlerin orantılarının tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada tasarımı yapılacak olan odun yakıtlı seramik fırını karşı çekişli bir fırın olarak planlanmış ve fırın tasarımına başlanmadan önce fırının inşa edilecek yeri ve konumu tespit edilmiştir. Olsen, bir fırın tasarlarken genellikle önce yanma odası ve ürün odasının tasarlanmasını, ardından bacanın yanma odasının boyutuna göre ayarlanmasını vurgulamaktadır (2001: 43). Ancak bu çalışmada fırının uygulanacağı alanda 200x145 cm beton zemin ve iç alanı 600 cm^2 ve yüksekliği 900 cm olan baca sabit olarak bulunduğundan fırının tasarımı bu iki unsur çerçevesinde oluşturulmuştur. Fırının tasarımında yer alan temel oranlar Fred L. Olsen'ın The Kiln Book kitabında yer alan odun yakıtlı karşı çekişli fırınların tasarım ilkelerinden yola çıkılarak elde edilmiştir. Aşağıda çalışma kapsamında tasarımı yapılan odun yakıtlı seramik fırının kesit ve planı yer almaktadır (bk. Şekil 8-9).



Şekil 8- Odun yakıtlı seramik fırını kesit ve planı



Şekil 9- Odun yakıtlı seramik fırını kesit ve planı

2.1.1. Yanma Odası ve Ürün Odası Oranları

Olsen'a göre fırında doğal çekişin sağlanabilmesi için yanma odasının kullanılan yakıtın türüne bağlı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Buna göre, odun yakıtlı fırınlarda ürün odası yanma odasının 2/3 oranında olmalıdır (2001: 43-44). Yanma odasının büyük tutulması, yetersiz yanma durumunun önüne geçilmesini ve hızlı bir yakım yöntemine yöneliktir. Çalışmada, tasarımı yapılan ürün odası ve yanma odasının toplam alanı 5198 cm^2'dir. Toplam alana göre %64,6'sı ürün odasını, %35,4'ünü yanma odasını oluşturmaktadır.

2.1.2. Yanma Odası ve Baca Oranları

Olsen, fırının gerçek kalbi olan, fırın çekiş oranının belirlenmesinin fırın tasarımının en zor ilkesi olduğunu belirtmektedir. Çok küçük baca alanı yerine büyük bir baca alanına sahip olmanın daha iyi olduğunu vurgulamaktadır. Olsen'ın karşı çekişli fırınlar için verdiği bilgiye göre bacanın yanma odasına olan oranı; iki yanma odasına sahip hızlı pişirim yapan fırınlar için 1/10, tek yanma odasına sahip fırınlar için 1/7 veya 1/4'tür (2001: 43). Tasarlanan fırında sabit olarak 600 cm^2'lik bir baca alanı bulunduğundan yanma odası bacanın 1/3'ü oranında tasarlanmıştır. Buna bağlı olarak baca, yanma odasına göre daha büyük olduğundan doğal çekişi kuvvetlendirmek adına, hızlı bir yanmayı destekleyici görev almıştır. Bununla birlikte çekiş gücünün gereksiz yere yükselmesinin önüne geçmek için baca kanal sürgüleri ve fırın rejimi dengeleyici bölge ile çekişin kontrolü sağlanmıştır.

2.1.3. Yanma Odası ve Hava Çıkış Kanalları Oranları

Olsen, alttan veya karşı çekişli fırınlarda hava çıkış kanallarının fırın yapımında kullanılan tuğla boyutlarında veya gerekirse daha küçük yapılmasını gerektiğini, yakıt olarak odun kullanıldığında ise yardımcı bir hava kaynağının sağlanmasını belirtmektedir

(2001: 45). Buna dayanarak hava çıkış kanalları yanma odasının 1/10'u oranında tasarlanmış ve ikincil hava kanallarının üstüne destek hava kanalları eklenmiştir.

2.1.4. Hava Giriş Kanalları ve Baca Oranları

Olsen, hava giriş kanalları ve bacanın alanlarının birbirine eşit oranda olması gerektiğini belirtmektedir (2001: 44-45). Buna dayanarak bacanın toplam alanı hava giriş kanallarına orantılanarak 8 adet hava giriş kanalı (birincil ve ikincil hava giriş kanalları) %11 daha büyük tasarlanmıştır. Bunun nedeni yanma odasında oluşabilecek yetersiz yanmanın (gerektiğinde hava kanallarının kısılmasıyla) önüne geçmektir. Birincil hava giriş kanalları, temel yanma işlemini sağlayan asıl bölgedir. İkincil bölgede başlayan pişirim daha sonra birincil hava kanallarından devam etmektedir. İkincil hava giriş kanalları, fırının yanmanın başladığı ilk bölgedir. Bu bölgede fırın sıcaklığı yükseldikçe, odun miktarının artmasıyla, daha fazla kül ve köz birikmektedir. Bu kanallar pişirim boyunca yanmanın devam etmesini (biriken közün yanmasını) sağlamaktadır. İkincil hava giriş kanallarının üstünde bulunan 2 adet çapı 10,5 cm olan destek hava kanalları da ikincil hava giriş kanalları ile aynı görevi görmektedir.

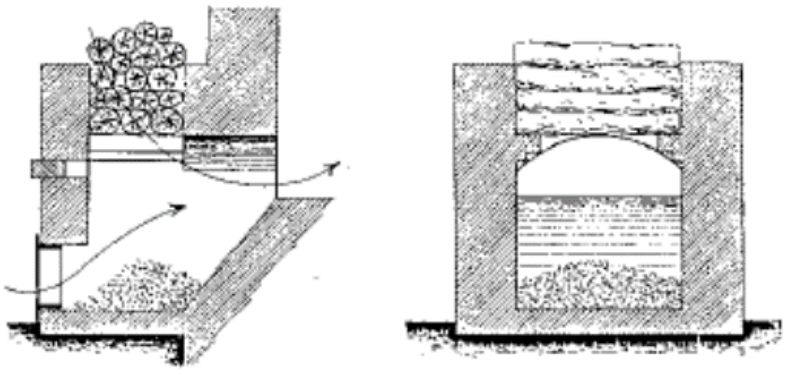
2.1.5. Yanma Odası-Ürün Odası Arası Geçiş Kanalı Alan Ölçüleri

"Bourry box" olarak adlandırılan yanma odası türü, yanmakta olan odunun üstünden gelen hava akımının sıcak gazlara dönerek aşağı yönlü hareketini sağlayan bir yanma odası tasarımıdır (bk. Şekil 10) (Minogue ve Sanderson, 2000: 11). Bu tasarımda yanma odası fırından ayrıdır ve bu oda odunla üstten beslenmektedir. Genellikle alttan veya karşı çekişli fırınlarda kullanılmaktadır. Alevleri yanma odasından çekmek için, gereken çekimi oluşturmaya yardımcı olmak için, uzun bacalar tercih edilmektedir (Oesterritter, 2019: 41).

Bourry box yanma odasının tasarımı kökenleri bilinmemekle birlikte bu tasarım adını ilk olarak Emile Bourry tarafından 1890 yılında yayınlanan A Treatise on Ceramic

Industries (Sevres ve Limoges'daki fabrikalarda bu tür yanma odasını içeren fırınları ele almaktadır) adlı kitabından almıştır (Minogue ve Sanderson, 2000: 11). A Treatise on Ceramic Industries kitabında "Odun Pişirim Yerleri" başlıklı bölümde yanma odasına dair şu bilgiler geçmektedir:

> "1150 °C'nin üzerindeki sıcaklıklara ulaşmak için, çeşitli yanma odaları modelleri kullanılmaktadır. Şekil 10'da gösterilen yanma odası için tüm odunların aynı uzunlukta olması iyi sonuçlar verir. Bu odunlar yanma odasının üst açıklığına yığılır ve iki tuğla çıkıntısına yerleştirilir. Yanma, odunların arasından geçen [birincil] havanın etkisiyle gerçekleşir, alevler Şekil 10'da üst tarafta bulunan ok ile gösterilen yönde ilerler; yanma odasının tabanına düşen korlar, [ikincil] hava girişiyle birlikte kül havalandırma kapısı aracılığıyla, Şekil 10'da alt tarafta bulunan ok ile gösterilen şekilde yanmayı destekler. Bu tür yanma odası, fırınların içine yerleştirilmiştir ve fırınların bir parçasını oluşturur; çok uzun alevler verir ve her türlü seramik ürün pişirimi için uygundur. Yavaş pişirim için odunlar küçültülebilir ve odunların istiflendiği yer için üst açıklık refrakter özellikli bir kapak ile kapatılabilir" (Minogue ve Sanderson, 2000: 11).

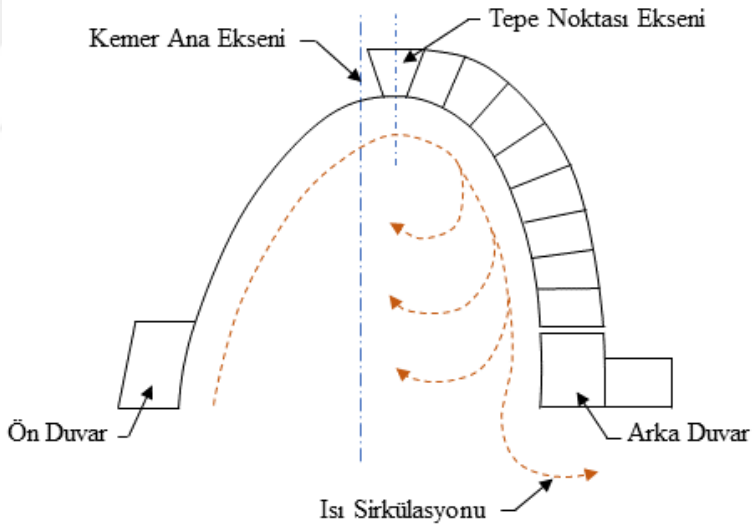


Şekil 10- Alttan çekişli odun yakıtlı yanma odasının orijinal çizimi, 1890 (Minogue ve Sanderson, 2000: 10)

Bu çalışmada yanma odasının tasarımında daha verimli yanmanın gerçekleşmesi, odunların istiflendiği zeminin daha iyi hava sirkülasyonu oluşturması ve karbonmonoksit seviyesini azaltmak için, bourry box tipi yanma odası esas alınmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda 1840 cm^2 yatay alana sahip olan yanma odasının alanı ile yanma odası-ürün odası arası geçiş kanalının dikey ekseni ve kemer yayından oluşan alan birbirine eşit olacak şekilde ~1840 cm^2 olarak tasarlanmıştır.

2.1.6. Ürün Odası Kemer Ölçüleri

Genel olarak odalı fırınların kemer yapısı tek noktadan yarıçap hesaplanarak tasarlanmaktadır. Bu fırınların kemer yapıları kübiktir ve odalarının genişliği ve yüksekliği daha eşittir ve yükseltgen bir ortamın oluşmasına olanak sağlamaktadır. Kyoto odalı fırınlarda ise daha kolay ve kontrollü indirgen ortamın oluşmasına kolaylık sağlamak için bu odalar diğer çok odalı fırınlara göre daha uzun ve dardır. Kyoto odalı fırınlarında ürün odasının tepe noktası fırının arkasına daha yakın ve çift noktadan farklı yarıçaplı bir kemerle tasarlanmaktadır. Kemerin ana ekseninden bu kemerin tepe noktasındaki ekseni fırının arka duvarına doğru kaydırılmaktadır. Ayrıca okla gösterildiği üzere sıcak hava, kemerin daralan alanında yuvarlanarak çekiş akışında hafif bir tıkanıklığa neden olmakta ve indirgen bir atmosfer oluşturmaktadır (bk. Şekil 11) (Olsen, 2001: 75-77).



Şekil 11- İndirgen atmosferin sağlandığı tepe noktası ekseni

(Olsen, 2001: 77)

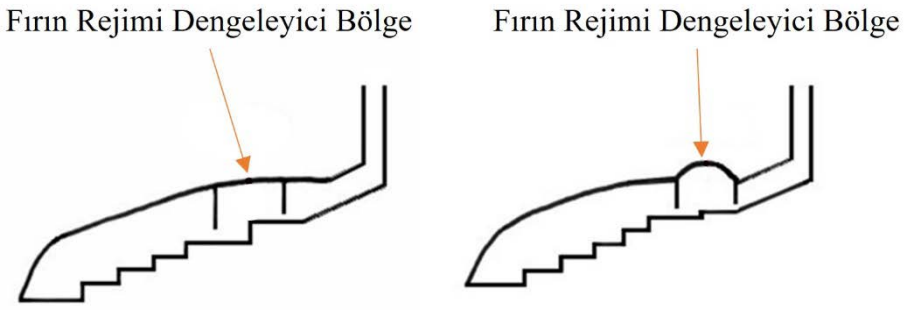
Bu çalışmada ürün odasının kemer tasarımında, fırının indirgen atmosfer koşullarını elverişli olarak sağlayabilmesi için, Kyoto tarzı çok odalı fırınlarında kullanılan kemer tipi esas alınmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda kemer açıklığı toplam 73

cm olarak hesaplanmış, A çemberinin yarıçapı 56 cm, B çemberinin yarıçapı ise 35 cm uzunluğunda olmuştur.

2.1.7. Fırın Rejimi Dengeleyici Bölge

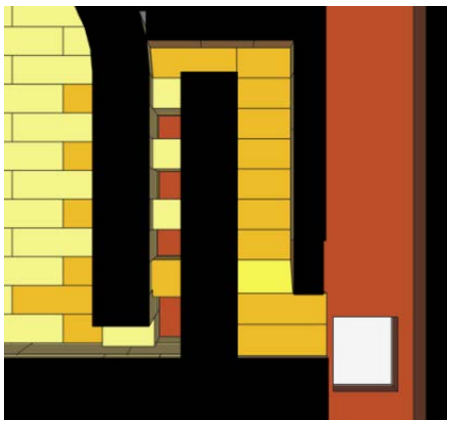
Yanmayı daha verimli hale getirmek için çeşitli yöntemlere başvurulmaktadır. Bunlardan biri yanma rejiminin dengelendiği bir anagama fırınının ürün odasının arkasında bulunan bir odadır (Michio, 2006: 42). Bu odanın asıl amacı pişirim koşullarını dengelemek ve bu bölgede ürünlerin pişirilmesidir (Rosser, t.y.: 1-2). Fırın rejimi dengeleyici bölge ile bacanın çekme gücünün verimliliği arasında bir ilişki bulunmaktadır (2006: 42). Michio, fırın rejimi dengeleyici bölgenin pişirimi kontrol etmeyi kolaylaştırdığını ve ürün odasının ön ve arka sıcaklık dağılımını iyileştirdiğini savunmaktadır. Bede Clarke ise fırın rejimi dengeleyici bölgenin yanmanın yoğun olarak yapıldığı sırada bacadan çıkan duman miktarını azalttığını belirtmektedir (Rosser, t.y.: 1-2). Çalışma prensibi şöyledir: Yanma odasında başlayan alev, ilk önce ürün odasına daha sonra fırın rejimi dengeleyici bölgeye yönelir ve bacaya doğru hareket eder; bu sayede alevin taşıdığı ısı doğrudan bacadan çıkmaz.

Fırın rejimi dengeleyici bölgenin hacmi, ürün odasının neredeyse yarısına kadar değişebilen ölçülerde olabilmektedir. Fırın rejimi dengeleyici bölgenin inşasında iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi anagama fırınındaki ürün odasının arka kısmını ayırmaktır (bk. Şekil 12 a). Burada mevcut bir anagama fırınına bütünleşmiş bir hazne oluşturulur ve fırın rejimi dengeleyici bölgeyi oluşturacak şekilde inşa edilen duvar mevcut kemere bağlanır; bu bölgede ürün pişirilecekse ürünün sayısına uygun olarak buranın değiştirilme olasılığı vardır. Diğer ikinci inşa yöntemi ise ürün odasının arkasına ayrı bir oda inşa etmektir (bk. Şekil 12 b). Bu inşa yönteminin avantajı bu bölgeye ulaşmak için bir kapı inşa etmenin nispeten daha kolay olması ve fırın rejimi dengeleyici bölgenin boyutuna uygun ürünler yerleştirmektir (Rosser, t.y.: 3-5).



Şekil 12- Soldan sağa: a- b- Fırın rejimi dengeleyici bölge
(Rosser, t.y.)

Bu çalışmada, yukarıdaki bilgilerden yararlanılarak fırının ürün odası ve baca arasına fırın rejimi dengeleyici bölge tasarlanmıştır (bk. Şekil 13). Bu kanalda ürün odasından gelen alevi ilk olarak bir duvar karşılayacağından bu bölgenin fırın ısısının kaybının önüne geçilmiş ve karşılıklı toplamda sekiz adet baca kanal sürgüsü eklenerek baca çekiş gücünü istenilen aralıklarda kontrol etme kolaylığı elde edilmiştir. Bu sayede pişirim sürecinde istendiği zaman bacanın çekiş gücüne müdahale etme olanağı ve baca kanal sürgülerin indirgen atmosfer koşullarını elverişli olarak karşılaması sağlanmıştır. Fırın rejimi dengeleyici bölgenin baca kanal sürgü yerleri Şekil 13'te kırmızı renkte gösterilen tuğlalardır.

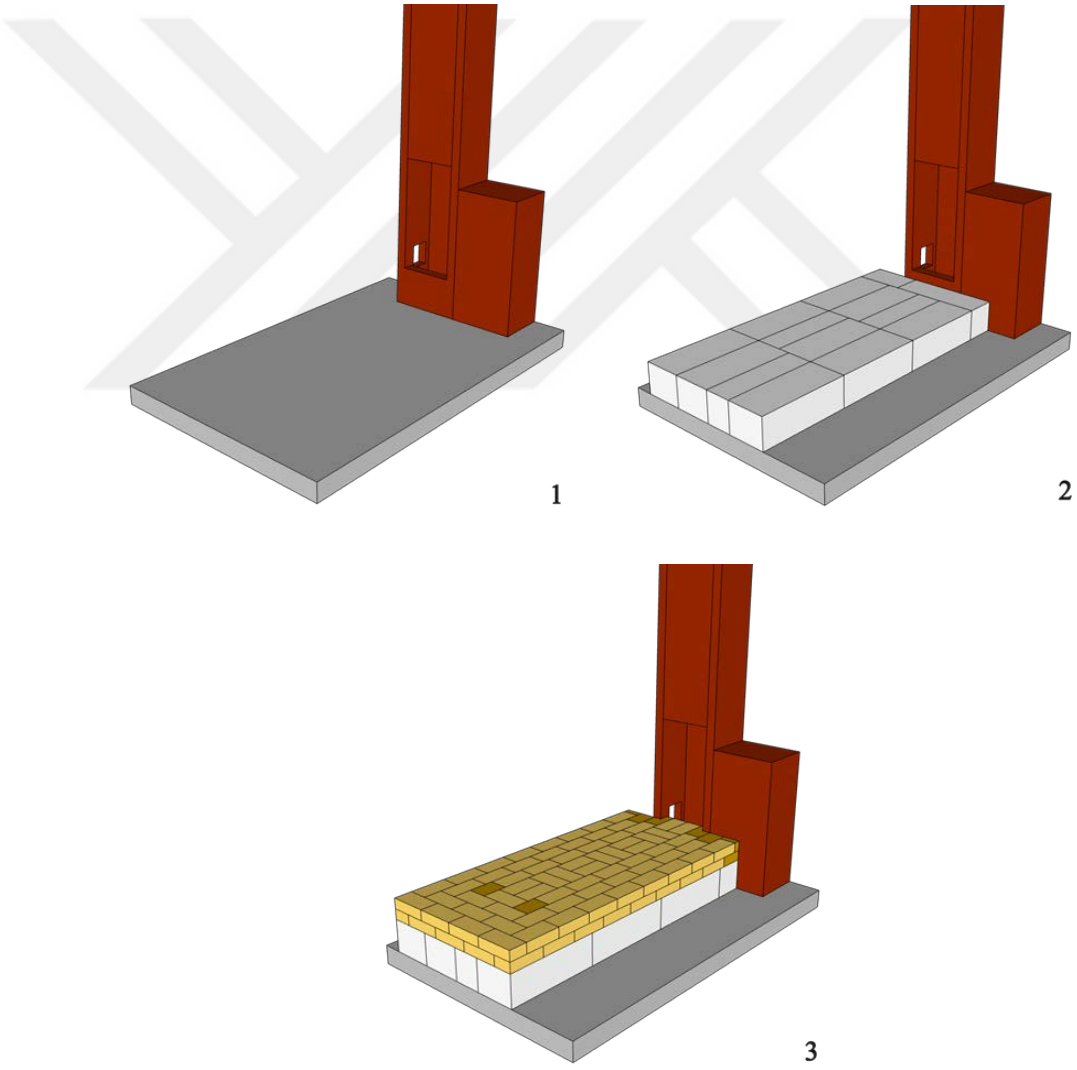


Şekil 13- Fırın rejimi dengeleyici bölge

2.2. Fırının Modellenmesi

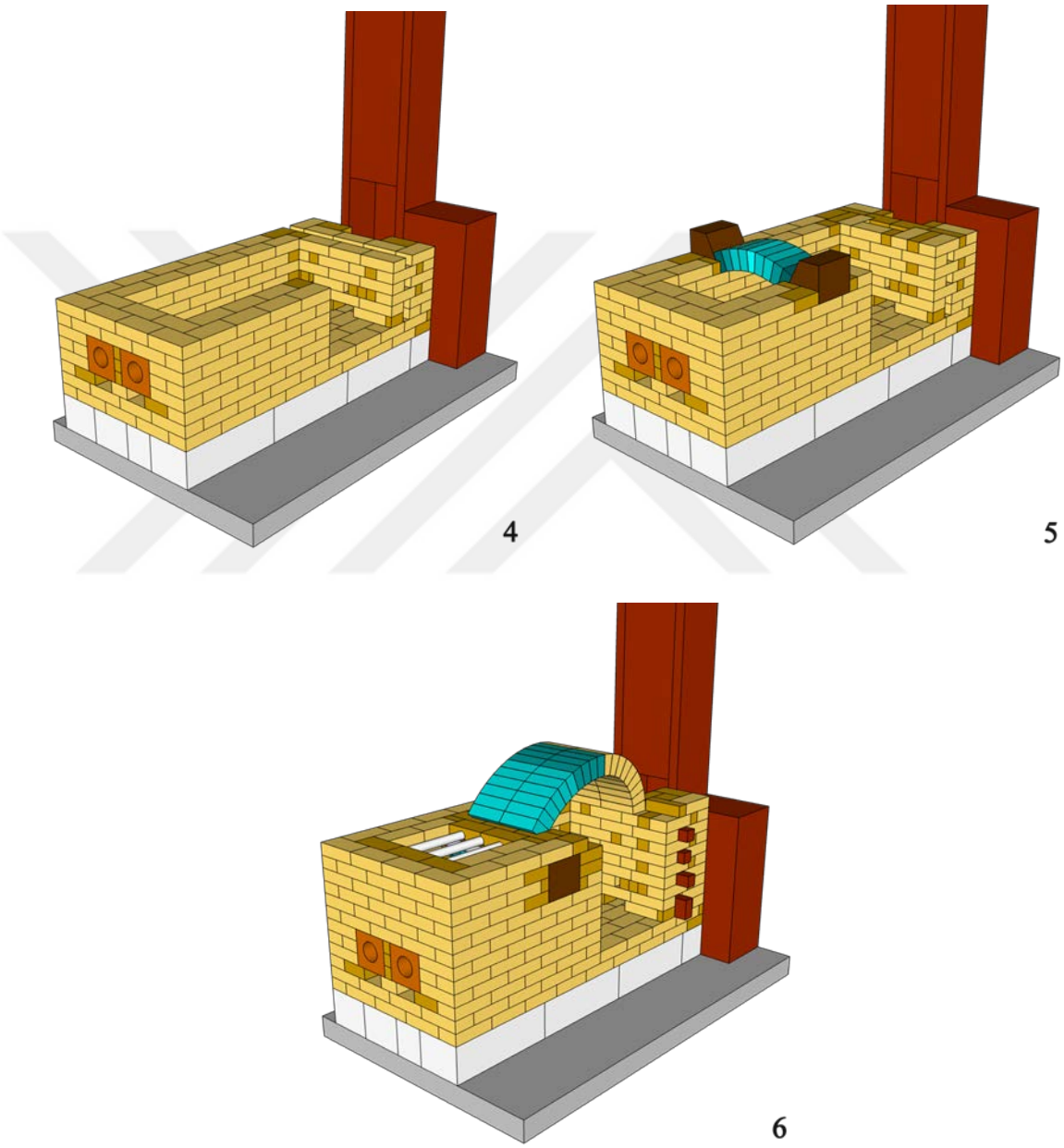
Odun yakıtlı karşı çekişli fırınların tasarımlarından yararlanılarak hazırlanan fırın tasarımının modellenmesi Sketchup programı ile hazırlanmıştır. Şekil 14-15-16'da yer alan görseller modellemenin oluşturulduğu sırasıyla yer almaktadır.

Şekil 14'te gösterilen 1 numaralı görselde alanda önceden yapılmış olan beton zemin ve bacanın, 2 numaralı görselde gaz betonun ve 3 numaralı görselde fırın zemininin modellenmesi gösterilmektedir.



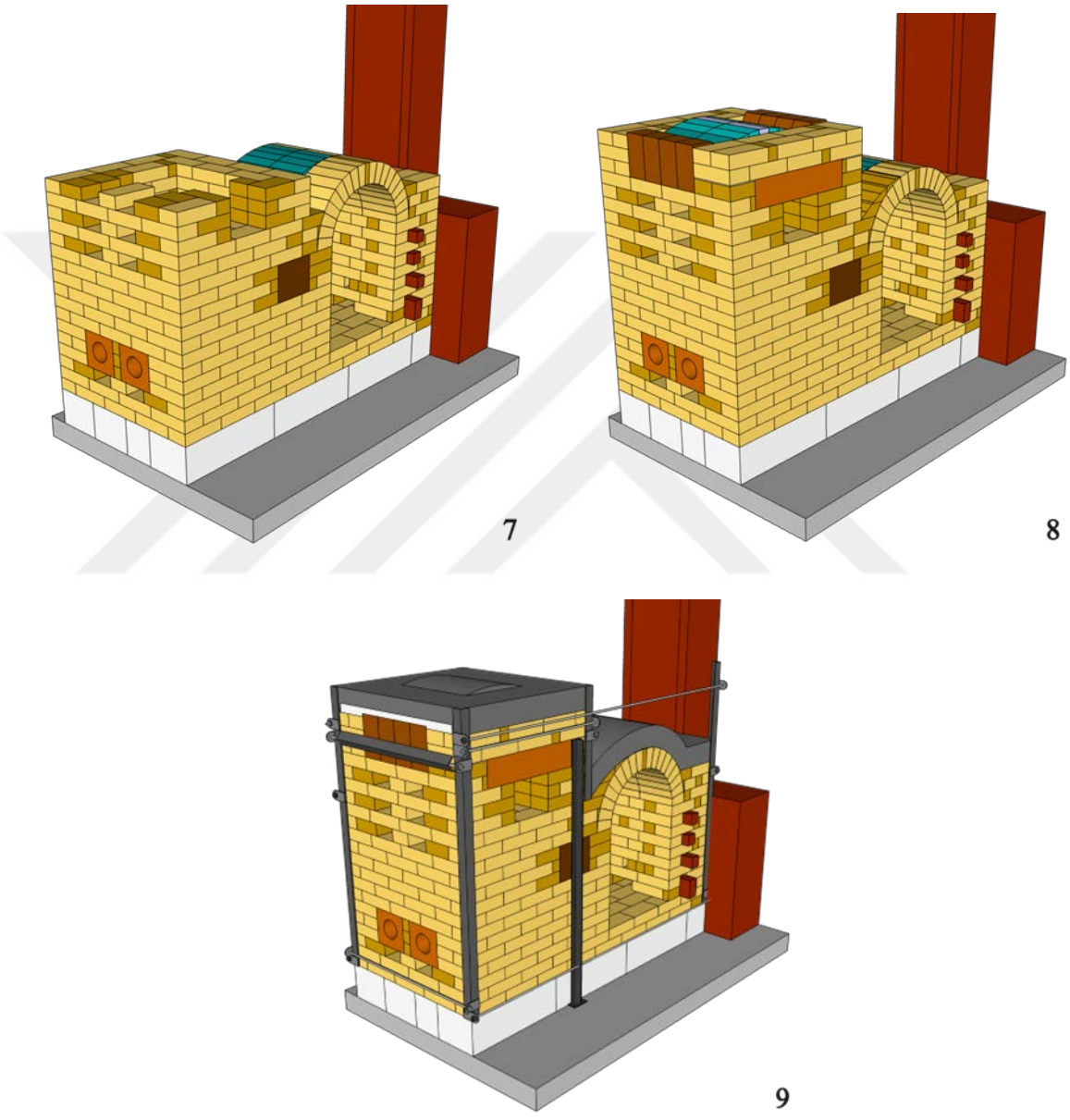
Şekil 14- 1- Beton zemin ve baca 2- Gaz beton 3- Fırın zemini

Şekil 15’te gösterilen 4 numaralı görselde fırının yan duvarları, ikincil hava giriş kanalları destek hava kanalları ve hava çıkış kanallarının, 5 numaralı görselde üzengi tuğlası ve kemerin, 6 numaralı görselde ürün odası kemeri ve yanma odası mazgalının modellenmesi gösterilmektedir.



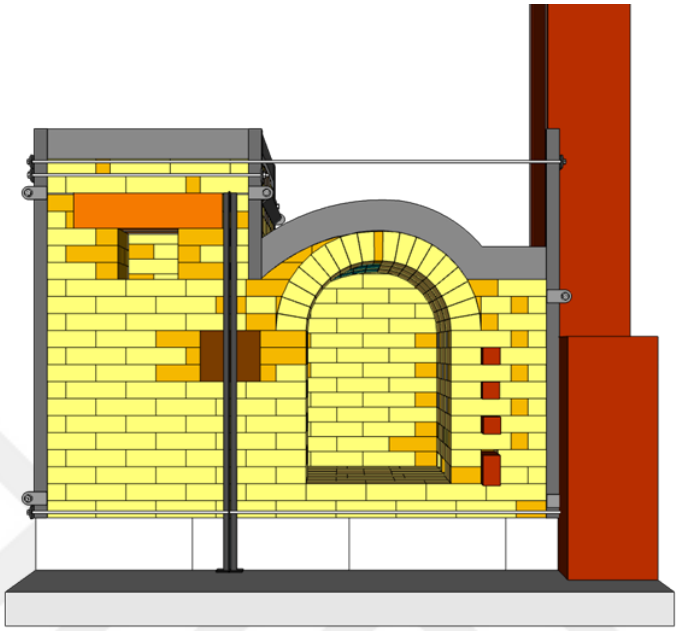
Şekil 15- 4- Yan duvarlar, ikincil hava giriş kanalları, destek hava kanalları ve hava çıkış kanalları 5- Üzengi tuğlaları ve kemer 6- Ürün odası kemeri ve yanma odası mazgalı

Şekil 16'da gösterilen 7 numaralı görselde yanma odasının duvarları, birincil hava giriş kanalları, odun besleme kanalı ve ürün odası kapı kemerinin, 8 numaralı görselde yanma odasının kemer ve üzengi tuğlaları ve bu bölümün yan duvarlarının, 9 numaralı görselde metal konstrüksiyon ve izole betonun modellemesi gösterilmektedir.

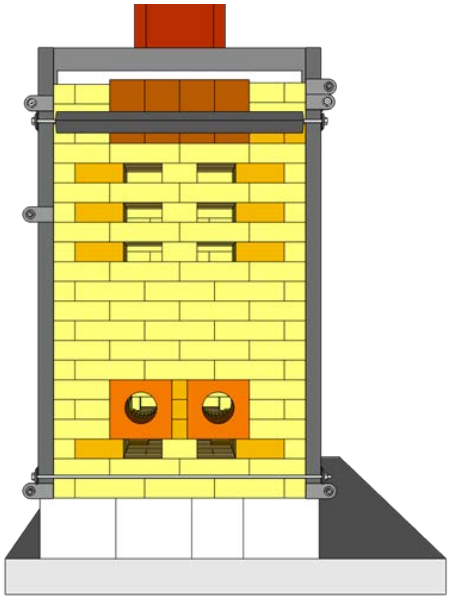


Şekil 16- 7- Yanma odası duvarları, birincil hava giriş kanalları, odun besleme kanalı ve ürün odası kapı kemeri 8- Yanma odasının kemer ve üzengi tuğlaları ve bu bölümün yan duvarları 9- Metal konstrüksiyon ve izole beton

Aşağıda yer verilen Şekil 17-18-19'da modellenmiş fırının üç farklı açıdan görünüşü yer almaktadır.



Şekil 17- Fırının ön görünüşü



Şekil 18- Fırının yan görünüşü



Şekil 19- Fırının arka görünüşü

2.3. Fırının İnşasında Kullanılan Malzemeler

Odun yakıtlı seramik fırının uygulamasında kullanılan malzemeler farklı yerlerden temin edilmiştir. Refrakter tuğlalar, delikli tuğlalar ve üzengi tuğlaları Bozüyük Toprak Seramik Fabrikası'nın tünel fırını atıklarından, ALH45 kodlu refrakter örgü harcı ve RHB251 kodlu izole beton EGT Refrakter firmasından, lama, köşebent demirleri ve gaz beton (Ytong) inşaat malzemeleri tedarikçilerinden sağlanmıştır.

Fırının inşasında kullanılan malzemeler aşağıda listelenmektedir:

- Yaklaşık 900 adet 23x11,5x6,5 cm refrakter tuğla
- 2 adet 19,5x20,5x18,5 cm delikli refrakter tuğla
- 2 adet 19,5x23x23 cm refrakter üzengi tuğlaları
- 3 adet 6x46x11 cm refrakter tuğla
- 2 adet 13,5x57x11,5 cm refrakter tuğla
- 8 adet 21x23x11,5 cm refrakter üzengi tuğlaları
- 4 paket refrakter örgü harcı (4x25 kg)

- 3 paket izole beton (3x25 kg)
- 1 adet 25x10 mm lama demir
- 3 adet 40x40 mm köşebent demir
- 15 adet A1 kalite gaz beton (Ytong)

2.4. Fırının İnşası

Çalışma kapsamında tasarlanan fırın planına zemin hazırlığı ile başlanmıştır. Şekil 20'de önceden var olan beton zeminin boyutlarından yararlanılarak fırının baca bağlantı noktası, duvardaki sabit baca aksına denk gelecek şekilde ölçülendirilmiş ve fırının zemin sınırlarının kılavuzu çizilmiştir. Zemin etüdünden sonra A1 kalite Ytong firmasına ait gaz betonlar plana göre ölçülendirilerek kesilmiş ve yapıştırma harcı uygulanarak beton zemine yerleştirilmiştir (bk. Şekil 21).



Şekil 20



Şekil 21

Beton zemine gaz betonlar yerleştirildikten sonra bacanın ve fırının birleşme yerinin kesimi yapılmıştır (bk. Şekil 22). Bu işlemden sonra fırının zemini, yan duvarları ve fırın rejimi dengeleyici bölge örülmeye başlanmış, ikincil hava giriş kanalları ve çıkış kanallarının yerleri belirlenmiştir (bk. Şekil 23).



Şekil 22



Şekil 23

Şekil 24'te pişirimin ilk aşamalarında yanmayı destekleyici görevi olan destek hava kanalları ikincil hava kanallarının üst kısmına yerleştirilmiştir. Her katman örüldüğü anda mastar ile kontrol edilerek katmanlar hizalanmış ve su terazisi ile seviyelerin kontrolü yapılmıştır. Şekil 25'te yanma odasını ürün odasını bağlayan kemerin, refrakter üzengi tuğlaları yerleştirilmiş ve sabitlenmiştir.



Şekil 24



Şekil 25

Şekil 26’da üzengi tuğlalarının yan duvar refrakter tuğlaları örüldükten sonra sunta levhalar ile kemerin örüleceği yer için destek kalıpları ölçülerek hazırlanmış ve yerleştirilmiştir. Şekil 27’de destek kalıplarının üzerine açılı kesilen refrakter tuğlalar harç ile yapıştırılarak örülme işlemine devam edilmiştir.



Şekil 26



Şekil 27

Şekil 28’de ürün odası kemerinin açıları ve yay çizgileri sunta levhalara ölçülü bir şekilde aktarılmıştır. Her refrakter tuğlanın altına, iki sunta levha ile desteklenecek şekilde ve toplamda dört adet kesilerek kemerin örüleceği yere sabitlenmiştir. Bu düzenek kemeri inşa etmeyi kolaylaştırmış ve harcın katılaşma süresine kadar kemerin rahat bir şekilde örülmesine olanak sağlamıştır (bk. Şekil 29).



Şekil 28



Şekil 29

Ürün odasının kemer inşası bittikten sonra Şekil 30'da görüldüğü üzere ürün odasına ait kapının kemer inşasına başlanmıştır. Tıpkı ürün odası kemerinin inşasındaki gibi önceden belirlenen ölçüler sunta levhalara aktarılmış ve suntalar kapı girişine sabitlenerek, kemer inşa edilmiştir (bk. Şekil 31).



Şekil 30



Şekil 31

Şekil 32-33'te yanma odasının inşasına başlanmıştır. Şekil 32'de yanma odasının odun besleme kanalının üstüne 2 adet büyük boy refrakter tuğlalar yerleştirilmiş ve duvar örülmeye devam edilmiştir. Bu duvara toplamda 8 adet refrakter üzengi tuğlası yerleştirilmiştir. Önceden belirlenen ölçülerle yanma odası kemeri, destekleyici sunta levhalar ile sabitlenmiş ve inşa edilmiştir (bk. Şekil 33). Birincil hava giriş kanalları ve odun besleme kanalı inşa süresince oluşturulmuştur. İnşa sonrası fırının toplam ölçüleri 162x200x92 cm'dir.



Şekil 32



Şekil 33

Fırının inşası bittikten sonra yanma odası, ürün odası ve fırın rejimi dengeleyici bölge kısımların üzerine RHB251 kodlu izole beton uygulanmıştır (bk. Şekil 34). Bu izole beton aracılığıyla fırının iç ısısını korumak ve kemerlerin sabit kalmasını amaçlamıştır. İzole beton katılaştıktan sonra, fırının ısınması sırasında refrakter tuğlaların genleşmelerini sabit hale getirmek için, metal konstrüksiyonları birleştirme ve kaynak işlemlerine geçilmiştir (bk. Şekil 35).



Şekil 34



Şekil 35

Metal konstrüksiyon işlemlerinin bitmesinden sonra gergi millerin bağlantıları yapılmıştır (bk. Şekil 36-37-38). Fırının ısınmasından ve soğumasından kaynaklı refrakter tuğlalarda hacimce genleşme ve büzüşme tuğlalara zarar verebilmektedir. Gergi milleri, bu zararın oluşmaması için fırının fiziki yapısını korumaktadır. Her pişirim sonrasında oluşan tuğlalar arasındaki aralıklar ve boşluklar gergi milleri ile uygun hale getirilebilir.



Şekil 36



Şekil 37



Şekil 38

Fırının iç yüzeyini korumak için refrakter özellikli astarlar endüstride ve merkezi ısıtma sistemlerinde elli yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. İlk refrakter astarlar genellikle alümina ve sodyum silikatlardan oluşan basit reçetelere sahipti. Daha sonraları ise silisyum karbür, zirkon oksit veya zirkonyum silikat ve diğer karışımlar ile reçeteler geliştirilmiştir. Fırınların iç yüzeyine (genellikle püskürtülerek) uygulanmak üzere tasarlanmış refrakter malzemelerin bir karışımı olan refrakter astarlar, püskürtüldüğü yüzeyden daha verimli ısı yayma özelliğine sahiptir. Bu kaplama yöntemi ile iyileştirilmiş

ısıtma verimliliği ve yakıt maliyetlerinde önemli ölçüde bir tasarruf sağlanmaktadır (Lou, 1998: 60-61).

Odun yakıtlı fırınlarda oluşan kül sırları zamanla fırının iç yüzeyindeki refrakter tuğlalarda birikerek fırının ısınma ve soğuma aşamasında refrakter tuğlaların yıpranmasına ve kopmasına, sırların akmasına ve seramik ürünlere zarar verebilmektedir. Bu etkenlerden korunmak ve yukarıda da belirtildiği üzere refrakter astarların sağladığı avantajlardan faydalanmak için fırının iç yüzeyine pistole yardımıyla püskürtülerek %90 zirkonyum silikat ve %10 kaolinden oluşan refrakter astar uygulanmıştır (bk. Şekil 39). Bu işlem bacanın belirli bir bölümüne ve fırın rejimi dengeleyici bölgeye de uygulanmıştır (bk. Şekil 40).



Şekil 39



Şekil 40

2.5. Pişirim Aşaması

Pişirim aşamasına geçmeden önce hazırlık aşaması önemlidir. Ürün odasına yerleştirilen ürünlerin biçimi, boyutu ve raflarda nasıl konumlandırılacağı fırının yanma rejimini etkilemekte ve ürünlerin üzerinde oluşacak doğal kül sırı efektlerini belirlemektedir. Hazırlık aşamasında; ürün odasına yerleştirilecek olan ürünler boyutlarına göre sınıflandırılmış, fırın plakalarına odun külünün yapışmaması için %90 zirkonyum silikat ve %10 oluşan refrakter özellikli astar uygulanmış, fırının ısısını ölçmek ve gözetleme deliklerinden kontrol etmek için Orton konileri hazırlanmış ve pişirimden önce yakıt olarak kullanılacak odunlar (çam) boyutlarına göre sınıflandırılmıştır.

Odunun yanmasından kaynaklanan küller, ürünlerin üzerinde kalma eğilimine girerek ürünlerin konumlarına göre farklı efektler vermekte, ürünlerin üzerindeki kül birikmesi fırının yanma odasından başlayarak fırın rejimi dengeleyici bölgeye doğru azalma eğilimi göstermektedir. Ayrıca fırında biriken kül sırlarının fırın rafına ve ayaklarına yapışmaması için %50 alüminyum oksit ve %50 kaolinden hazırlanan çamur, ürünlerin ve fırın ayaklarının altına yerleştirilmiştir.



Şekil 41



Şekil 42

Ürünler yerleştirildikten sonra ürün odası kapısı örülmüştür (bk. Şekil 42). Orton konilerini takip etmek ve termokuplu yerleştirmek için ürün odasının kapısına boşluklar bırakılmış (bk. Şekil 41), bu boşluklar refrakter tuğlalar yerleştirilerek kapatılmış ve pişirim sırasında refrakter tuğlalar çıkartılarak fırının içinin gözlenebilmesi sağlanmıştır.

Ateşlemenin başlangıcı, pişirim aşamasının en önemli kısmıdır. Ürünlerin hem fiziksel ve kimyasal suyunun uzaklaştırılması hem de ürünlerde herhangi bir çatlama veya patlamayı önlemek için ateşlemeye yavaş başlamak ve sıcaklığı kademeli olarak yükseltmek gerekmektedir. Ateşleme, başlangıçta ne kadar yavaş giderse pişirim sonuna doğru fırının ön ve arka arasındaki sıcaklık farkı da o kadar az olacaktır. Bu işlem için yanma odasında en az yirmi dört saat küçük odunlar (bk. Şekil 43) ile ateş yakılmalı ve fırın ısındıktan sonra, sıcaklığı yükseltmek için fırına daha fazla odun atılmalıdır (Ishimaru, 2011: 16).



Şekil 43

Çalışmada pişirim aşamasında, yanma odasının ikincil hava giriş kanalları ve destek hava kanallarından az miktarda küçük odun parçaları ile ateş tutuşturularak başlanmıştır. Fırın ilk 3 saati küçük odun parçaları ile sonraki 4 saat boyunca ise odunların boyutları büyük seçilerek pişirime devam edilmiştir. Pişirimin ilk aşamaları 7 saat boyunca yavaş gerçekleştirilmiş; ürünlerin, fırın duvar ve harçlarının nem ve kimyasal sularının atılmasının sağlanması için ön kurutma yapılmıştır. 7 saatlik bir ön kurutmadan

sonra yanma odasında sıcaklık yükselmeye başlamış ve odunlar daha hızlı yanmaya başlamıştır.

Pişirimin 8. saatinde büyük odunlar odun besleme kanalından yanma odasında bulunan mazgala atılmaya başlanmıştır. Birincil ve ikincil hava kanallarından geçen havanın da vasıtasıyla yanma odasının altına düşen korlar fırının sıcaklığını yükseltmiştir. 9. saatte ikincil hava giriş kanalları kapatılmış, birincil hava giriş kanallarındaki alt tarafında dört kanal açılmış ve böylelikle fırına hava girişi arttırılmış ve bacadan çıkan duman azalmıştır. Fırın sıcaklığının yükseldiği diğer saat dilimlerinde ise çekiş kuvveti artma eğilimi gösterdiğinde fırın rejimi dengeleyici bölgedeki baca kanal sürgüleri yerlerinden çekilerek bacadaki çekiş kuvveti azaltılmış ve odunların daha verimli yanacağı bir ortam sağlanmıştır. Genel olarak her odun beslemesinden sonra oluşan duman miktarı Şekil 44'te gösterilmiştir. Yanma odasına atılan odunların sıklığı yanma hızına bağlı olarak bacadan çıkan siyah dumanın bitmesine kadar devam etmiştir.



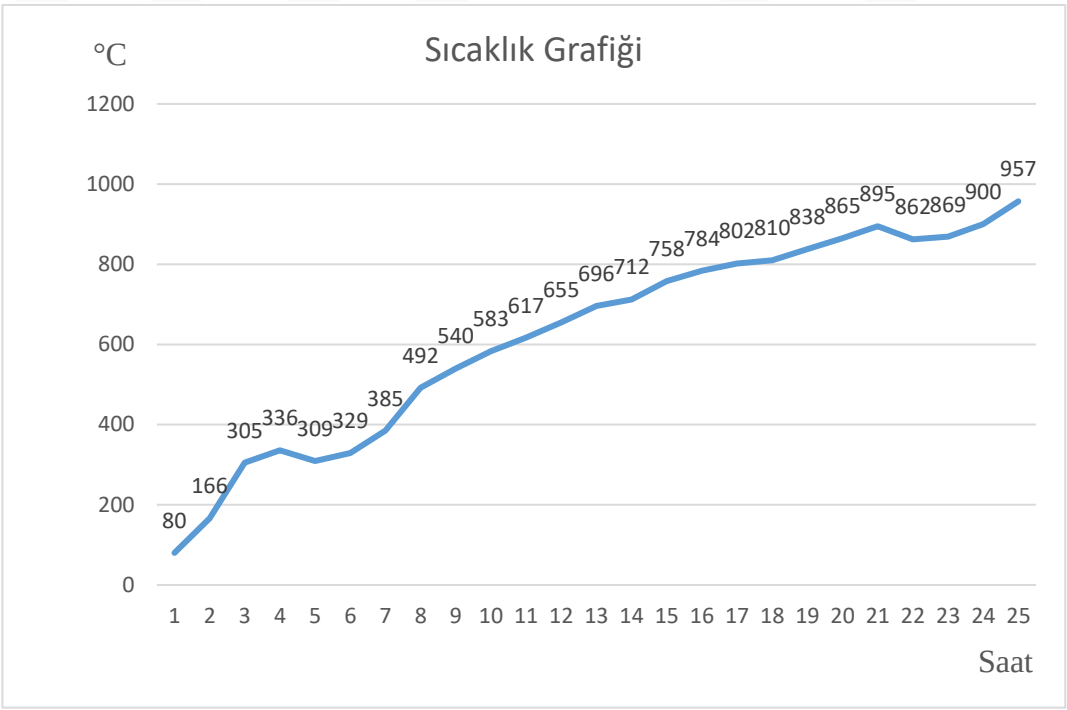
Şekil 44

Fırın 25. saatte istenilen sıcaklığa ulaştıktan sonra soğuma aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada, fırına son odun beslemesi yapıldıktan sonra fırının tüm hava giriş kanalları ve fırın rejimi dengeleyici bölgedeki baca kanal sürgüsü kapatılmıştır. Pişirim sonlandırılırken yanma odasına atılan odun miktarının arttırılması, indirgen atmosfer ortamının sağlanmasına yardımcı olmakta ve fırının daha yavaş soğumasını desteklemektedir. Soğuma işlemi bittikten sonra ürün odasının örülmüş olan kapısı

sökülerek fırının içindeki pişmiş ürünler alınmıştır (bk. Şekil 45). Şekil 46'da pişirim saatlerini ve sıcaklıklarını gösteren sıcaklık grafiği verilmiştir.



Şekil 45



Şekil 46- Sıcaklık grafiği

SONUÇ

Odun yakıtlı bir seramik fırınında; fırının türü, pişirimi yapılacak ürünler, fırın içi atmosfer koşulları ve yakıtın türü gibi dikkate alınması gereken belirli etkenlerle birlikte bu fırınlarda en önemli unsurlardan biri fırının tasarımıdır.

Çalışmada, literatürdeki bilgiler taranarak elde edilen bilgiler doğrultusunda bir karşı çekişli odun yakıtlı fırın tasarımı yapılmış ve tasarımda belirli oranlar kullanılmıştır. Bu oranlar yanma odası, ürün odası ve bacanın birbirleri arasındaki oranlarından elde edilmiştir. Fırının tasarımında Sketchup programı kullanılmış ve bu program modelleme aşamasını kolaylaştırmıştır. Fırının uygulanacağı alanda sabit olarak beton zemin ve baca bulunduğundan fırın tasarımı bu doğrultuda gerçekleşmiştir.

Çalışmada tasarlanan odun yakıtlı seramik fırınında; kül etkisinden yararlanmak ve verimli bir yanma ile yakıt tasarrufu sağlamak için ve bununla birlikte sabit olan baca uzun olduğundan “bourry box” olarak adlandırılan yanma odası esas alınmıştır. Genel olarak odun yakıtlı seramik fırınlarında yanma odası ürün odasıyla bir arada bulunmaktadır. Ancak bu tasarımda yanma odasının fırından bağımsız olarak tasarlanması pişirim aşamasında bu fırında planlanan amaçlara ulaşılmasını sağlamıştır.

Fırın rejimi dengeleyici bölgenin tasarıma eklenmesiyle bacadan çıkan karbonmonoksit seviyesinde azalma görülmüş ve daha dumansız bir pişirim yapılmıştır. Ayrıca fırın rejimi dengeleyici bölgenin dış duvarına eklenen çekiş gücünün kontrolünü sağlayan baca kanal sürgüleri, pişirimi kolaylaştırmış ve istenilen aralıkta çekiş gücünün ayarlanmasını sağlamıştır.

Ürün odası için tasarlanan kemerin pişirim aşamasında istenen atmosfer koşulları sağlamıştır. Fırının birincil ve ikincil hava giriş kanallarının literatürde verilen bilgilerden geniş tasarlanması, pişirim aşamasında yanmakta olan odunlar için istenilen havayı kontrol edebilme olanağı sağlamıştır. Hava çıkış kanallarının ise çekiş gücüne bağlı olarak yeterli seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Odun yakıtlı seramik fırınının inşasında Bozüyük Toprak Seramik Fabrikası'nın tünel fırını atıklarından elde edilen refrakter tuğlaların kullanımı ile sürdürülebilirlik sağlanmıştır. Atık tuğlaların dezavantajı ise tünel fırında birbirinden bağımsız bölümlerde kullanılan ve farklı ısılara maruz kalan refrakter tuğlaların ölçülerinin birbirinden bağımsız olması ve bununla birlikte fırının inşasının zaman almasıdır.

Genelde karşı çekişli odun yakıtlı fırınlar, bu çalışmada tasarlanan fırına göre daha büyük boyuttadır. Küçük boyutlu fırınlarda ise ısıyı tutmak oldukça zordur. Bu yüzden çalışmada uygulanan oranlar ile fırının ısıyı tutma kapasitesinin arttırıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca büyük boyutlu fırınlarda pişirim aşaması çok uzun sürmektedir. Tasarlanan bu fırınla ise daha kısa sürede pişirim yapılmıştır.

Çalışmada az miktarda odun kullanılarak sıcaklığın yükseldiği ve yanma odasının altında az miktarda közün biriktiği görülmüştür. Böylelikle tasarlanan odun yakıtlı seramik fırınının aynı boyutlara sahip diğer fırınlardan daha az miktarda odun tükettiği tespit edilmiş ve daha verimli bir yanmanın gerçekleşmesiyle de yakıt tasarrufu sağlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan refrakter özellikli astarların pişirim sırasında ısı iletkenlik katsayısını düşürdüğü odun yakıtlı fırınının dışarıya ısı vermesiyle gözlemlenmiştir. Pişirim sonrası ise refrakter astarla kaplanan fırının iç sıcak yüzeyinin kül sırlarından korunduğu görülmüştür. Fırının üst kısmına uygulanan izole betonun ısı iletkenliğini düşürme eğiliminde olduğu, bu yüzden de kullanışlı bir malzeme olduğu saptanmıştır. Metal konstrüksiyonların pişirimden kaynaklı genleşmeleri tolere ettiği tespit edilmiştir.

Çalışmada uygulaması yapılan seramik fırınında yakıt olarak yalnızca odunun kullanılabileceği ve gerekli çevre düzenlemeleri ile fırının daha yüksek sıcaklıklara ulaşabileceği düşünülmektedir. Ayrıca odun yakıtlı seramik fırınlarında yanma odasının ürün odasından bağımsız tasarlanmasının gelecekte yapılacak bu tip fırın tasarımlarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Genel Başvuru Kaynakları

Hamer, F. ve Hamer, J. (2004). *The Potter's Dictionary of Materials and Techniques*, Pensilvanya, ABD: University of Pennsylvania Press.

Kitaplar

Gregory, I. (2005). *Alternative Kilns*, Londra, İngiltere: A&C Black; Philadelphia, ABD: University of Pennsylvania Press.

Lou, N. (1998). *The Art of Firing*, İngiltere: A&C Black.

Michio, F. (2006). *Anagama: Building Kilns and Firing*, ABD: Brancamp Books.

Minogue, C., ve Sanderson, R. (2000). *Wood-fired Ceramics: Contemporary Practices*, Philadelphia, ABD: University of Pennsylvania Press.

Oesterritter, L. (2019). *Mastering Kilns and Firing: Raku, Pit and Barrel, Wood Firing, and More*, Beverly, ABD: Quarry Books Press.

Olsen, F. L. (2001). *The Kiln Book: Materials, Specifications & Construction*, Iola,ABD: Krause Publications; Third edition.

Zakin, R. (2001). *Ceramics: Mastering the Craft*, Iola, ABD: KP Books; 2nd edition.

Basılmamış Kaynaklar

Ishimaru, Y. (2011). *Wood-Firing in America: Wood-Fired Utilitarian Ware for Serving Japanese and American Food*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, dan. Jim Tisnado, East Carolina University The Faculty of the School of Art and Design, Kuzey Carolina, ABD.

İnternet Kaynakları

Potteries, H. (2022). *Henry Watson's Potteries*, https://www.facebook.com/HenryWatsonPotteries/ [14 Haziran 2023].

Milne, L. (t.y.). *11 Types of Kiln for Pottery – Different Kilns for Firing Clay*, https://thepotterywheel.com/types-of-kiln/ [14 Haziran 2023].

Proctor, R. (2020). *Travels in Japan - Ken Matsuzaki*, https://rebeccaproctor.co.uk/journal/ken-matsuzaki [14 Haziran 2023].

Rosser, A. (t.y.). *The sutema: a stabilizing chamber*, https://sidestoke.com/sutema/index.html [9 Kasım 2022].

ÖZGEÇMİŞ

Doğukan Demir, 2019 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü'nde lisans eğitimini tamamlamış, aynı yıl Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başlamış ve bu bölümde eğitimine devam etmektedir. (2017-2018) Kuşadası Kadı Kalesi Kazı Çalışmalarında, (2018) Kınık Köyü Kırsalda Tasarım Etkinliğinde ve (2016-2021) Uluslararası Sanat Sempozyumu ve Seramik Pişirim Çalıştayında (Antalya) görev almıştır. Doğukan Demir'in çalışmaları ulusal ve uluslararası çeşitli bienal, yarışma ve sergide yer almıştır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Yarışmalar-Bienaller: (2017) 4. Seramik Sanatı Eğitimi ve Değişimi Konferansı Biblo Yarışması-Refsan Kurum Ödülü; (2018) 3. International Biennial of Miniature Arts-Mansiyon Ödülü; (2018) Uşak Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Genç Seramikçiler Karo Yarışması-Sergileme; (2019) International Biennial of Ceramics of Manises Seramik Ürün Tasarımı Dalı-Sergileme; (2022) 1. Uluslararası Menemen Çömlek Festivali Hünerli Eller Çömlek Yarışması-Amatörler Estetik Dal Üçüncüsü

Sergiler: (2018) Cumhuriyet Daima II, Karma Sergi; (2019) Anadolu Üniversitesi Engelliler Entegre Yüksekokulu Uluslararası Çaydanlık Sergisi; (2020) Devinim Online Uluslararası Seramik Sergisi; (2020) IDA: International Design and Art Journal Sosyal Mesafe Sanal Sergi; (2021) Anadolu Üniversitesi Engelliler Entegre Yüksekokulu 8. Uluslararası Sanat Sempozyumu-Anagama Sergisi