

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇATI KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK
KİREMİTLERİN DİĞER KAPLAMA MALZEMELERİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Billur GÜREŞ

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Kemalettin YILMAZ

Ağustos 2011

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇATI KAPLAMA MALZEMESİ OLARAK
KİREMİTLERİN DİĞER KAPLAMA MALZEMELERİ
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**


YÜKSEK LİSANS TEZİ

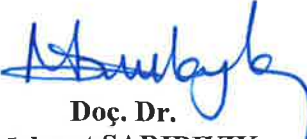
İnş. Müh. Billur GÜREŞ

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ

Bu tez 16/ 08 / 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


**Prof. Dr.
Kemal YILMAZ
Jüri Başkanı**


**Doç. Dr.
Mehmet SARIBIYIK
Üye**


**Yrd. Doç. Dr.
Hüseyin KASAP
Üye**

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, Sn. Prof. Dr. Kemalettin YILMAZ' a minnet ve şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma sırasında yanımda olan, bilgi ve görüşlerden faydalandığım çok değerli arkadaşlarım Ebru Deniz AYDIN ve Elif SAYGILI' ya ve bugünlere gelmemi sağlayan, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Kil Minerallerinin Yapısı	3
1.2. Kil Minerallerinin Gruplandırılması	3
1.2.1. Amorf killer	3
1.2.2. Kristal yapıli killer	3
1.2.3. Düzenli karışık tabakalı olanlar	3
1.2.4. Zincir yapıli olanlar.....	4
1.3. Kil Minerallerinin Özellikleri	5
1.3.1. Plastisite	5
1.3.2. Kohezyon	6
1.3.3. Renk	6
1.3.4. Büzülme (Rötire).....	7
1.4. Killerin Kullanım Alanları	7
1.5. Killerin Sınıflandırılması ve Uygulanan Analiz Yöntemleri	8
1.5.1. Diferansiyel termal analiz	8
1.5.2. X-Ray analizi	9
1.5.3. S Nem analizleri.....	9
1.5.4. PH analizleri.....	9

1.5.5. Şişme analizleri	10
1.5.6. Yüzey alanı	10
1.5.7. Yoğunluk.....	10
1.5.8. Tane Boyutu	11
1.5.9. Plastiklik	11
1.6. Üretim Teknolojisi.	12
1.7. Ülkemizde Kil Malzemesine Bakış.....	13

BÖLÜM 2.

KİREMİTLER.....	15
2.1. Kiremidin Tarihçesi	15
2.2. Tuğla-Kiremit Üretiminde Kullanılan Kil Esaslı Hammaddeler	19
2.3. Amaç ve Kapsam	21
2.4. Kiremit konusunda yapılan çalışmalar.....	21

BÖLÜM 3.

KİREMİT ÜRETİM AŞAMALARI	28
3.1. Üretim Yöntemi-Teknoloji	28
3.1.1. Hammadde hazırlığı.....	29
3.1.2. Şekillendirme	31
3.1.3. Kiremit ürünlerinin kurutulması	31
3.1.4. Kiremit ürünlerinin pişirilmesi.....	36
3.1.5. Ambalajlama ve sevk.....	41
3.2. Dünya Teknolojileri ile Karşılaştırma.....	43
3.3. Kiremit Standartları.....	43
3.4. Kiremitte Deneyler.....	45
3.4.1. Boyut tayini.....	45
3.4.2. Dona dayanım.	45
3.4.3. Nem tayini.....	46
3.4.4. Su emme.....	46
3.4.5. Su geçirgenliği	47
3.4.6. Eğilme mukavemeti	47
3.4.7. Kireç tayini.....	48

3.4.8. Sülfat tayini	49
----------------------------	----

BÖLÜM 4.

ÇATI SİSTEMLERİ	51
4.1. Çatı Kaplama Malzemeleri	51
4.2. Türkiye’de tuğla ve kiremit üretiminin bölgesel dağılımı	53
4.3. Çatı Kaplama Malzemelerinde Bulunması Gereken Özellikler.....	54

BÖLÜM 5.

KİREMİT ÜRETİMİ VE ÇEŞİTLERİ	57
5.1. Alaturka Kiremit	57
5.2. Marsilya Kiremit	58
5.3. Akdeniz Kiremit.....	58
5.4. Granada Kiremit.....	59
5.5. Valensiya Kiremit	59

BÖLÜM 6.

KİREMİT UYGULAMASI	61
6.1. Kiremit Altı Lata Uygulamaları	61
6.2. Kiremitlerin Döşenmesi ve Sabitlenmesi.....	61
6.2.1. Marsilya tipi kil kiremit uygulaması.....	63
6.2.2. Alaturka tipi kil kiremit uygulaması	65
6.2.3. Granada tipi kil kiremit uygulaması	66
6.2.4. Valensiya tipi kil kiremit uygulaması	67
6.3. Saçak Uygulaması ve Elemanları	68
6.4. Mahya Uygulaması ve Yardımcı Elemanları	68
6.5. Yan Saçak Kaplamaları ve Kapatma Elemanları	70
6.6. Dere, Baca ve Duvar Dibi Detayları	70
6.7. Çatılarda Yalıtım.....	72
6.7.1. Isı yalıtımı ve ses yalıtımı	72
6.7.2. Su yalıtımı	73

BÖLÜM 7.

ÇATILARIN YAPIM SİSTEMİ VE MALİYET AÇISINDAN

KARŞILAŞTIRILMASI75

7.1. Çatıların Yapım Sistemi Ve Malzeme Açısından Sınıflandırılması75

7.1.1. Yapı türü75

7.1.2. Yapı taşıyıcı sistemi76

7.1.3. İklimsel bölgeye bağlı faktörler77

7.1. Çatı Kaplama Malzemeleri Fiyat Analizi79

BÖLÜM 8.

SONUÇ VE ÖNERİLER83

KAYNAKLAR85

ÖZGEÇMİŞ88

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

V _m	: % Su Emme
M _w	: Yaş Pişmiş Ağırlık
m _d	: Kuru Pişmiş Ağırlık
R	: Eğilme Mukavemeti
F	: Kırılma Yüğü
L	: Mesnet Çubukları Arası Mesafe
b	: Deney Numunesinin Genişliğı
h	: Deneyden Sonra Kenar Boyunca Ölçülen En Küçük Kalınlık
V _t	: Gaz hacmi
b	: Barometre Basıncı
e	: T Sıcaklığındaki buhar basıncı
A	: Deney Numunesi Ağırlığı
T	: Sıcaklık
T ₁	: Dolu Kroze Ağırlığı
T ₂	: Boş Kroze Ağırlığı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Tetrahedron ve oktahedron tabakalarının sıralanışı.....	2
Şekil 1.2.	Su moleküllerinin girişinin mineralin tabakalı yapısı ile ilişkisi...	3
Şekil 2.1.	Tuğla duvar örneği.....	15
Şekil 2.2.	Babil Kulesi	16
Şekil 2.3	Babil Kulesi, M.Ö. 4. y.y.....	17
Şekil 3.1	Hammadde dağ killlerinden elde edilir.....	29
Şekil 3.2.	Delta tuğla fabrikası öğütme ünitesi	29
Şekil 3.3.	Öğütülerek hammaddenin istenilen boyuta düşürülmesi.....	30
Şekil 3.4.	Vakumlu pres makine ve nemlendirilmiş kil'e şekil verilmesi	31
Şekil 3.5.	Doğal kurutma.....	33
Şekil 3.6.	Suni kurutma.....	33
Şekil 3.7.	Tünel kurutmanın kesit görünüşü.....	34
Şekil 3.8.	Hoffman fırın.....	38
Şekil 3.9.	Tünel fırın.....	39
Şekil 3.10.	Delta tuğla fabrikası ambalajlama ve sevk.....	41
Şekil 3.11.	Tuğla ve kiremit üretimi akış şeması.....	46
Şekil 3.12.	Kiremitte boyut tayini.....	45
Şekil 3.13.	Kiremitte su emme deneyi.....	46
Şekil 3.14.	Kiremitte eğilme mukavemeti.....	48
Şekil 4.1.	Bölgesel dağılım haritası	53
Şekil 4.2.	Tuğla ve kiremit üretiminin yoğun olduğu bölgeler.....	53
Şekil 5.1.	Alaturka kiremit.....	58
Şekil 5.2.	Marsilya kiremit.....	58
Şekil 5.3.	Granada kiremit.....	59
Şekil 5.4.	Valensiya kiremit.....	60
Şekil 5.5.	Üç yol mahya kiremidi, saçak kiremidi ve tepe mahya kiremidi	60
Şekil 6.1.	Kiremit döşenmesi.....	62

Şekil 6.2.	Kiremitlerin oturduğu çıtaların saçak hattına paralel sabitlenmesi	63
Şekil 6.3.	Kiremit altı lata uygulaması.....	63
Şekil 6.4.	Çatı döşeme detayı.....	64
Şekil 6.5.	Marsilya kiremit ile döşenmiş çatı.....	64
Şekil 6.6.	Alaturka kiremit döşeme detayı.....	65
Şekil 6.7.	Granada tipi kiremit döşeme detayı.....	66
Şekil 6.8.	Granada kiremit ile döşenmiş çatı.....	66
Şekil 6.9.	Valansiya kiremit döşeme detayı	67
Şekil 6.10.	Valensiya kiremit ile döşenmiş çatı.....	67
Şekil 6.11.	Mahya uygulaması.....	69
Şekil 6.12.	Baca detay uygulaması.....	71
Şekil 6.13.	Camyünü ile Isı ve ses yalıtımı.....	72
Şekil 6.14.	Mertek arası camyünü ile ısı ve ses yalıtımı.....	72
Şekil 6.15.	Çift yönlü kırma bir çatı görünüşü	74
Şekil 6.16.	Çatı alanı.....	79

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1.	Kil minerallerinin gruplandırılması.....	5
Tablo 2.1.	Nihai karışıma ait % kireç ve sülfat miktarları.....	23
Tablo 2.2.	Kiremit numunelerinin Donma-Çözünme öncesi kırılma yükleri	24
Tablo 2.3.	+25±2 C° soğutma sıcaklığı ile maksimum eğilme yükleri	25
Tablo 2.4.	+36±2 C° soğutma sıcaklığı ile maksimum eğilme yükleri	25
Tablo 3.1	Kireç tayini.....	49
Tablo 4.1.	Çatı kaplama malzemeleri.....	52
Tablo 7.1.	Çatı eğimine göre kullanılabilir kaplama malzemeleri.....	78
Tablo 7.2.	Maliyetlerin karşılaştırılması.....	79
Tablo 7.3.	Alaturka kiremit için iş kalemleri birim fiyat analizleri.....	80
Tablo 7.4.	Marsilya kiremit için iş kalemleri birim fiyat analizleri.....	80
Tablo 7.5.	Onduline için iş kalemleri birim fiyat analizleri.....	81

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Kiremit, kiremit üretim süreci, maliyet analizi

Çatı kiremitleri çoğunlukla yağmuru dışarıda bırakmak için tasarlanmış geleneksel kil veya kayrak gibi mevcut yerel malzemelerden yapılır. Antik çağlardan beri, mimari yapılarda çatı kaplama malzemesi olarak kullanılır. Bu tezde çatı kaplama malzemeleri olarak kiremitlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, çeşitleri, hammadde hazırlanmasından malzemenin sevkine kadar olan üretim süreci ve yerinde uygulaması incelenmiştir. Bunun yanı sıra literatür araştırması yapılmış daha önce hazırlanmış tezlerden de yararlanılarak kiremit malzemesinin gelişim süreci izlenmiş ve maliyet analizi yapılarak diğer kaplama malzemeleri ile karşılaştırma yapılmıştır.

COMPARISON WITH OTHER METARIALS AS TILE ROOF COATING METARIAL

SUMMARY

Key Words: Tile, tile manufacturing process, cost analysis

Roof tiles are designed mainly to keep out rain and are traditionally made from locally available metarials such as clay and slate. Since ancient times, the architectural structures are used as roof covering. In this thesis, the physical and chemical properties of tiles as roofing metarials, types, preparation of row metarials to dispatch of metarials, in production process and application were investigated. In addition, a literature researched earlier arguments made by using the tiles in the metarial development process was followed and the cost analysis comparision was made by other coating metarials.

BÖLÜM 1. KİLLER

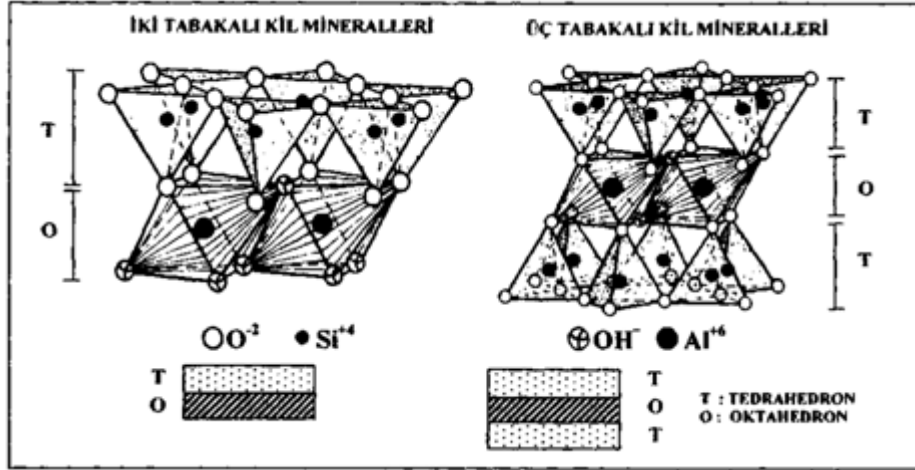
1.1. Kil Mineralinin Yapısı

Kil doğada bol miktarda bulunan minerallerdendir. Güçlü hava akımının etkisi altında kayaların aşınmasıyla oluşan killer ya oluştukları yerde ya da rüzgar ve su gücü ile taşınarak başka yerlerde büyük yataklar halinde depolanır. Fakat saf kil bulmak oldukça zordur. Kilin içerisinde en çok kalker, silis, mika, demir oksit bulunur. Bir kayaç terimi olarak kilin tam anlamı ile tanımlanması güçtür, çünkü kil olarak bilinen malzemelerin oldukça geniş bir kapsamı vardır. Genel anlamda kil terimi, sınırlı bir nicelikte su ile karıştırıldığında plastik özellik kazanan, 0,002 mm'den daha küçük taneli, doğal malzeme için kullanılır. Kil sarımtırak, kırmızımtırak, esmer gibi renklerde bulunur. Bu özelliğini bileşiminde bulunan yanıcı maddeler verir. Kilin yapısı itibarıyla su çekme özelliği vardır. Bu nedenle kil daima nemlidir.

Kil minerallerinin başlangıçta küre şeklinde olduğu düşünülmüştür. Fakat elektron mikroskopuyla yapılan incelemelerde bunların levhamsı veya tabakamsı (yaprakçıklı) bir yapıya sahip oldukları görülmüştür. Killerin sıkı istiflenme, plâstiklik ve hacimce genişleyip daralma gibi özellikleri, onların tabakalı yapıda yaratılmasından kaynaklanmaktadır.

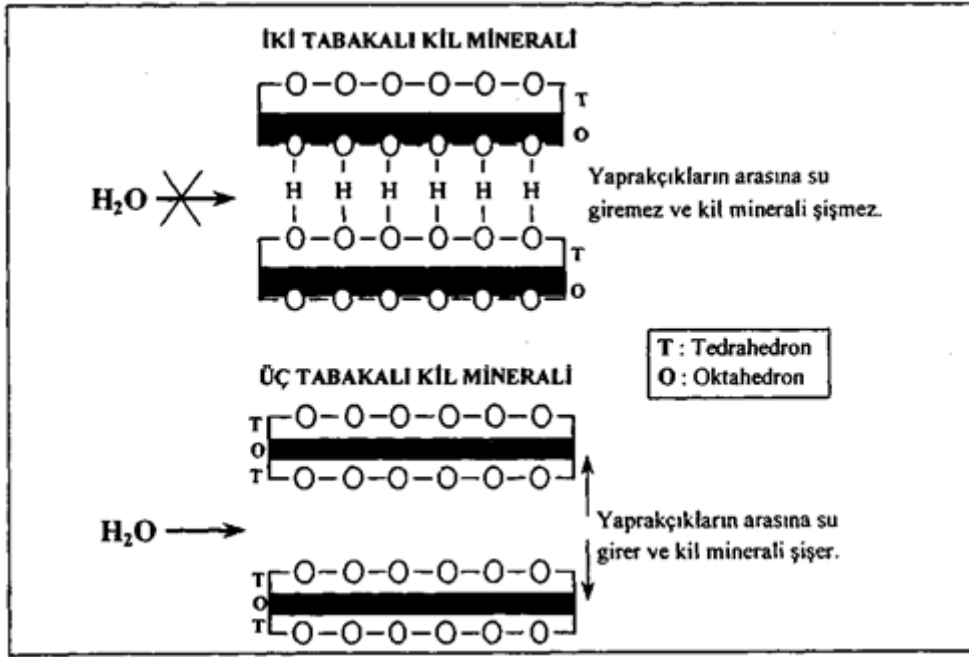
Bilim adamlarınca kil mineralleri, su ihtiva eden ve iyon değiştirme güçleri yüksek olan alüminyum silikatlar olarak tarif edilmektedir. Kil mineralleri, tetrahedron (düzgün dört yüzlü) ve oktahedron (düzgün sekiz yüzlü) olarak isimlendirilen kafes şeklinde kristal bir yapıda yaratılmıştır. Kilin kristal mineral parçacıklardan oluştuğu 1930 yılında Fry ve Hendricks tarafından X-ışını fotoğraflarından yararlanılarak kanıtlanmıştır. Tetrahedronlarda, silisyum ve oksijenlerden oluşan atom grupları mükemmel bir şekil ve belli bir düzende bir araya getirilmiştir. Bu minerallerin

tetrahedron tabakaları, 4 oksijen atomunun her biri bir köşeyi oluşturacak şekilde dört yüzlü geometrik bir yapıda, oktahedron tabakaları ise, alüminyum (Al), demir (Fe) ve magnezyum (Mg) gibi iyonların etrafında 6 oksijen ve hidroksil (OH-) iyonları olacak şekilde sekiz yüzlü geometrik bir yapıdadır.



Şekil 1.1. Tetrahedron ve oktahedron tabakalarının sıralanışı

Şekil 1 de görüldüğü üzere kil mineralleri, tetrahedron ve oktahedron tabakalarının üst üste ve yan yana paket şeklinde bir araya getirilmesi ve ortak konumdaki oksijen iyonları vasıtasıyla birbirine bağlanmasıyla oluşturulur.



Şekil 1.2. Su moleküllerinin girişinin mineralin tabakalı yapısı ile ilişkisi

Bu tabakalaşmada, tetrahedron-oktahedron düzeninde periyodik bir tekrarlanmayla iki tabakalı kil mineralleri; tetrahedron-oktahedron-tetrahedron düzeninde periyodik bir tekrarlanmayla da üç tabakalı kil mineralleri meydana gelir. İki tabakalı kil mineraline kaolinit, üç tabakalı kil mineraline ise montmorillonit kil minerali misal verilebilir. İki tabakalı kil mineralinin tabakaları arasındaki elektrik çekim kuvveti sebebiyle su ve besin elementlerinin bu tabakalar arasına girmesi önlenir. Bu sebeple, bu tip kil mineralleri bünyelerine su aldıklarında şişip genişleyemez. Bazı kil minerallerinin hacmi ise, bünyelerine su alınca büyür ve şişer. Misal olarak, üç tabakalı montmorillonit kil mineralinde iki eşdeğer tabaka yüzeyi karşı karşıya getirildiği için, tabakalar arasındaki çekim kuvveti çok zayıftır [1].

1.2. Kil Minerallerinin Gruplandırılması

Kil mineralleri atomik içyapılarına ve kimyasal bileşenlerine göre amorf ve kristalin olarak iki ana grupta sınıflandırılırlar.

- Amorf Killer: Allofan Grubu.
- Kristal yapıli killer

b.1. İki Tabakalı Killer: Birim kristal hücresi bir silikat tetrahedrası ve bir alümina oktahedrasının oluşturduğu yapılardır.

b.1.1. Eş boyutlu Killer: Kaolinit grubu killer (Kaolinit, dikit, nakrit)

b.1.1.1. Kaolinit Grubu Killer: Ana mineral olarak kaolinit ($Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$) içerirler. Doğada saf kaolinit yatakları bulunmaz. Genellikle demir oksit, silisyum oksit, silika türünde mika gibi yabancı maddeler içerirler.

b.1.2. Bir yönde uzamış killer: Halloysit Grubu.

b.2. Üç tabakalı olanlar.

b.2.1. Genişleyen kristal yapılı olanlar.

b.2.1.1 Eş boyutlu montmorillonit grubu. (Montmorillonit, savkonit, vermikülit). Genel yapıları açısından kaolinit gibi alüminyum silikat olmalarına karşın farklı bir görünüme sahiptirler. Yapılarında Mg^{++} , Ca^{++} , Fe^{++} , Zn^{++} gibi elementler taşırlar.

b.2.1.2 Bir yönde uzamış montmorillonit grubu. (Nontronit, saponit, hektorit).

1.2.2. Genişlemeyen kristal yapıda olanlar

1.2.2.1. İllit grubu killer

Smektit grubu killerden farklı olarak potasyum içermeleridir. Killerin bu grubuna mika grubu da denir. ($K_2O \cdot 3 Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2 + 2 H_2O = Muskovit$)

1.2.3. Düzenli karışık tabakalı olanlar

Klorit Grubu Killer: Bu grup killeri ince taneli ve yeşil renklidirler. Bu grup killer bol(4) miktarda magnezyum, demir (II), demir (III) ve alumina içermektedirler.

1.2.4. Zincir yapılı olanlar

Tablo 1.1. Kil minerallerinin gruplandırılması

KRİSTAL YAPILARINA GÖRE
I. AMORF OLANLAR
Allofan grubu
II. KRİSTALİN OLANLAR
1)İki tabakalı tipler
a)Eş boyutlular
Kaolen grubu: Kaolinit,dikit,nakrit
b)Uzamış olanlar
Halloysit grubu
2)Üç tabakalı tipler
a)Genişleyerek kristal yapılı olanlar
Eş boyutlu olanlar
Montmorillont grubu: Montmorillont ,saponit
Uzamış olanlar
Montmorillont grubu: Nontronit ,saponit,hektorit
b)Genişlemeyen kristal yapılı olanlar
İllit grubu
3)Düzenli karışık tabakalı tipler
Klorit grubu
4)Zincir yapılı tipler
Atapuljit,sepiolit,poligorsikit

1.3. Kil Mineralinin Özellikleri

Kilin başlıca dört özelliği vardır. Plastisite, Kohezyon, Renk ve Rötne' dir.

1.3.1. Plastisite

Kil mineralleri yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında bu materyallerin reaktivitesi artar yapılan bu ısıtma işlemi kalsinasyon olarak isimlendirilir.

Ezilmiş kile uygun miktarda su karıştırıldığı zaman işlenebilme ve şekillendirme özelliği kolaylaşır. Böylece kil kolayca şekil alır. Örneğin; un su ile karıştırıldığı zaman işlenebilir ve şekillenebilir. Buna karşılık kum, su ile karıştırıldığı zaman

herhangi bir plastik özellik kazanamaz. Kilin plastisite özelliği kazanabilmesi için muhakkak surette su ile karıştırılması gereklidir. Su dışında hiçbir madde kile plastisite özelliği kazandırmaz. Bu konuda yapılmış deneylerde birçok sıvı (alkol, gaz, terebentin, amonyak, aseton vb.) kullanılmışsa da hiç birisi ile bu özellik elde edilmemiştir.

1.3.2. Kohezyon

Bu özellik kil hamuruna kuruduğu zaman kendisine verilmiş olan şekli muhafaza etme kabiliyeti sağlar. Örneğin kum bu özelliğe sahip olmadığı için su ile ıslandıktan sonra kurumaya terk edildiği zaman küçük bir darbe ile kendi kendine dağılır. Kilin kohezyona sahip olabilmesi için mutlaka su ile yoğurulması gereklidir. Su dışında kalan diğer sıvılarla kil kohezyon kazanmaz.

1.3.3. Renk

Killer metal oksitlerle karışık bir şekilde bulduklarından doğal olarak renklenmiş durumdadırlar. Ayrıca organik maddeler de ihtiva eder. Kilin saf olması halinde rengi beyaz olur ve kaolen adını alır. Bunun ötesinde killerin renkleri sarı, pembe, kırmızımsı, mavimsi gri, yeşil ve siyahımsı olabilir. Kilin rengi içinde bulunan maddeler hakkında fikir vermektedir.

- Kilde limonit bulunması halinde rengi esmerdir.
- Kilde demir peroksit bulunması halinde rengi kırmızıdır.
- Kilde manganez bioksit bulunması halinde rengi siyahtır.
- Kilde organik maddeler bulunması halinde menekşe rengindedir.

Bununla beraber, kilin pişmeden evvelki rengi piştikten sonrada aynı renkte kalacağını göstermez. Çünkü oksitlerin yüksek ısı derecelerinde renkleri değişir.

1.3.4. Büzüşme (Rötre)

Kil su ile yoğrulup şekillendikten sonra kurumaya terk edilirse şekillendirme sırasında verilmiş olan ölçüleri küçülür. Diğer bir deyişle kil hamurunun kuruma sırasında hacmi küçülür. Bu olaya kilin rötre yapması denir. Rötre, kilin kuruması sırasında olduğu gibi pişmesi sırasında da devam eder. Kilin kurumasından meydana gelen rötre, kilin plastisite özelliğine bağlıdır.

Her ne kadar akıcı kil, pişmiş toprak malzeme üretiminde kullanılsa da, porselen, fayans ve vitrifiye seramik üretiminde döküm yolu ile şekillendirilerek kullanılır. Rötre, plastisiteden sonra en önemli özelliktir. Rutubetli bir kil hamuru kurumaya terk edildiği zaman hacmi küçülür. Belli bir zaman süresi sonucunda kil hamuru katılaşıp ve mutlak kuruma haline kadar su kaybı ve hacim küçülmesi devam eder. Bu şekilde kurutulmuş kil hamuru gittikçe yükselen ısıda pişirildiği takdirde, kurutmada olduğu gibi yine hacmini küçültür. Kilin gerek kuruma ve gerekse pişme sırasında yapılmış olduğu rötre, toplam rötre [3].

1.4. Killerin Kullanım Alanları

Kil mineralleri (kaolinit, montmorillonit vb.) endüstride birçok alanda kullanılmaktadır. Kaolinitler; kağıt dolgu ve kaplama, tuğla, seramik, çimento, plastiklerde, boya ve çözücülerde kullanılmaktadır. Kaolin çeşitli yapı ve spesifikasyonlarda olmasının en büyük nedeni oluşum esnasındaki ana kayaçların farklılığı ve taşıma - yıkanma olaylarındaki değişkenliklerdir.

Halloysit, kaolinlerin oluşumunda daha fazla hidrasyona uğramış olan türüdür. Bu kil mineralini kaolinden ayırt etmek oldukça güçtür. Bu mineralleri tanımak için ek olarak fiziksel ve kimyasal testler uygulamak gerekir. Halloysitlerin kullanım alanları ise aşağıdaki sistematikeydir.

Seramik ve Porselen Sanayi

Döküm Sanayi

Petrol ve Yağ Endüstrisinde Katalizör

Montmorillonit kil mineraller ise deterjan, seramik, kağıt, kozmetik ve boya sanayi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

1.5. Killerin Sınıflandırmasında Ve Uygulanan Analiz Yöntemleri

Killer üzerinde yapılan çok sayıda çalışmada fiziksel ve kimyasal karakteristikleri saptanmıştır.

Ticari amaçlar için kullanılacak killerin değerlendirilmesinde onların kimyasal bileşiminden çok fiziksel özellikleri önemli bir yer tutmaktadır. Killerde aranan şartlar onların kullanılma alanına göre değişir. Killerin çok değişik yapı ve bileşiminden kaynaklanan özellikleri onların çok geniş kullanım alanlarına sahip olmasının nedenidir. Killen tanımlamada ve kullanım alanlarının spesifikasyonlarını belirlemede kullanılan analiz yöntemleri şematik olarak aşağıda verilmektedir. Bazı sanayi dallarında killerin kullanıldığı yerler ve bu kullanımlarda aranan özellikler kesin şartnamelerle ve standartlarla belirtildiği halde çoğunda da mevcut değildir. İzlenecek genel değerlendirme metoduna ek olarak kil numunesinin tanımlanmasında ve endüstriyel sınıflandırmanın özelliklerinin tespitinde yapılacak analiz yöntemlerinden bazıları aşağıda özetlenmiştir. Bu analizler genel olarak kil laboratuvarlarında uygulanmakta ve killerin değerlendirmeleri bu kriterlere göre yapılmaktadır. Gerek endüstriyel uygulamalarda gerekse kil üzerine yapılan araştırmalarda bu analizler tamamen veya kısmen uygulanmaktadır [1].

- Genel olarak kil tanımlama, sınıflandırma ve endüstriyel kullanımlarda uygulanan analizler aşağıdaki gibidir;

1.5.1. D.T.A (Diferansiyel Termal Analiz)

D.T. A, kil minerallerinde dehidrasyon, kristal yapıdaki su kayıplarını ve yüksek sıcaklıktaki yeni faz oluşumlarının karakteristik termik reaksiyonlarını gösterir.

D.T.A. analiz cihazından alınan sonuçlar kil numunelerinin yapısı hakkında bilgi verir.

1.5.2. X- Ray analizleri

Kil minerallerinin tanımlanmasında ve özelliklerinin saptanmasında kullanılan en hızlı ve güvenilir yöntem X-Ray veya elektron mikroskobu yöntemidir.

1.5.3. S-Nem analizleri

Nem, kilin bünyesindeki fiziksel olarak tuttuğu ve 100 - 110 °C da ısıtıldığı zaman verdiği suyun % olarak ifadesidir. Bazı endüstriyel kullanımlarda öngörülen nem değerleri şöyledir.

- 1 Döküm Sanayi : %6-12
- 2 İlaç Sanayi: %5-8
- 3 Yağ Sanayi: %17
- 4 Gıda Sanayi: %8 - 25
- 5 Sondaj Sanayi: %10
- 6 Deterjan Sanayi: %15
- 7 Lastik Sanayi: %4

1.5.4. PH analizleri

Çeşitli endüstri dallarında pH değerini saptamak için uygulanan yöntemlerde bazı farklılıklar vardır. Bu farklılık pH değeri ölçülecek olan kil - su karışımındaki kil yüzdesinden gelmektedir. Bazı kullanım sahalarındaki istenilen pH değerleri şöyledir.

- 8 Döküm Sanayi: pH > 8. 2
- 9 İlaç Sanayi. pH 9. 5 - 10. 5
- 10 Gıda Sanayi: pH 8. 5 - 9. 8
- 11 Seramik Sanayi: pH > 10
- 12 Deterjan Sanayi: pH 8 - 9

1.5.5. Şişme analizleri

Killerin düşük sıcaklıkta bünyesinde tuttuğu fiziksel su kilin kimyasal ve fiziksel karakteristiğini kontrol eden önemli bir faktördür. Ticari alanlarda, killerde aranan plastisite, koloidal ve bağlama gibi özelliklerini etkileyen bu bünye suyudur. Kilin şişmesi yani bünyesine fiziksel su alması ve kristal yapının genişlemesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Ancak genel olarak kil tane iriliği ve su ilave edilmiş şekli kilin şişmesini etkilemektedir.

Kil çeşidine göre yaklaşık kendi ağırlığının 2 ile 15 katı su absorbe edebilir. Killerin şişme kapasitelerinin saptanması için standart deney yöntemi yoktur. Şişme deneyi killerin şişme oranlarını kıyaslamalı olarak gösterdiğinden aynı koşullar altında yapılan testlerden olumlu sonuçlar alınabilir. Şişme kapasitesi ve oranı için çeşitli yöntemlerin denenmesi bu konuda kesin analiz metodunun olmamasından gelmektedir. İlaç endüstrisi hariç hiçbir endüstrinin şartnamesinde şişme olayına açıklık getirecek bir yöntem yoktur

1.5.6. Yüzey alanı

Kil türlerine göre yüzey alanı değerleri değiştiğinden kil tanımlamasında ve sınıflandırmasında en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Yüzey alanını saptamada en çok kullanılan yöntemler BET metodu ve metilen mavisi adsorpsiyonu yöntemidir.

1.5.7. Yoğunluk

Killerin tanımlanmasında, sınıflandırmasında yoğunluk değerleri kullanılmasına karşın, özellikle killer arında yoğunluk farkı olması kullanım alanları için ayırt edici bir özellik olmaktadır. Kil yoğunlukları kil türlerine, üretim yerlerine nem oranlarına, kil içindeki minerallerin ve empürütelerin değişimine vb faktörlere göre değişebilmektedir.

1.5.8. Tane boyutu

Kil tane boyutunun çok küçük olmasından dolayı kil tane boyutunun saptanmasında elek analizleri kullanımı yanında sedimentasyon analizleri de yapılarak çok ince boyutlardaki dağılımları saptanır. Endüstriyel kullanımlarda her kullanım alanı için kendi kil tane boyutları saptanmıştır. Örneğin refrakter sanayinde 3. 5 - 0.075 mm, seramik sanayi için 0.053 - 0.044 mikron tane boyutu öngörülmektedir. Ancak tüm standartlarda 6 - 20 - 65 - 100 - 200 - 325 Mesh'lik eleklerde elenip tane boyut dağılımının saptanması gerekli kılınmıştır.

1.5.9. Plastiklik

Kilin en önemli özelliğidir. Plastisiteyi tanımlamak için sadece bir özelliğin ölçümü yeterli olmamaktadır, plastisiteyi saptamak için; plastisite suyu, Atteberg plastisite sayısı ve kilin su absorpsiyonu saptanmalıdır. Killerde plastisiteyi 4 sınıfta incelemek mümkündür.

- 13 Plastisite derecesi % 10 - 30 (Kil olmayan materyeller, şistler, şamot killeri, adi killeri)
- 14 Plastisite derecesi %30 - 65 (Kaolinler, Bağlama killeri)
- 15 Plastisite derecesi %65 - 80 (Kaolin, Montmorillonit grubu)
- 16 Plastisite derecesi %80 ve üzeri (Bentonitler, Yıkama Killeri, Montmorillonitler)

Kil numunelerinde uygulanan deneylerle çeşitli endüstri dallarında kullanılan killerde aranan koşullar kıyaslanarak hangi kilin hangi endüstride kullanılabileceği konusunda bir yargıya varmak güçtür. Bu tip bilgiler kilin kullanıldığı endüstri dallarında bir ön yargı getirmektedir. Gerçek ve kesin bilgiler o endüstri dalı için yapılacak laboratuvar ve pilot çaptaki denemelerle ortaya çıkar. Bu nedenle yukarıdaki denemelerde varılan sonuçlar aşağıda verilen diğer testlerle desteklenerek sonuçlandırılır. Bu testler;

2 Kimyasal Testler

-Karbonatlar İçin

- Demir

- Serbest Alümina

- Fosfatlar

- Suda Çözünür Testler

1 Kurutma ve Pişirme Testi

2 Vizkozite Ölçümü

3 Renk Testi (1300 °C)

4 Pirometrik Kon Eşdeğeri

5 Mukavemet Testleri

6 Döküm Özellik Testleri (Dağılma Özelliği, Akışkanlık Özelliği, Çökme Hızı)

7 Geçirgenlik Ölçümleri

8 Ağartma Testleri

9 Berraklaştırma Testleri

10 Süzme Testleri

11 Jel İndeksi

12 Çamur verimi

13 Diğer testler [1].

1.6. Üretim Teknolojisi

Dünya kil üretiminin büyük bir kısmı, modern açık işletme ekipmanlarının kullanıldığı, açık işletme yöntemleriyle yapılmaktadır. Daha az miktarda kil üretimi ise kapalı (yeraltı) işletme yöntemleri ile yapılmaktadır. Gerek açık işletme, gerekse kapalı işletme yöntemlerinde, kil damarı kalınlığına göre makine ve ekipmanlarının yanında emek yoğun bir şekilde üretim yapılmaktadır. Kilin oluşum sırasındaki şartlara bağlı olarak çok kısa mesafede yatay ve dikey değişimler göstermesi nedeniyle kullanılmadan önce killerin harmanlanması ve homojenleştirilmesi gerekmektedir.

Üretimi yapılan kilin kalitesine bağlı olarak tüvenan olarak kullanıldığı gibi, kullanım amacına göre kilin zenginleştirilmesi, ateş killerinin kalsine edilmesi

gereklidir. Refrakter malzeme ön yakma ve manyetik seperatör ünitelerinde hazırlanan malzemeler yüksek maliyet nedeniyle ekonomik olmaktan çıkmıştır. Bu nedenle 1988 yılına kadar bilhassa Filyos Ateş Tuğla fabrikasının esas hammadde kaynağını teşkil eden şiferton bu yıldan sonra gerek maliyetinin yüksek oluşu ve gerekse eşdeğer kalitede hammaddelerin yurtiçinden temini ve yurtdışından ithalatı kolaylaştığı için terk edilmeye başlanmış ve 1990 yılında da Amasra'daki ocakları kapatılmıştır [4].

1.7. Ülkemizde Kil Malzemesine Bakış

Çok geniş bir kullanım alanına sahip olan killer, üretimi ve talebi sürekli olarak artan endüstriyel hammaddelerin başında yer almaktadır. Hızlı üretim - tüketim artışının getirdiği sorunlar, bu sektörde yeni araştırmalara ve yeni bulunan sahaların sektörel bazda incelenmesini ve irdelenmesini gerektirmektedir. Gerek literatür bilgileri gerekse endüstriyel kullanımlar açısından killerin sınıflandırmasında ve özelliklerin belirlenmesinde genel bir birliktelik mevcut değildir. Bu nedenle çok farklı yapı ve özellik değişimine sahip bu hammaddelerin belirli bir sistematik içersinde araştırılması her zaman gereklidir. Dünya kil rezervi 70,252 milyar tondur. Bu açıdan büyük bir ekonomik potansiyel oluşturmaktadır. Özellikle birçok endüstriyel alanda ana girdi maddesi olduğu göz önüne alınırsa, büyük bir ekonomik potansiyel oluşturduğu görülmektedir.

Kullanım alanları açısından da değerlendirildiğinde kil özelliklerinin saptanması teknolojik bir gereksinim olduğu kadar ekonomik bir gereksinimdir.

Özellikle dünyadaki kil üretiminin %75 'inin seramik, cam, sıhhi tesisat, porselen, elektrik, inşaat sektörü gibi insanlığın vazgeçilmez ihtiyaçlarına cevap verir. Ülkemizde killer yoğun olarak İstanbul ve Söğüt bölgesinde bulunmaktadır ve üretimi yapılan killerlerin kalitesi büyük ölçüde dünya spesifikasyonlarına uygundur. Türkiye de 39,235 milyon işletilebilir kil rezervi vardır. Ancak kil işletmeciliğinde ve kil hazırlama - zenginleştirme uygulamalarında birtakım sorunlar mevcuttur. Bu sorunlar ülkemiz kil madenciliği yapısından ve kil rezervlerinin durumundan kaynaklanmaktadır. Üretimde genellikle selektif madencilik uygulanmakta ve her

endüstriyel kullanım kendi ihtiyacı olan kil üretimi bu yolla karşılanmaktadır. Tüketim alanında hammaddeden kaynaklanan sorunların çözümü cevher hazırlama - zenginleştirme uygulamaları ile sağlanmak istense de üretim kapasitesi selektif madencilik uygulaması nedeniyle yetersizdir. 40 milyon tona yakın ülkemiz işletilebilir kil rezervi ve 900 000 ton/yıl üretim kapasitesine sahip ülkemiz kil potansiyeli bazı endüstriyel kullanımların kaliteli kil üretimini karşılayamamaktadır. Bu ihtiyaç ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Özellikle tüketimdeki artışa karşın kaliteli kil üretiminde kapasite yetersizliği bu ithalatın artmasına yol açacaktır. Bu da ileriki yıllarda sorun yaratacaktır [4].

BÖLÜM 2 . KİREMİTLER

2.1. Kiremidin Tarihçesi

Tuğla dünya tarihinde imalatı yapılan ilk yapı malzemesidir. Kil ile suyun buluşması ve ateş ile beraberliği tuğlanın doğuşunu oluşturmuştur. Çok eski çağlarda her bina önce bir tuğla üretim tesisi olmuş, üretilen tuğlalar daha sonra bu binanın yapımında kullanılmıştır. Şu halde ilk üretim tesisi, tuğladan yapılan ilk evdir.

Artık ilk yerleşim yerlerinin ve kültürlerinin tuğla yapımına da uygun olan alüvyonlu toprakların yer aldığı geniş nehir havzalarında kurulduğu bilinmektedir. Tuğla sanatının da başlangıcı bu dönemlere rastlar. Bu bölgeler Mezopotamya'da yer alan Nil Euprates/Tigris nehirlerinin aşağı bölgeleridir. Bu bölgelerde yapılan kazılar da en eski bulguların kalıplanmış kil tabletler ve duvar rölyeflerinden oluştuğu gözlenmiştir. Buda gösteriyor ki tuğla üretimi daha bu zamanlarda başlamış ve o zamanlar bile tapınaklar, en zengin yapılar bu tuğla tabletler ile inşa edilmiştir.

Kullanılan bu pişmemiş kil tabletler zamanımızda kullanılan tuğlalara benzer boyutlarda ve elle düzeltilerek şekillendirilmişti. Bu kil tabletlerde (tuğla) yapılan Karbon 14 deneyleri ise M.Ö. 13000 yılını göstermektedir. Yani günümüzde tam tamına 15000 yıl önce ilk tuğlanın insanoğlunun elinde şekillendiğini söyleyebiliriz.



Şekil 2.1. Tuğla duvar örneği

Bir süre sonra insanlar sağlam binalar daha yüksek kuleler inşa etmek istediler. Tabii ki bu binalar daha hoş görünen binalar olacaktı. İşte bu aşamada pişmiş tuğla ortaya çıkmaktadır. Sıcak canlı bir renk ve daha sağlam bir yapı malzemesidir.

Zaman ise M.Ö. 4. yüzyıldır. 1877-1917 yılları arasında Alman Arkeolog Robert Koldwey tarafından Babil şehrinde yapılan kazı ve araştırmalarda halen modern binalarda günümüzde de kullanılan tuğlalara benzer düzgün şekilli, keskin kenarlı, çok teknik, imal edilmiş tuğlalar bulunmuştur. Bu nedenle dünyanın 7 harikasından biri olan bu tarihi yapı, pişmiş tuğlanın sistemli ve düzenli ilk kullanıldığı bina olarak kabul edilir.



Şekil 2.2. Babil Kulesi



Şekil 2.3. Babil Kulesi, M.Ö. 4. y.y.

Bu yapı tuğla endüstrisi için bir simgedir çünkü yüksek kapasiteli ilk üretim tesisidir. Bu dönemde ve daha sonra tuğla yapımının Anadolu'ya ve Avrupa'ya yayıldığını ve gittikçe yaygınlaştığını görüyoruz. Mezopotamya'da ise tuğla ve tuğla üretimi Asurlular, Persler, Sasaniler ve İslam kültürü ile gelişmiş değişik boyutlara taşmıştır.

Doğu ve batı kültürü hemen hemen ortak ilerlemiş, sonuçta tuğla tüm yerleşim vazgeçilmez yapı malzemesi olma özelliğini korumuştur. Yunanlı yazar Pindar, M.Ö. 5. yüzyılda Yunanlıların mermeri bularak heykel yapımında ve binalarda kullandığını anlatır.

Yunanlılar mermeri önce binalarda duvar malzemesi olarak kullandılar fakat mermerin olumsuzlukları nedeni ile tekrar tuğlaya döndüler. Bu arada pişmiş tuğlanın kullanılmaya başlanması ile birlikte çatı malzemesi boşluğu yaşandı. Bu boşluk ise yine Korintlerin Konkav kiremidi bulmuş olması ile doldu.

Çatılarımızda kullandığımız bugünkü yuvarlak kiremitlere benzer kiremitler imal ettiler. Tek farkları biraz daha kalın ve büyük boyutlu olmalarıydı. Yapılan araştırmalar ilk kullanılan Kiremitlerin 2-3 cm kalınlığında, 50 cm eninde ve 80-100 cm boyunda olduğunu göstermiştir. Kiremidi daha sonra Yunanlılar geliştirmiş, onlardan da Romalılar devralmıştır. Batı Avrupa'da Romalılar Yunan kiremit formlarını mümkün olduğunca geliştirdiler. Özellikle yuvarlak kiremitte neredeyse bugünkü üretim kalitesine yaklaştıklarını söyleyebiliriz.

Kiremit ve tuğlada ilk standartlar Romalılar tarafından geliştirilmiş ve uygulamaya sokulmuştur. Kalınlık nedeni ile oluşan kuruma ve pişirme problemlerini çözmeye çalışmışlar ve böylece ilk araştırma faaliyetleri de onlar sayesinde başlamıştır. Bu çalışmalar sonucunda mümkün olduğunca ince fakat eskisine göre çok daha sağlam malzemeler üretmişlerdir. İspanya, İngiltere, Fransa, Belçika ve Almanya'ya tuğla ve kiremidi tanıtan, kullanımının yaygınlaşmasını sağlayan yine Romalılardır. O zamanlarda bina yapımında çalışan Romalı Lejyonerler gün kişi başına 120-140 büyük boy, 220-240 adet küçük boy tuğla üretiyorlardı. Bir süre sonra tuğla artık sadece inşaat için imal edilen yapı malzemesi olmaktan çıkmış ve satılmak için imal edilmeye hatta 100 km kadar uzak bölgelere dahi deniz ve nehir yoluyla gönderilmeye başlanmıştır. Bunu da yine Romalılar başarmıştır. Zira tuğla ve kiremidi bir sanayi dalı haline getiren onlardır.

Anadolu'ya baktığımızda burada da gelişmelerin yukarıdaki tarihlere paralel olarak gerçekleştiğini görüyoruz. Tarih kitapları Anadolu'da ilk pişmiş tuğlanın endüstriyel anlamda üretim ve kullanımının M.Ö. 4. yüzyılda Lidyalılar tarafından başlatıldığını yazıyor. Bu dönem Babil kulesinin yapımı ile hemen hemen aynı dönemlere rastlamaktadır. Tuğla ve kiremit Anadolu'da Yunanlılardan sonra Bizanslıların katkılarıyla gelişmiştir. Daha sonra Selçuklular Bizanslılardan bu gelişmeyi devralmıştır. Selçukluların da bu konuda epeyce ilerledikleri bir gerçektir. Selçuklu

mimarisinde tuğla özellikle tas ile birlikte önemli bir mimari birliktelik yaşamıştır. Bundan sonra Osmanlı döneminde geçiş yaşanıyor ve Osmanlılar zamanında kiremit ve tuğla üretimi önemli gelişmeler yaşıyor. Küçük ve Konkav Osmanlı Kiremitlerinin yapımı bu dönemde gerçekleşiyor.

Anadolu'da kiremit ve tuğlaya ilk standart Osmanlılar döneminde getiriliyor. Fatih Sultan Mehmet dönemi tuğlaları 4.5*28*28 cm ebatlarında, hatıllarda kullanılanlar ise daha ince imal ediliyordu. Taban tuğlaları ise 25*25 cm boyutlarında ve kare seklinde veya çapları 30-60 cm arasında değişen altıgenler biçimindeydi. Kullanılan standartlar dışına çıkan tuğlalar inşaatlarda kullanılmıyormuş hatta satışına dahi izin verilmezdi.

Bundan sonraki dönemde 18. yüzyıla kadar tuğla endüstrisinde önemli değişiklikler görülmemiştir. Fakat Rönesans sonrası sanayi devriminin başlaması ile bu endüstri dalı da gelişmeye başlamıştır. Her şeyden önce standardizasyon çalışmaları ve emek yoğun çalışmanın mümkün olduğunca azaltılması konusu her dalda olduğu gibi tuğla ve kiremit endüstrisinde de ön plandadır. Teknolojinin en son gelişmeleri tuğla ve kiremitte bugün çok yoğun kullanılmaktadır. Bu iki malzeme 21. yüzyılın vazgeçilmezleri olmaya adaydır [5].

2.2. Tuğla-Kiremit Üretiminde Kullanılan Kil Esaslı Hammaddeler

Killer fiziksel ve kimyasal bakımdan birbirinden farklılık gösteren hammaddeler olduğundan, bu konuda bir sınıflandırma yapmak mümkün değildir. Diğer yandan bir genelleme yapmak gerekirse kiremit yapımına en uygun killer illit grubu killerdir. Montmorillonit ve halloysit grubundan killer bünyelerine fazla su aldıklarından dolayı yüksek oranda şişme gösterirler ve buna bağlı olarak su kaybı ile hacimsel küçülmeleri çok fazla olacağından kiremit üretiminde kullanılmaları uygun değildir. Killer genelde saf halde bulunmadıklarından, kiremit yapımında elverişliliği safsızlıkların cinsine ve miktarına büyük ölçüde bağlıdır. Kiremit üretiminde kullanılacak olan killerde bulunabilen yararlı ve zararlı safsızlıklar aşağıda verilmektedir:

Kum: Kiremit üretiminde tercih edilecek killerde doğal olarak bulunan kum (serbest silika) genellikle küçük tane boyutuna bağlı olup, miktarı yaklaşık % 30-40 civarındadır. Kilin bünyeye sağlamış olduğu plastiklik özelliğini dengeleyerek kuruma ve pişme sırasındaki hacim değişikliklerinin kontrolü için dışarıdan kum, pişmiş atık, uçucu kül ve öğütülmüş cüruf gibi dolgu maddelerinin ilave edilmesi mümkün olabilir. Kum ilavesi söz konusu olduğunda, kumun % 70'inin ortalama tane boyutunun 0,2 ile 0,5 mm arasında olması tercih edilir. Kiremit üretiminde % 10 ile % 20 kum ilave edilebilir değerler arasındadır.

Demir: Bazı durumlarda demir sülfat formunda bulunmakla birlikte çoğunlukla demir oksit ve hidratları şeklinde bulunup kil içerisine dağılmıştır. Pişmiş ürüne kırmızı rengini veren bu son iki şekilde bulunan demirdir. Kilin içermiş olduğu fazla demir veya bölgesel olarak toplanmış biçimdeki demir sülfat ve karbonatlar pişirim esnasında şişme çatlamlar yapar, ayrıca kullanılan kiremitlerin yüzeylerinde çiçeklenme (effluorescence) ve yağmur suyu ile akan ve boyayan lekelerle sebebiyet verebilirler. Bu nedenle bünye kompozisyonu içinde demir sülfat ve karbonatları mümkün olduğunca düşük miktarlarda bulunmalı, toplam demir oksit ve hidratlarının miktarı % 8-10 seviyesini geçmemelidir.

Kalker: Kalker ve diğer kalsiyum bileşikleri her türlü zeminde yaygın olarak bulunan malzemelerdir. İnce öğütülmüş ve kilin bünyesine homojen olarak karışmış kalsiyum oksit (CaO) genellikle fazla zararlı değildir. Ancak yüksek miktarda bulunduğu pişmiş ürüne sarıya çalan bir renk verir ve pişme sırasında kiremitlerde şekil bozuklukları meydana getirebilir. Büyük granüller halindeki kalsiyum tuzları mamül kiremit kullanımında havanın nemi ile reaksiyona girerek Ca(OH)₂ şekline dönüşürken hacim genişmesi nedeniyle kiremidin yüzeyinde bölgesel çatlaklar oluşturur. Kiremit üretiminde kullanılacak killerde bulunan ince öğütülmüş CaO miktarı % 8'in üzerinde olmamalıdır.

Organik maddeler: Killerin mavi, yeşil, gri ve siyah gibi farklı renklerde bulunması çoğunlukla bünyelerinde mevcut organik maddelerin cinsine ve miktarına bağlıdır. Pişme esnasında bu organik maddeler oksitlenerek gaz halde bünyeden uzaklaşırlar. Oksitlenmenin hangi sıcaklıklarda gerçekleşeceği organik maddenin cinsine bağlı

olup, 200 C° -1000 C° arasında değişir. Eğer bir bünyede mevcut organikler pişirimin erken kademelerinde uzaklaştırılmaz ise porlar camsı faz ile kapanabilir. Bu durumda geriye kirlilik kalabilir. Bu nedenle organik esaslı kirliliklerin mümkün olduğunca az bulunması hem kiremidin görünümünü, hem de fiziksel özellikler açısından önemli bir husustur.

Çözünür tuzlar: Genellikle sülfat ve klorür esaslı tuzlardır. Bu tuzların % 1,5 ve altıda bulunması iyi kalitede bir kiremit üretimi için gereklidir. Yüksek miktarda bulunan çözünür tuzlar kiremidin kullanım esnasında çiçeklenme yüzeyden dökülmeler (kireç patlağı) gibi daha önce de ifade edilen problemlerin meydana gelmesine yol açar [2].

2.3. Amaç ve Kapsam

Tezin amacı tarihten günümüze çatı sistemlerinde yapı malzemesi olarak kullandığımız kiremidin hammadde hazırlığı ile başlayan, uygulanması ile son bulan üretim aşamalarının incelenmesidir.

Bu aşamalar incelenirken tez kapsamında ülkemizdeki kiremitlerin tabii tutulduğu deneyler, farklı üretim şekilleri ve malzeme tiplerinin kıyaslanmasının yanı sıra Dünya teknolojileri ve malzeme tipleri de kıyaslanacaktır. Literatür araştırmaları yapılacak daha önce bu konuda yapılmış çalışmalar, deney ve sonuçları incelenecektir.

2.4. Kiremit Konusunda Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde daha önceki senelerde yapılmış olan tez ve araştırmalar incelenerek kiremitler için kullanılacak hammadde seçiminin yapılması, çeşitli deney sonuçları ve gözlemlere yer verilmiştir.

Oktay Orhun'un İnşaat tuğlası ve kiremit imaline elverişli toprakların tanınması adlı makalesinde gözle ve laboratuvar da yapılabilecek deneyler üzerinde durulmuştur;

Toprağın görünüşü, bize imalâta elverişli olup olmadığı hakkında bir hayli bilgi verir. Kırmızı renkli killer fazla demir bileşikleri ihtiva ederler. Esasen demir bileşikleri pişme esnasında eritici olarak tesir gösterirler ve mamulün basınca dayanıklılığını artırır. % 5 veya daha fazla demir oksit ihtiva eden killer kırmızı renkte pişerler, fakat hammaddede fazla kireç varsa mamulün rengi açılır.

Toprağın koyu kahverengi olması umumiyetle manganez bileşiklerinden veya humus maddelerinden ileri gelir. Toprağın plastikliğini, işlenme kabiliyetini artıran organik humus asillerinin kiremit, tuğla hammaddesinde bulunması makbuldür. Toprağın rengi normalden daha açık olduğu takdirde, önce, arazinin fazla, kireçli olduğu akla gelir. Kireç (kalker), kiremit tuğla sanayi için zararlı bir maddedir. Umumiyetle % 25 ten az kireç ihtiva eden topraklar tercih edilir. Fazla kireçli topraklarla imal edilen tuğlaların ve kiremitlerin gözenekliliği ve su emme nispetleri artar, dona mukavemetleri azalır. Ayrıca, piştikten sonra içinde serbest kireç kalması ve mamulü çatlatması tehlikesi ortaya çıkar.

Suda çözünen tuzların mevcudiyeti mamulün yüzeyinde kristallenmesi ile göze çarpar. Çiçeklenen tuğla ve kiremidin basınca ve dona mukavemeti azalır. Umumiyetle kalsiyum sülfat, az miktarda da magnezyum, demir ve alkali sülfatlardan ibaret olan bu tuzlar ya önceden hammaddede mevcut bulunurlar veya hammaddedeki piritin fırında bozunması esnasında teşekkül eden SO₂ gazının oksitlere tesiri neticesinde hâsıl olurlar.

Kiremit, tuğla topraklarının laboratuvar muayenelerinin yapılabilmesi için, en az üç kilo numuneye ihtiyaç vardır. Bu killerin kimyasal analizlerinin yapılması muhakkak şart değildir; teknolojik denemelerle hammaddenin imalâta elverişli olup olmadığı hakkında bir kanaat edinilebilir. Fakat kimyasal analiz neticeleri bilindiği takdirde, hammaddenin bazı özellikleri ve ihtiva ettiği zararlı maddeler tespit edilebilir.

Röntgenografik ve diferansiyel termik analizler hammaddenin bünyesinin tanınmasına yararlar, fakat pratik değerlendirme bakımından fazla önemi haiz değildirler.

Laboratuarda killerin teknolojik muayenesi, ön denemeler, pişmeden önceki denemeler ve piştikten sonra yapılan denemeler olmak üzere, üç kısımda mütalâa edilir, önce ön denemeler yapılarak hammadde hakkında genel bilgi edinilir. Sonra tane büyüklüğü, CaCO₃ nispeti ve plâstiklik suyu miktarı tespit edilir. Numune kalıplandıktan sonra kuruma zamanı, kuruma küçülmesi ve kuru mukavemeti tayin edilir. Pişirilen numunelerin rengi, yüzey sertliği, pişme küçülmesi, su emme nispeti, çatlama ve deformasyon durumu tespit edilir. Ayrıca, bazı hususi hallerde, mamulün hacim ağırlığı, suda çözünen tuz nispeti, basınca ve dona dayanıklılığı, su geçirgenliği de tayin edilmelidir [6].

Kiremitlerin fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinin araştırılması konulu İbrahim Yasin Yazar' a ait Yapılan deneysel çalışmalarda Akdeniz ve Granada tipi çatı kiremidi üretiminde kullanılan A, B, C, D, E ve F olarak kodlanmış altı farklı kil esaslı hammadde ve bu hammaddelerin uygun oranlarda karıştırılması ile elde edilen nihai karışım üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Çizelge 5.1.'de bu çalışmada kullanılan kil esaslı hammaddelerdeki ve nihai karışımdaki % kireç ve sülfat miktarları verilmektedir.

Tablo 2.1. Nihai karışıma ait % kireç ve sülfat miktarları

Hammadde Kodu	%Kireç	%Sülfat
A	6,47	0,41
B	6,98	0,22
C	6,84	0,29
D	7,14	0,31
E	6,15	0,34
F	6,92	0,29
Nihai Karışım	6,29	0,39

Yukarıda verilen çizelgede görüleceği gibi % kireç içeriği 6,15 ile 7,14 arasında değişmektedir. Değerler birbirine oldukça yakın bulunmaktadır. Bu değerler hammaddelerin Çizelge 4.1.'e göre orta kireçli grubuna dahil olduğunu göstermektedir.

Hammaddeler sülfat içeriği bakımından incelendiğinde en fazla sülfat içeren hammadde % 0,41 ile (A) hammaddesi, en az olanı ise % 0,22 ile (B) hammaddesidir. Sülfat tuzlarının nihai üründe kurutma ve pişirme işlemleri sonrası farklı karakterlerde görsel problemlere yol açtığı bilinmektedir. Bu çalışmada da nihai ürünlerin özellikle sürekli ıslatılıp kurutulması sonrası çiçeklenme hatası verdiği görülmektedir. [1]

2007 yılının ocak ayında Doç. Dr. Lutfullah Turanlı, Erzincan Mollaköy Doğal Perlit madeninden üretilen kiremitlerin donma çözülme deneyleri adlı bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında Donma Çözülme etkisine maruz bırakılmamış 10 numunenin gösterdikleri maksimum kırılma yükleri tespit edilmiş ve aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.2. Kiremit numunelerinin Donma-Çözünme öncesi kırılma yükleri

Numune No.	Donma- Çözülme Öncesi Kırılma Yüğü kgf
1	200
2	240
3	200
4	240
5	220
6	240
7	280
8	230
9	240
10	240
Ortalama	233
Standard Sapma	23.1

+25±2 C° -36±2 C° olmak üzere farklı soğutma sıcaklığı ile test edilen kiremitlerin donma-çözünme sırasında tespit edilen eğilme etkisi altındaki maksimum kırılma yükleri sırasıyla tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 2.3.+25±2 C° soğutma sıcaklığı ile maksimum eğilme yükler

Numune No.	Kırılma Yüğü kgf
1	300
2	280
3	300
Ortalama	293.3
Standard Sapma	11.5

Tablo 2.4. +36±2 C° soğutma sıcaklığı ile maksimum eğilme yükleri

Numune No.	Kırılma Yüğü kgf
1	380
2	240
3	240
4	390
5	300
Ortalama	310
Standard Sapma	72.8

Deneysel sonuçlar değerlendirildiği zaman Persan tarafından üretilen çimento esaslı ham perlit agregalı çatı kiremitlerinin donma-çözünme devirleri sonrasında eğilme yükü dayanımlarının düşmediği, beklenenin aksine artış gösterdiği gözlenmiştir. Meydana gelen artışın bir miktarının, donma çözünme devirleri arasında oda sıcaklığındaki suda bekletilen kiremit numunelerinin, su içerisindeki kür sonucu meydana geldiği düşünülebilir [7].

Emrah Aksin 'in Endüstriyel Atıklarının Tuğla ve Kiremit Üretiminde Değerlendirilmesi adlı çalışmasında Tuğla ve kiremit üretiminde kullanılan ana

malzeme olan kil ile sanayi atıkları olarak nitelendirilen uçucu kül ve fosfojips karışımlarından yeni bir tuğla – kiremit hammaddesi elde etmenin yolları araştırılmıştır. Yapılan çalışmada kimyasal analizine göre kimyasal bileşim yüzdelerine bakıldığında, bu deneysel toprağın Montmorillonit kil grubuna yakın olduğu ve tuğla üretimine uygun bir kimyasal bileşime sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada Soma Termik Santralına ait “F” sınıfı uçucu külü kullanılmıştır. Bandırma Gübre Fabrikaları A.S. den temin edilen fosfojips kullanılmış.

Numuneler ağırlıkça;

Uçucu kül oranı; %0, %5, %10, %15, %20,%25,%30

Fosfojips oranı; % 0, %5, %10, %15, %20,%25,%30

olmak üzere 13 seride ve her deney için ortalama 6 adet olmak üzere hazırlanmış ve yapılacak deneyin türüne göre farklı boylarda kesilmiştir. Hamur hazırlama, şekillendirme, kurutma, pişirme aşamalarından sonra, plastiklik suyu birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme, eğilme dayanımı, basınç dayanımı gibi deneyler yapılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır.

Fosfojips katkısı birim hacim ağırlığı artırmış, fosfojips miktarının artması ile birlikte rötre miktarında görülen artışın bu sonucu doğurduğu düşünülmektedir buna karşın uçucu kül katkısı birim hacim ağırlığı azaltıcı etki göstermiştir. Uçucu küllü katkılarda bu şekilde bir sertleşme durumu gözlemlenmemiş, hatta islenebilirlik ve sıkıştırma işlemi daha kolay yapılabilmektedir. Ancak katkı oranı ile birlikte plastiklik suyunun artması, ve rötre miktarının azalması bu numunelerin fiziksel yapılarını boşluklu hale getirmiş hem uçucu kül hem de fosfojips katkısı miktarı ile orantılı olacak şekilde plastiklik suyu değerini kil ile elde edilmiş kontrol numunesine kıyasla artırmaktadır.

Kuru kırılma değerleri uçucu kül katkılı örneklerde kile oranla çok düşük sonuçlar vermiş ve hatta %15 oranının üzerinde bu sonuçlar ölçülemeyecek kadar düşük çıkmıştır. Bu durum; uçucu külün herhangi bir bağlayıcı özellik göstermemiş olması ve küresel yapıli tanelerinden kaynaklanmaktadır. Kuru kırılma deneyi eğilmede yapıldığından küresel yapıli eğilme dayanımını düşürmüştür. Fosfojips katkılı

numunelerde ise kuru kırılma değerlerinin kil içerikli kontrol numunesinden daha fazla olduğu gözlenmektedir. Ancak fosfojips miktarındaki artışın kuru kırılma değerini aynı oranda etkilememiş olması da önemli bir parametredir. Bu durum fosfojips katkısının aynı anda olumlu ve olumsuz özellikler getirdiğinin göstergesidir. Fosfojips malzemesinin lifli yapısı eğilme deneyi ile bulunan kuru kırılma değerlerinde artışa sebep olurken, kuruma sırasında katkı oranına bağlı olarak rötre miktarındaki artışla ortaya çıkan kılcal çatlakların bu değerlerin düşmesine sebep olduğu düşünülmüştür. Uçucu kül katkılı numuneler ile alınan sonuçlara bakıldığında uçucu kül katkısının eğilme dayanımı üzerinde olumsuz etkisi olduğu görülmektedir.

Piştirme işlemi sonucunda kuru kırılma değerlerine kıyasla daha olumlu sonuçlar görülmesine rağmen uçucu kül katkısındaki artış eğilme dayanımında ciddi azalmalara sebep olmuştur. Fosfojips katkılı numuneler ile yapılan deneylerin sonuçlarına bakıldığında, konvansiyonel tuğla malzemesi olan kile kıyasla düşük değerler saptanmış, ancak bu fark, uçucu küllü numunelerde olduğu kadar fazla olmamıştır. Basınç dayanımları da eğilme dayanımı ile çok yaklaşık davranış göstermiştir [8].

BÖLÜM 3. KİREMİT ÜRETİM AŞAMALARI

3.1. Üretim Yöntemi-Teknoloji

Tuğla ve kiremit tesislerinde teknolojinin adlandırılması; kurutma sistemine (doğal kurutma-suni kurutma), üretim yöntemine (emek yoğun-teknoloji yoğun), otomasyona (otomatik-yarı otomatik), hammadde işleme ve şekillendirmeye (vakumlu-vakumsuz), pişirme sistemine (hoffman-tünel) göre yapılmaktadır.

Türkiye’de teknolojinin adlandırılması daha çok pişirme sistemine göre yapılmaktadır.

Bu açıdan baktığımızda ülkemizde kullanılan en yaygın sistem Hoffman sistemidir. Tünel fırın sistemi ile çalışan fabrika sayısı ise sınırlıdır. Zaman içinde bu sistemler kendi içlerinde geçişler yaşamış, karma birtakım teknolojiler ortaya çıkmıştır. Hoffman pişirme teknolojisi yanında suni kurutma yapılmış, tünel fırın teknolojisi doğal kurutma ile beslenmiş, tünel pişirme sistemi hoffman ile karma yapılarak kemer tünel fırın sistemi geliştirilmiştir.

Tuğla ve kiremit üretim kademeleri incelenerek üretim yöntemi daha iyi irdelenebilir.

- 1) Hammadde hazırlanması
- 2) Şekillendirme
- 3) Kurutma
- 4) Pişirme
- 5) Ambalajlama ve sevk [1].

3.1.1. Hammadde hazırlanması

Tuğla ve Kiremit üretiminde kullanılan killere, doğada genellikle rutubetli ve plastik bir kıvamda, bazen kuru ve toz haline getirilebilir bir şekilde, bazen de kaya menşeli olarak bulunur ve çıkarılır. Dolayısıyla doğadan elde edilen ve üretim tesislerine getirilen kil, gerek boyut olarak gerekse bileşim olarak uygun özelliklere sahip olması için bir dizi ön hazırlıktan geçmesi gerekmektedir.



Şekil 3.1. Hammadde dağ killlerinden elde edilir



Şekil 3.2. Delta tuğla fabrikası öğütme ünitesi [9].



Şekil 3.3. Öğütülerek hammaddenin istenilen boyuta düşürülmesi

Hammaddenin işlenebilirlik özelliği kazanabilmesi için önce öğütme işlemi yapılmaktadır. Hammaddenin homojen bir malzeme olması, plastiklik ve kohezyon özelliklerinin gerçekleşebilmesi için iyice ufalanması ve ince partiküller halini alması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli makinelerle içindeki iri taşlar, çöpler ayıklanmakta (taş ayırıcı, vals, kollergang vb.) ve istenilen dane çapına kadar öğütülmektedir. Ayrıca homojen bir kil hamuru elde etmek için, kilin yeterli miktarda su ile birlikte ezilmesi ve karıştırılması gerekmektedir. Kile azar azar su ilave edildiğinde plastikliği bir miktar artmaktadır. Su ilavesi öğütme öncesinde yapılabildiği gibi, öğütme sonrasında da yapılmaktadır.

Dinlendirme, hammadde hazırlama aşamalarının en önemlisidir. Üretilen malzemenin kalitesini etkileyen çok önemli bir unsurdur. Killerin tiksotropik özellikleri dolayısıyla yoğrulmuş çamur dinlenme esnasında direnç kazanmaktadır. Dinlendirme işlemi öğütme işlemlerinden önce veya sonra yapılmaktadır.

3.1.2. Şekillendirme

Ham madde hazırlama aşaması sonunda şekillendirilmeye uygun bir nitelik kazanan hamur, değişik yöntemler kullanılarak şekillendirilmekte ve değişik biçim ve boyutlarda yarı mamül tuğla-kiremit elde edilmektedir.



Şekil 3.4. Vakumlu pres makine ve nemlendirilmiş kil'e şekil verilmesi

Şekillendirmede genellikle kalıplama, presleme ve extrude yöntemleri kullanılmaktadır. Kalıplama, genellikle harman tuğlası üretiminde kullanılan bir yöntemdir. Presleme, daha çok kiremit üretiminde kullanılır. Extruderden galeta olarak hazırlanan hammaddeler çeşitli tip ve büyüklükteki presler ile kiremit şeklini almaktadır. Extrude (vakumlama) yönteminde, hazırlanan kil sonsuz vida yardımı ve belli bir basınçla kalıptan çıkartılmaktadır. Bu yöntemde extruder (vakum pres) makinasına gönderilen hazırlanmış hammaddenin vakum yöntemi ile (14-16 atü) havası emilmekte ve plastik hale gelmektedir. Helezonlar vasıtası ile itilen ham madde vakum presin ağız kısmındaki ağızlık (filyer) vasıtası ile iki boyutunun şeklini almakta ve sonsuz bant olarak vakum presi terk etmektedir. Sonra ince tellerle kesilen malzeme üçüncü boyutu da alarak kurumaya terk edilmektedir.

3.1.3. Kiremit ürünlerinin kurutulması

Kurutma, kil içinde mevcut ve şekillendirmeye uygun bir kıvama getirmek için katılan suyun değişik yöntemlerle bünyeden çıkarılma işlemidir. Kurutma işleminde doğal kurutma ve suni kurutma olarak iki yöntem kullanılmaktadır.

Doğal kurutma; ülkemizde çok yoğun olarak kullanılan ve atmosferdeki ısı

enerjisinden faydalanma prensibine dayanan bir sistemdir. Extruder'den yaş olarak çıkan mamüller genellikle kurutma sehplarına belli bir düzenle dizilmekte, bu sehplar geniş kapalı alanlara (saya) ya da açık alanlara konarak kurumaya terk edilmektedirler.

Doğal kurutmanın avantajları:

- a) Herhangi bir kurutma ısısına gerek göstermez , kurutma işleminde ek bir enerji gerektirmediği için ekonomik görünmektedir.
- b) Parçalar çok yavaş kurutulduğunda hemen hiç kuruma hatası göstermezler.

Doğal kurutmanın dezavantajları:

- a) Ortalama 14-20 gün süren kurutma süresine bağlı olarak, büyük kurutma alanları ve yollarına gerek vardır.
- b) Açık hava kurutmaları sadece yaz sezonunda uygulanır. ilkbahar ve sonbaharda ortaya çıkan sürekli yağışlar, gece donları, numunelere zarar verir.
- c) Rüzgar ve güneş numunelerin büyük bir kısmının hemen bozulmasına yol açar.
- d) İşçiliğin fazla olması

Kurutma Hataları:

Hamur hazırlamadan başlayarak, şekillendirilmede bilinerek veya bilinmeden yapılan hatalara yanlış kurutma teknikleri eklenince, kurutma hatalarının ortaya çıkması kaçınılmaz olur. Şekillendirilen bir parçada eğer farklı et kalınlıkları varsa, kuruma sırasında, ince kısımlar daha çabuk kuruyacaklarından, geç kuruyan kısımlarla arasında bazı gerilimler ortaya çıkar. Bu ise, ince ve kalın kısımların birleştikleri yerlerde “kuruma çatlağı” denen çatlak türünü oluşturur. Bir kurutma hatası da “deformasyon ve eğilmedir”. Hareketsiz zemin ve raflarda kurutulan büyük parçalarda da görülür. Nedeni, parçanın yetersiz kuruması veya yalnızca yüzeyinin kurumasıdır. Bu hata, yetersiz kurutma düzenlerinde ortaya çıkar.

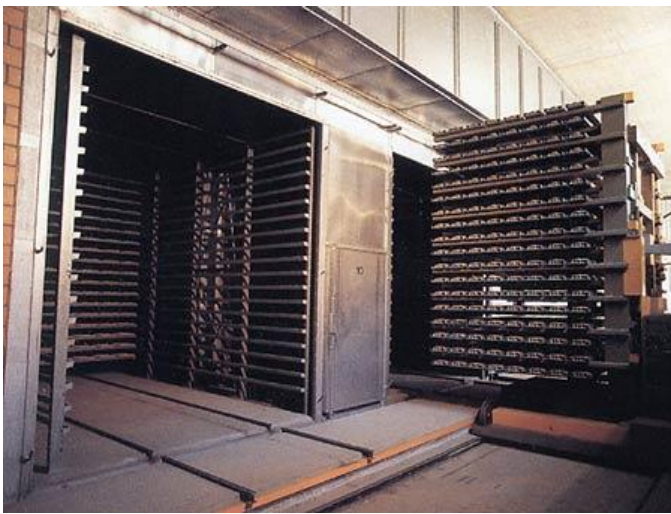
Hareketsiz kurutmalarda, hep bir taraftan kurutulan parçalar, deformasyonun yanı sıra fazla miktarda kurutma çatlakları da gösterirler. Kurutma sırasında yüzeye doğru hareket eden su, beraberinde ince tanecikleri de taşıyabilir. Bu durumda yüzeyde ince tanelerden oluşan bir tabakalaşma hatası ortaya çıkar. Eğer hamurun yapısında

çözünebilir tuzlar varsa, kuruma sırasında bunlar kolayca yüzeye taşınabilir ve yüzeyde “renk lekeleri” oluştururlar.



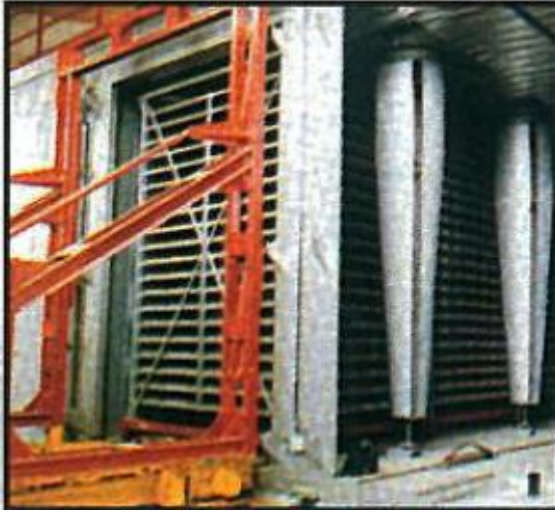
Şekil 3.5. Doğal kurutma

Suni kurutma; kurutmayı doğal koşullara bırakmadan ek bir enerji sağlanarak ısıнын ve hava hareketinin fazlalaştırılmasıyla yapmaktır. Killi maddenin içindeki serbest suyun, önce yüksek buhar basıncı ve az sıcaklık, kurutmanın sonuna doğru alçak buhar basıncı ve yüksek sıcaklık sağlanarak dışarı atılması prensibine dayanır. Bu uygulama kurutma odaları veya tünel kurutma fırınları kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 3.6. Suni kurutma

Kurutulan bir kil, şekillendirme suyu tamamen uzaklaşmaya kadar küçülür. Bu kuru küçülmeyi izleyen aşamada, kil pişirildiğinde de küçülme devam eder. Pişirim esnasında meydana gelen küçülmenin nedeni olarak; yapısındaki organik malzemelerin yanması, gazların uzaklaşması, kristal suyunun uzaklaşması ve farklı mineralojik ve kimyasal karakterdeki fazların oluşması verilebilir.



Şekil 3.7. Tünel kurutmanın kesit görünüşü

Kurutma, üretim esnasında seramik hammadde ve şekillendirme için önemli bir kademedir. Bu kademedeki ürün içerisinde enerji taşınmasını gerektirir. Bünyenin içerdiği fiziksel olarak bağlı su, porların içinden buharlaşma ile yüzeye taşınır. Bir kurutma sisteminde, ürün yüzeyinden ısı enerjisi verilmeli ve buhar taşınma ile uzaklaştırılmalıdır. Kil esaslı bünyenin kurutulması bünyenin şekillendirilebilmesi amacıyla katılan suyun değişik yöntemlerle uzaklaştırılması veya sıvı maddenin katı maddeden ayrılması olarak tanımlanabilir.

Mekanik kuvvetler örneğin, filtrasyon ve merkezkaç hareketi gibi veya bir ısı uygulaması sonucu sıvının su buharına dönüştürülerek katı maddeden uzaklaştırılmasıyla gerçekleştirilir. Kil tipine bağlı olarak, kurutmada uzaklaştırılacak su miktarı kütlece % 10-40 civarındadır. Seramik hammaddelerin ve yas ürününün kurutulmasında, kil tipine ve fırın operasyonunun geometrisine ve moduna bağlı olarak bünyede kalması, gereken rutubet miktarının % 0,5-6 arasındaki değerlerde olması beklenir.

Konveksiyon kurutma esnasında ardışık olarak izlenen basamaklar aşağıda verilmektedir:

- Havadan yas ürüne ısı transferi
- Suyun sıvı halden buhar haline dönüşümü
- Su buharının ürünün yüzeyinden uzaklaştırılması
- Katı malzeme içerisindeki sıvının buharlaşma yüzeyine transferi

Bu kademelerin gerçekleşmesinde ürün yüzeyini terk eden su, suyun yüzeye transfer yolu ve kilde suyun tutulma şekli önemli rol oynamaktadır. Kurutma işleminde kurutma havasının besleme hızı ve yönü, sıcaklığı ve içerdiği nem miktarı da kontrol edilmesi gereken parametrelerdir. Kurutma işlemi esnasında dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri de, uygun kurutma yapılmadığı durumlarda pişirmeye kadar görülmeyecek gerilmelerin ortaya çıkabilmesidir. Bazı pişirim çatlaklarının kurutma çatlakları olduğu ve pişirmeye kadar görülmeyeceğini unutmamak gerekir. Eğer başlangıç bölgesinde yüksek nem kullanılırsa sıcaklık kademeli olarak artırılabilir. Sıcaklığın artırılması, su damlasının yüzey gerilimini artırır. Suyun malzeme içinde küçük boşluklarda kolaylıkla hareket etmesini sağlamak için yüzey gerilimini düşürmek gerekir. Başlangıçta çok kuru hava ve çok hızlı kurutma şartlarından kaçınılmalıdır.

Kurutma sürecine etki eden diğer faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tane boyut şekli ve dağılımı
- Bünyeyi oluşturan hammaddelerin mineralojisi
- Bünyede çözünen tuzların olup olmadığı
- Ortamın nem miktarı
- Ortamdaki hava sıcaklığı
- Kurutulacak ürünün boyut, şekil ve içerdiği su miktarı arasındaki uyum

Kurutma işlemi sonunda kildeki şekillendirme suyu buharlaştığı için kil katılaştır ve çeker. Kurutma havası, kurutulacak ürünün yüzeylerine aynı miktarda etki yapmadığı takdirde kurutulacak ürünün her tarafı eşit olmayan bir şekilde kurur. Böylece önce kuruyan kısımlar çekmelerini aldıkları halde az kuruyan kısımlar bu kısımları

engeller. Sonuçta üründe çatlama, yarıma gibi hatalar meydana gelebilir. Bu durum et kalınlığı fazla olan ürünlerde daha belirgin bir hal alır. Farklı çekmelerden kaçınmak için ürünün bütün bünyesinde mümkün olduğu kadar homojen bir kurutma işlemi uygulamak gereklidir. Görülen diğer bir kurutma hatası da deformasyon ve eğilmelerdir. Hareketsiz zemin ve raflarda kurutulan büyük parçalarda bu hata görülür. Nedeni, parçanın yetersiz kuruması veya yalnızca yüzeyinin kurumasıdır. Ürünlerin kurutucu ortam içinde hızlı hareketi veya kurutma havasının iyi ayarlanamayan sıcaklığı ve hızı gibi etkenler de bu tip hataların oluşmasına katkıda bulunur. Hareketsiz kurutmalarda hep aynı yüzeyden kurutulan mamullerde, deformasyonun yanı sıra kurutma çatlakları da oluşabilir.

Kurutma esnasında yüzeye doğru hareket eden su, beraberinde ince taneleri taşıyabilir. Bu durumda yüzeyde ince tanelerden oluşan tabakalaşma hatasını ortaya çıkartabilir.

Eğer bünyenin yapısında çözünebilir tuzlar varsa, kuruma sırasında kolayca yüzeye taşınabilir ve yüzeyde çiçeklenme problemine neden olabilir [9].

3.1.4. Kiremit ürünlerinin pişirilmesi

Piştirme, tuğla ve kiremit üretimindeki en son aşamadır. Kilin kuruma aşamasında, serbest haldeki suyunu ve sonradan emdiği suyu kaybetmesinden dolayı boyutlarında küçülme (çekme) olur.

Piştirme sırasında kil kimyasal reaksiyonlara maruz kalır. 300 °C civarında organik maddeler tamamen yanar, 450-650 °C arasında molekül suyunu kaybeder. 850- 950 °C arasında kil hamurunun pişmesiyle oluşan bu yeni malzeme artık sert, şeklini değiştirmeyen, belirli mukavemet ve renge sahip bir üründür.

Genel olarak pişme şu aşamalardan oluşur:

1. Doldurma
2. Isınma
3. Pişme

4. Soğuma

5. Boşaltma

Pişirme işleminin yapıldığı fırınları gruplandırarak olursak:

I- ARALIKLI İŞLEYEN FIRINLAR

a) Direkt Alevli Fırınlar

- 1- Sahra fırını
- 2- Kara fırın, iki katlı kare fırın
- 3- Kubbeli kara fırın
- 4- Kassel fırın (yatık)
- 5- Bovezi fırın
- 6- Yuvarlak fırın
- 7- Çan fırın

b) Dolaylı Alevli Fırınlar

- 1- Kubbeli yuvarlak fırın
- 2- Zarflı fırın
- 3- Elektrikli fırın

II- DEVAMLI İŞLEYEN FIRINLAR

a) Pişme Bölgesi Hareketli Fırın

- 1- Hoffman fırın
- 2- Galeri fırın
- 3- Zig-Zag fırın

b) Pişme Bölgesi Sabit Fırın

- 1- Tünel fırın
 - a) Düz tünel fırın
 - b) Kemer tünel fırın
- 2- Zarflı tünel fırın

Türkiye’de en yoğun kullanılan fırın tipi Hoffman fırın’lardır. Daha sonraki yoğunluğu tünel fırınlar oluşturmaktadır. 20 civarında da hoffman-tünel fırın karışımı olan kemer tünel fırın vardır.

Hoffman fırın: Fırın kesiti dairesel tonoz biçimindedir. Ateş hareketli, ürünler sabittir. Bu fırın yakıttan elde edilen ısıyı çok yüksek verimle kullanan ve üretim kapasitesi ve hızı yüksek olan bir fırındır. Yanmanın tam pişme durumundaki malzemenin üzerinde olması, fırın içinde hareket eden havanın bir yandan pişmiş malzeme ile temas ederek ısınması, ısınmış havadan çiğ malzemenin ısınması için yararlanılması bu fırının en önemli üstünlükleridir.



Şekil 3.8. Hoffman fırın

Tünel fırın: Ana prensip olarak ürünler hareketli, ateş sabittir. Uzun bir tünel ve içinde hareketli fırın vagonları vardır. Yarı mamul ürünler fırın vagonlarına fırının dışında istif edilmekte ve birbiri ardına vagonlar belli bir hızda, fırının içinde hareket etmektedir. Fırın içinde hareket eden ürünler ısı gitgide artan, rutubeti azalan bir hava ortamı ile karşılaşmaktadır. Bu bölge ısınma bölgesidir. Orta bölümde pişme bölgesi (cehennemlik) vardır. Burada pişen ürün ilerlemeye devam ederek daha önce pişmiş olan malzemenin üzerinden geçerek malzemeyi soğutmuş olan ve kendisi ısınan hava ile temas ettikçe giderek soğumaya başlamaktadır. Daha sonra fırın dışına çıkan ürünler fırın vagonları üzerinden alınmaktadır. Pişirme bölgesinde genel olarak sıvı yakıt kullanılmakta, bazen katı yakıtlı sistemlerde yapılabilmektedir.

Tünel fırınlar, ürün kalitesi yüksek, yakıt ve emek tasarrufu sağlayan, fabrikasyon süresi kısa sistemlerdir. Ancak, ilk yatırım ve bakım maliyetleri çok yüksektir. Fırın debisi çok sık değiştirilememektedir.



Şekil 3.9. Tünel Fırın

Pişirmede Meydana Gelen Hatalar:

Piştirme sırasında ortaya çıkan hataların bir kısmını üretimin diğer basamaklarında aramak yerinde olur. Örneğin hamur hazırlama, şekillendirme ve kurutmada yapılan ve henüz ortaya çıkmayan hatalar, piştirme sırasında ortaya çıkarlar. Bunun dışında, büyük ölçüde hatalı piştirme nedeni ile de çeşitli piştirme hataları oluşur.

Tuğla ve kiremit numunelerin istendiğinden daha fazla pişmesi ve erimesi, fırın sıcaklığının gerekenden yüksek olması sonucunda ortaya çıkar. Yakıtın verdiği sıcaklığın, fırın içinde iyi bir dağılım göstermeyerek, bazı yerlerde fazla yakıtın kullanılması, o bölgedeki numunelerin erimesine neden olur. Numunelerin fırın içinde yerleştirme şekilleri de pişmenin az veya çok olmasına etkili olur.

Tuğla numunelerin üst yüzeylerinde yoğunlaşmış su buharından oluşan su tabakası, numunelerin yüzeyinde bir yumuşamaya yol açar. Bu sırada numunelerin ısıtılması sonucu, suyun aniden uçmasından çatlaklar ortaya çıkar. Bu tür çatlaklar numunelerin yalnızca yüzeylerinde ortaya çıkar. Derinlere inen çatlakların nedenini ise, numunelerin iyice kurumadan fırına girmesinde aramak gerekir.

Diğer bir piştirme hatası da, fırın sıcaklığının çok çabuk yükselmesi sonucu ortaya çıkan pişme çatlaklarıdır. Bu olay daha çok, kimyasal suyun uçtuğu 400-600° C arasında olur. Pişen numunelerin çok çabuk soğuması da çatlaklara yol açar. Bunlara soğuma çatlağı adı verilir. Sinterleşmemiş numunelerde soğuma hızı, 10-25° C/saatin ve sinterleşmiş numunelerde 7-15° C/saatin üzerinde ise, soğuma çatlakları oluşur.

Özellikle bol kuvarzlı hamurlarda 870 ve 575° C'lerde ve özellikle 230° C'de çabuk soğutma sonucu, soğuma çatlakları oluşur. Soğuma çatlağı diğer çatlaklardan, sert ve keskin kenarlı olusu ile ayrılır. Diğer bir pişirme hatası ise, numunelerde pişme sonucu görülen şişmelerdir. Bunun nedeni, sıcaklığın ani yükselmesi sonucu numunenin yüzeyinin sinterleşmesi ve arada kalan gaz tabakasının genişleyerek, şişip dışarı baskı yapmasıdır. Killerin içindeki, doğadan gelen maddelerin yanması sonucu oluşan gaz basıncı, su buharının da yardımı aracılığıyla, sinterleşen numunelerde şişmeye neden olur. Şişmenin kaynaklandığı diğer bir neden ise, demir bileşikli (Fe₂O₃, FeS₂) hammaddelerin CO'li yanma gazlarının etkisi ile reaksiyon göstermesidir. Bu hatayı önlemek için, demirli maddeleri bol hava ile yakmak gereklidir [2].

3.1.4.1. Ağır kil bünyelerinde pişirme sırasında oluşan fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar

Ağır kil ürünleri sahip oldukları özellikleri pişirme (sinterleme) prosesi sonucu kazanır. Pişirme sırasında meydana gelen değişiklikler ve yeni oluşumlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Yanıcı bileşenlerin oksidasyonu
2. Kimyasal bağlı suyun ayrışması
3. Isıtma sırasında kuvars dönüşümü
4. Pirit dekompozisyonu ve sülfat oluşumu
5. Kireç dekompozisyonu
6. Florun uzaklaşması
7. Sinterleme
8. Yeni mineralojik oluşumlar
9. Cam fazın gelişimi
10. Silikat bağlanması
11. Renk gelişimi
12. Çiçeklenmeye neden olan potansiyel bileşenlerin üretilmesi
13. Soğutma sırasında kuvars dönüşümleri

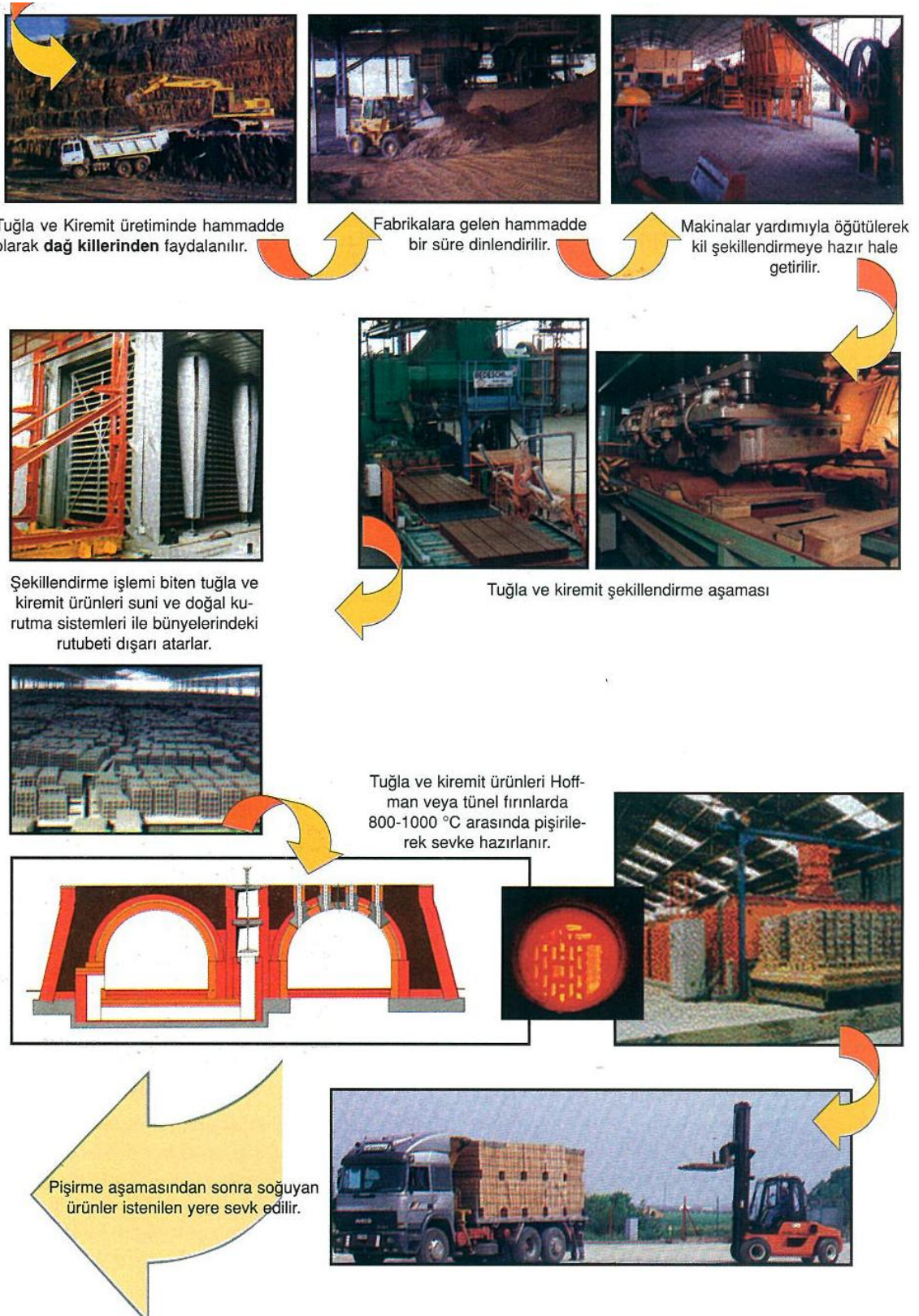
Bu reaksiyon ve prosesler; hacim değişimi, ağırlık kaybı, endotermik ve ekzotermik reaksiyonlarla tespit edilebilir. (Fischer, 1984) Ağır kil hammaddesi tek bir kil mineralinden oluşmaz. Kil içinde baskın olarak kil mineralleri bulunmaktadır. Ancak kil mineralinin haricinde çeşitli birçok mineral de kil içinde bulunabilir. Kil yatakları mineralojik kompozisyon açısından birbirinden farklıdır. Ancak, birkaç istisna hariç kil yataklarının mineral içeriği yaklaşık benzerdir. Tuğla-kiremit üretiminde tek bir yataktan elde edilen kil gerekli özelliklerin sağlanması yeterli değilse kil karışımları kullanılır. Killer genellikle plastikliği arttırmak, kuruma hassaslığını azaltmak, pişirme davranışını geliştirmek için karıştırılır. Bazı kil minerallerinin sahip olduğu yanıcı bileşenler, pirit ve topaklanmış kireç gibi bileşenler nihai üründe problem oluşturmaktadır [2].

3.1.5. Ambalajlama ve sevk

Pişirme fırınlarından çıkan ürünler soğuma sonrası istenilen yere sevk edilmektedir. Sevk işleminde genel olarak kamyonlar kullanılmakta fırın veya fırın vagonu önüne yanaşan araca ürün direkt olarak yüklenmektedir. Bazı fabrikalarda ürünler palet üstüne ve sonrasında naylon ile ambalaj yapılarak veya mukavva kutulara konularak sevk edilmektedir [2].



şekil 3.10. Delta tuğla fabrikası ambalajlama ve sevk



Şekil 3.11. Tuğla ve kiremit üretimi akış şeması [5].

3.2. Dünya Teknolojileri ile Karşılaştırma

Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkelerinde de tuğla-kiremit üretimi ülkemizde olduğu gibi hammadde hazırlama, şekillendirme, kurutma, pişirme aşamalarıyla gerçekleşmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerdeki üretimlerde teknolojileri geliştirirken maliyeti azaltmak ve kaliteyi arttırmak ana hedef olmuştur.

Gelişmiş ülkelerdeki üretim kademeleri aynı olmakla birlikte bazı temel noktalarda farklılıklar göstermektedir. Hammadde hazırlama kademesinde kapasite artırıcı daha büyük makinaların kullanımı fazladır. Çalışma ortamı tozdan arınmış sistemleri hedef almıştır. Şekillendirme, kurutma ve fırın arasındaki tüm ürün sevkiyatları el değmeden otomatik olarak yapılmaktadır. Bilgisayar kontrolü üretim aşamalarında hakim olmuş durumdadır. Bu gelişme ürün kalitelerinde hedeflere daha rahat ulaşılmasını sağlamaktadır.

Kurutma ve fırında, daha kısa sürede kurutma ve pişirme hedeflenmekte ve bu yönde araştırmalar sürmektedir. Ürünlerin tek tek ama daha kısa sürelerde işleme tabi tutulmasını mümkün kılan teknolojiler gündemdeki yerlerini korumaktadırlar.

Gelişmiş ülkelerde, bizde yaygın olarak kullanılan hoffman fırınlar kalmamıştır. Uzun süredir kullanılan tünel fırınlar her geçen gün geliştirilmekte, halen üretim çelik fırın, sulu fırın, rule fırın gibi tiplerle devam ettirmektedirler. Pişirme sistemlerinde kullanılan enerjinin çoğu doğal gazdır. Ürünler tüketiciye paketlenmiş olarak sunulmaktadır. Gelişmiş ülkelerde, yukarıda belirtilen şartlarda kontrol edilebilen, kalitesi yüksek, tüketiciyi daha memnun eden ürünlerin imal edilmesi Türkiye şartlarına göre daha kolaydır [4].

3.3. Kiremit Standartları

Tuğla ve kiremit gibi pişmiş kilden ürünlerin yer aldığı bu sektörde TSE tarafından hazırlanan aşağıda kil standartlar kullanılmaktadır. Kiremitler daha önce TS 562 ve TS 3457 standartlarına göre üretimi yapılan kiremitlerin TS EN 1304 Standardı yürürlüğe girmesiyle yeni standarda göre üretimine devam edilmektedir.

TS EN 538 Kilden Yapılmış Sürekli Olmayan (Bindirmeli) Çatı Kiremitleri - Eğilme Dayanımı Deneyi TS EN 539-1 Kilden Yapılmış Sürekli Olmayan (Bindirmeli) Çatı Kiremitleri -Fiziksel Özelliklerinin Tayini - TS EN 539-2 Çatı Kiremitleri -Kilden Yapılmış -Fiziksel Özelliklerinin Tayini-Bölüm 2: Dona Dayanıklılık Deneyi

TS EN 1024 Çatı Kiremitleri -Kilden Yapılmış Sürekli Olmayan (Bindirmeli) - Geometrik Özelliklerinin Tayini TS EN 130 Çatı Kiremitleri ve Bağlantı Parçaları – Kilden imal edilmiş – TS EN 771-1 Kagir Birimler - Özellikler- Bölüm 1: Kil Kagir Birimler Tuğlalar

Kiremitler standarda göre aşağıdaki tiplerde imal edilebilmektedir.

- Özel kiremitler
- Yan ve üst kenarından kenetlenen kiremitler
- Sadece yan kenarından kenetlenen kiremitler
- Sadece üst kenarından kenetlenen kiremitler
- Üst kenar bindirme boyu değişken kiremitler
- Yan kenar bindirme boyu değişken kiremitler
- Düz kiremitler
- Üst üste bindirmeli kiremitler
- Üst ve alt kiremitleri
- Bağlantı parçaları

Bu standart kapsamındaki bütün deneyler, diğer tuğla standartlarında ise tamamına yakını Deneysel Laboratuvarları Merkez Başkanlığı Turgutlu Yapı Malzemeleri Laboratuvarında yapılabilmektedir. Bunun dışında Deneysel Laboratuvarları Merkez Başkanlığı Gebze ve Çorum'da Yapı Malzemeleri Laboratuvarında ve Ankara Laboratuvarları Grup Başkanlığına bağlı İnşaat Laboratuvarlarında deneyler kısmen yapılmaktadır [5].

3.4. Kiremitte Deneyler

3.4.1. Boyut tayini

Kiremitlerin düzgün olması çatı döşemesi sırasında önemlidir. Standart bir kavis ile düzgünlüğü bulunmalıdır. Kiremitlerin TS EN 1024 deneyinde bulunan şartlar ile birlikte düzgünlüğü birleştirilmesi ile ortaya çıkar. Mamullerin bir arada uygun şekilde döşenmesini engelleyici imalat kusurları ve TS 1304 'ün 3.5.17 maddesinde belirtilen kırık, yapısal çatlak ve tırnak kaybı gibi yapısal kusurlar bulunmamalıdır. Yapısal özelliklerin değerlendirilmesi için mamul, 30 cm ilâ 40 cm mesafeden, normal ışıktaki çıplak gözle muayene edilmelidir. Düzgün olarak sıralanan kiremitler çatıdan suyun düzgün akışını ve alta sızdırmamasını sağlamalıdır [2].



Şekil 3.12. Kiremitte boyut tayini [11].

3.4.2. Dona dayanım

Kiremidin TS EN 1304 standardında belirtildiği; TS EN 539 - 2 Metot C dona dayanıklılık testi sonucu sonrasında, vakum pompalı bir kaptaki suya doyurulan kiremitler $-20\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ile $+20\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık arasında düzenli bir şekilde 50 donma ve çözülme ardından kiremitlerin eğilme etkisi altında dayandıkları maksimum kırılma yükleri ölçülür, yüzeyde oluşan kütle kaybı hesaplanır [2].

3.4.3. Nem tayini

Nem değerinin ölçülmesi istenen kil esaslı hammadde veya şekillendirilmiş üründen ilk olarak 100 gramdan az olmayacak şekilde bir temsili numune alınarak değişmez kütleye gelinceye kadar tartılmış daha sonra son ağırlığı tespit edilerek aşağıda verilen formül yardımıyla % rutubet değeri hesaplanmıştır [2].

$$\% \text{ Nem} = [(\text{ilk ağırlık} - \text{Son ağırlık}) / \text{Son ağırlık}] \times 100$$

3.4.4. Su emme

Su emme değerin saptanması istenen kil esaslı hammaddelerden şekillendirilen numuneler uygun pişirim koşullarında belirli bir maksimum sıcaklıkta pişirilirler. Pişirme sonrası yaklaşık 105 C° sıcaklıktaki etüv içinde değişmez kütleye gelinceye kadar bekletilerek ağırlık tartımları yapılır ve kuru kütleleri kaydedilir. 24 saatten az olmayan aralıklarla art arda yapılan iki tartım arasındaki farkın, toplam numune kütlesinin % 0,2'sinden daha az olması hâlinde sabit kütleye ulaşıldığı kabul edilir. Tartımı yapılan numuneler oda sıcaklığında soğutulur ve su emme kazanı içinde 2 saat süreyle bekletilir ve daha sonra 4 saat kaynatma işlemine tabi tutulurlar. Kaynadıktan sonra oda sıcaklığına düşünceye kadar suyun içinde bekletilir. Suyun içinden çıkarılan numuneler, üzerindeki parlaklık tam olarak giderilmeden kurulanır ve hemen yas tartımları yapılır. Bu tartımlarda birden fazla numune ile çalışıldığında elde edilen değerlerin ortalamaları alınır. Yas tartım ile kuru tartım arasındaki fark, temsili numune veya numunelerin su emme miktarını verir.



Şekil 3.13. Kiremitte su emme deneyi

% Su emme aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$W_m = \frac{m_w - m_d}{M_d} \times 100 \quad (\%100)$$

Md

$$\% \text{ Su Emme} = [(Yas \text{ pişmiş ağ.} - Kuru \text{ pişmiş ağ.}) / Kuru \text{ pişmiş ağ.}] \times 100$$

Kusursuz bir kiremit, çatıya gelen suları esinlikle alt tarafa geçirmemelidir. Kiremit üretiminde su emme değerinin TS 562'ye göre maksimum % 13 olması istenmektedir [2].

3.4.5. Su geçirgenliği

Kusursuz bir kiremit, çatıya gelen suları kesinlikle alt tarafa geçirmemelidir. TS EN 1304 kiremidi standardına göre sızdırmazlık testinde bir kiremidin 4 saat ve üstü boyunca suyu alt tarafa sızdırmazsa bu 1. sınıf bir kiremittir. 1 saat ile 4 saat arasında su geçirmezliği sağlayan kiremitler ise 2. sınıf kiremitlerdir [2].

3.4.6. Eğilme mukavemeti

Eğme mukavemet değerleri ölçülecek olan pişmiş numuneler eğme mukavemet cihazında uygun bir mesnet açıklığında yerleştirilir. Daha sonra presin üst ayağı numunenin ortasına gelecek şekilde sabitlenerek artan bir kuvvet uygulanır. Kırma noktasında işlem durdurularak manometredeki kgf olarak eğme mukavemeti tespit edilir. Bu çalışmada tabletlere ilave edilen katkı miktarlarına bağlı olarak eğme mukavemeti değerlerinde değişim olduğu görülmüştür. Eğilme dayanımı kriterleri, bağlantı parçalarına uygulanmaz Eğme mukavemeti kgf cinsinden aşağıdaki formül uygulanarak bulunur:

$$R = 3FL / 2bh^2 \quad (4-6)$$

F: Kırılma yükü, N

L: Mesnet çubukları arasındaki mesafe, mm

b: deney numunesinin genişliği, mm

h: Deneyden sonra kırılmış kenar boyunca ölçülen en küçük kalınlık, mm

Deney numuneleri EN 538’de belirtildiği şekilde eğilmeye maruz bırakıldığında, en az aşağıda verilen yükleri kırılmaksızın taşıyabilirse, yeterli kabul edilir [2].

- 1 Düz kiremitler için 600 N,
- 2 Düz kenetli kiremitler için 900 N,
- 3 Üst ve alt kiremitler için 1000 N;
- 4 Diğer tip kiremitler için 1200 N.



Şekil 3.14. Kiremitte eğilme mukavemeti

3.4.7. Kireç tayini

Kil esaslı hammaddelerin içermiş oldukları kireç miktarının tayini, temsili numunenin seyreltik hidroklorik asit (HCl) ile ‘Scheibler’ kalsimetresinde isleme maruz bırakılması sonucu karbonatlardan (kalsit, dolomit ve manyezit gibi) reaksiyon sonucu açığa çıkan CO₂ gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi, daha sonrada bu hacimden yararlanarak numunedeki kireç miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. TS 8335 standardına göre yapılan bu tayinde 1 gram numune kullanılır. Numunenin içerdiği kireç miktarı CaCO₃ cinsinden 0 °C ve 760 mmHg basıncına göre aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanır.

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{Vt(b-e)273}{760(273+T)} \times \frac{0.4464}{A}$$

Vt: Kalsimetrede okunan gaz hacmi, cm³

b: Barometre basıncı, mmHg

e: T sıcaklığındaki buhar basıncı, bar

A: Deney numunesinin ağırlığı, gr

0.4464: Katsayı

T: Sıcaklık, C°

Yukarıdaki formül yardımıyla elde edilen değerler sonucunda Tablo 6 'da verilen değerlendirmeler yapılır. [2]

Tablo 3.1.Kireç tayini

%Kireç Miktarı	Hammadde
0-5	Düşük Kireçli
5-15	Orta Kireçli
15-25	Fazla Kireçli
25'den fazla	Çok fazla Kireçli

3.4.8 . Sülfat tayini

TS 9923 standardına göre alınan 20 gram numune 500 cc'lik bir beherde 200 cc'ye seyreltilerek üzerine 15 cc HCl ilave edilir ve kaynama noktasına kadar ısıtılır. Üzerine 1/10 normalitedeki BaCl₂ çözeltisi ilave edildikten sonra birkaç saat su banyosunda dinlendirilir. Üstteki berrak sıvıya tekrar BaCl₂ çözeltisi eklenerek çökmenin tam olup olmadığına bakılır. Değilse daha fazla BaCl₂ ilavesi yapılır. Süzme aracı olarak 'Gooch' krozesi veya mavi bant süzgeç kağıdı kullanılır. Süzme işlemi esnasında önce üstteki berrak sıvı aktarılır, daha sonra beherin dibinde kalan çökelek üzerine su dökülerek birkaç dakika beklenir ve en son o kısım süzülür. Beherin dibinde kalan çökelek su yardımıyla süzme aracı üzerine alınır ve sıcak su ile birkaç defa yıkanır. Süzgeç 110-120 C°'de ilk ağırlığa getirilen kroze içerisine yerleştirilerek dikkatlice kurutulur. Kurutulan numune 400-500 C°'de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılır ve bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılır. Elde edilen değerler aşağıdaki formüle koyularak % SO₄ miktarı hesaplanır [2].

$$\% \text{SO}_4 = 0.4115 \times (T1 - T2) \times 100 / T \quad (4-8)$$

T1: Dolu kroze ağırlığı, gr

T2: Bos kroze ağırlığı, gr

T: Alınan numune miktarı, gr

BÖLÜM 4. ÇATI SİSTEMLERİ

Çatıların dekoratif görünümü yanında süsleyici niteliği ,modern yapılarda inşaat türlerinde öncelik taşımaktadır.Kaplama malzemesinin şekli, rengi, inşaatın konut-iş merkezi-kapalı spor alanı gibi türüne göre ayrı özellikler taşımaktadır. Çatının taşıyıcı sistemi nasıl yapılmış olursa olsun, kaplamanın yapılacağı yüzey esas olarak iki şekilde olabilir:

-Sürekli sistem (Kaplama)

Özellikle konut inşaatlarında kullanılır, yaygın olarak ahşap kaplama, beton ya da panel olarak oluşturulur. Bu sistemin uygulanması durumunda kiremit döşenmeden önce tüm eğimli altyapı hazırlıkları tamamlanmalıdır.

-Aralıklı sistem (Izgaralı)

Ahşap ya da çelik konstrüksiyon kullanılarak oluşturulan bu sistem genellikle konutlarda, büyük binalarda ya da endüstriyel yapılarda kullanılır. Bu sistemin uygulanması durumunda mevcut olan çatı sayesinde önceden beton veya ahşap eğimli çatı döşemesi hazırlamaya gerek kalmaz [12].

4.1. Çatı Kaplama Malzemeleri

Çatı kaplamalarında binaların oluşumuna, buldukları mahallin iklim koşullarına uyumlu olarak eğimi, detayları, uygulanacak malzeme, ürün türleri ve ölçümlerinin tam olarak saptanıp değerlendirilmesi önem taşımaktadır. DİE verilerine göre bir konutta tüketilen enerjinin %16'sı çatıdan gitmektedir. AB ülkelerinde ise bu oran %1-5'e kadar düşürülmüştür Türkiye'de çatı kaplama uygulamasında kullanılan her türde malzeme AB ile eşdeğerde büyük işletmelerce kalite ve standartlara uyumlu

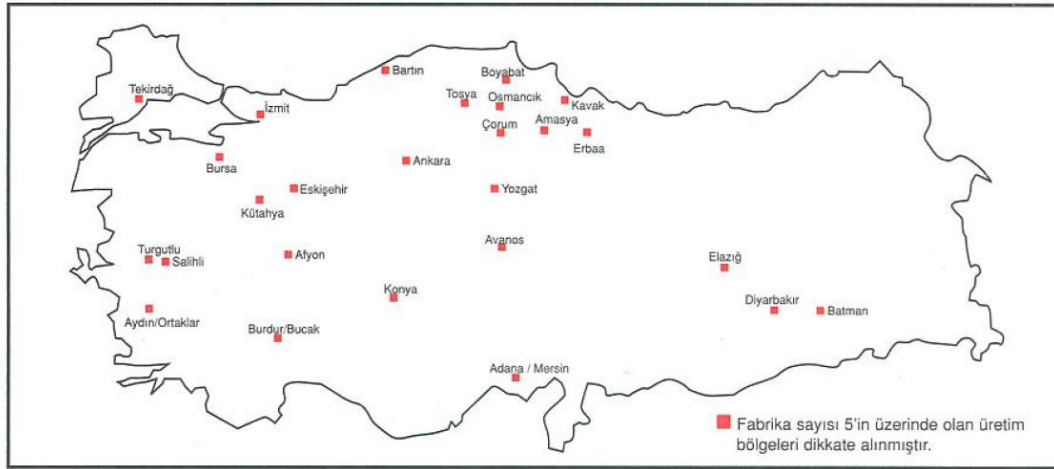
yeniliklere yönelik teknolojilerle üretilmektedir. Çatı kaplama malzemeleri doğaya gösterdiği dirence göre metal, kil, çimento, bitüm, plastik esaslı ve diğer malzemeler olmak üzere altı kategoriye ayrılmakta olup, bakır, çinko, kurşun, sac alüminyum gibi düz ya da profilli metal levhalar, ondüle asbest, ondüle sentetik lif levhalar en çok kullanılmakta olanlarıdır. Çatı eğiminin yüksek olması gereken yapılarda ise; çeşitli kiremitler, çimento, asbest levhalar, iklimsel jeolojik oluşumlara göre, bazı bölgelerde doğal taş profiller, sazlar uygulanmaktadır.

Tablo 4.1. Çatı kaplama malzemeleri

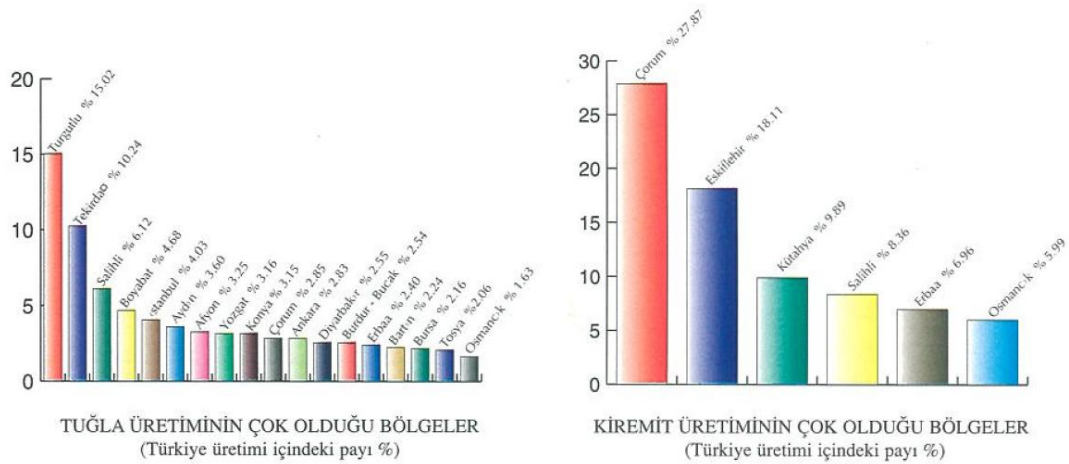
ÇATI KAPLAMA MALZEMELERİ	
1-METAL ESASLI	a) Üzeri doğal taş kaplı panel ve kiremitler, b) Boyalı,doğal taş kaplamasız panel ve kiremitler, c) Sandviç paneller, I. İki yüzü metal kaplı paneller, II. Bir yüzü metal, bir yüzü kağıt plastik paneller, III. İki yüzü metal kaplı kompozit olmayan paneller. d) Tek kat metal kaplamalar (boyalı ve boyasız) I. Galvanizli sac, II. Alüminyum, III. Bakır.
2-KİL ESASLI	
3-ÇİMENTO ESASLI	a) Çimento esaslı kiremit, b) Lifli çimento esaslı levhalar.
4-BİTÜM ESASLI	a) Üzeri doğal taş kaplı shingle, b) Sinüs oluklu ondüle levhalar, c) Üzeri doğal taş kaplı rulo.
5-PLASTİK ESASLI	a) Polikarbonat(PC) esaslı levhalar, b) Cam takviyeli polyester (CTP) levhalar, c) Akrilik cam (PMMA) esaslı malzemeler, d) Diğer plastik esaslı kaplamalar
6-DİĞER	a) Cam malzemeler, b) Doğal taş malzemeler. c) Bitkisel çatılar, d) Ahşap çatılar.

Konut pazarında kil esaslı kiremitler %75-80 arası bir oran ile en büyük paya sahiptirler [12].

4.2. Türkiye’de Tuğla ve Kiremit Üretiminin Bölgesel Dağılımı



Şekil 4.1. Bölgesel dağılım haritası



Şekil 4.2. Tuğla ve kiremit üretiminin yoğun olduğu bölgeler

Türkiye’de tuğla ve kiremit sanayi; üretim yapısı itibariyle ülkenin dört bir yanına dağılmış, çok sayıda üretim birimi olan bir sanayi dalıdır. Üretim hammaddelerinin kolaylıkla temin edildiği bölgelerde küçük yoğunlaşmalar gösteren sektörde 425 adet tuğla ve kiremit fabrikası vardır. Fabrika sayısının bu kadar fazla ve geniş bir coğrafyaya dağılmış olması ulaşılan verilerin sağlıklı olmasını engellemektedir. Grafik 1 de tuğla ve kiremit üretiminin yoğun olduğu bölge ve şehirler görülmektedir. Tekirdağ, Turgutlu, Salihli, Burdur, Afyon, Çorum, Boyabat, Erbaa, Yozgat, Osmaniçık, Avanos gibi il ve ilçelerimiz Türkiye’deki önemli ana üretim bölgeleridir. Bu üretim bölgelerinde başka sanayi dallarının ağırlığı yoksa yan sanayilerin oluşumu, nakliye rejimi, ticari hayat, tuğla ve kiremit dünyasına bağımlı

kalmaktadır. Dolayısıyla bu kentlerin gelişimi, tuğla-kiremit sektörüne bağlıdır. Türkiye’de Tuğla ve kiremit ana ürünleri bazında çalışan 425 adet tuğla ve kiremit tesisi vardır. Bu tesislerden 51 tanesi kiremit (8 tanesi hem tuğla hem kiremit) geri kalan 374 adet tesiste muhtelif standartta tuğla üretilmektedir.

Tuğla Üretim Kapasitesi: 5.327.000.000 Adet / Yıl

Kiremit Üretim Kapasitesi: 609.000.000 Adet / Yıl

Tuğla adet: 3 Kg.

Kiremit adet: 2,5 Kg

Tuğla Üretim Kapasitesi: 15.981.100.000 Kg / Yıl

Kiremit Üretim Kapasitesi: 1.522.500.000 Kg / Yıl

1980’li yılların ikinci yarısında Türkiye’de başlayan konut seferberliği ile birlikte tuğla kiremit sanayine verilen teşviklerle sektördeki mevcut kapasite 1987 yılında sonra %50 civarlarında artmıştır. Sonraki yıllarda daha yavaş bir seyir takip eden kapasite artışı bugünkü seviyeye ulaşmıştır. Tuğla ve kiremit sektörü üretimini günün koşullarına göre ayarlayabilmektedir.

Talebin artmasına paralel olarak bu sektörde fırın, toprak hazırlama, kalıplama ve kurutma için gerekli yatırımlar 8-9 ayda tamamlanabilmektedir. Ekonomik kriz dönemlerinde ise üretimi azaltabilmekte hatta geçici olarak durdurulabilmektedir [14].

4.3. Çatı Kaplama Malzemelerinde Bulunması Gereken Özellikler

Binalarımız için çatı kaplama malzemesini iki ana görevi vardır. Birincisi yapıyı atmosfer koşullarından koruması, ikincisi ise yalıttır. Bir yapının çatı kaplaması, aynı duvarlar gibi, iç mekanı dış mekandan ayırma işlevini gören çok önemli bir parçasıdır.

Çatı kaplama malzemesinde olması gereken özellikler aşağıda sıralanmıştır;

-Su geçirmezlik

Mükemmel kiremit, çatıdaki suyu alt katmanlara iletmemelidir.

-Düzgünlük

Bir çatının döşenmesi esnasında en çok karşılaşılan sorunlardan biri, kiremitlerin standartta belirtilen biçim düzgünlüğü ve kavis şartlarını sağlayamamasıdır. Düzgün kenetlenmiş kiremitler, çatıda kiremitler arasından suyun geçişini engeller.

-Uzun ömürlü olması

Kil kiremitler, uzun ömürlü ve tekrar kullanılabilir çatı kaplama malzemelerindedir.

-Ses Yalıtımı

Kil kiremitler, dolu ve yağmur damlası gibi darbe kaynaklı seslere karşı, yoğun yapısı sayesinde iyi bir ses yalıtımı sağlar.

-Zararlı Maddeler İçermemeli

Kil kiremit, yapısal konforu bozacak zararlı emisyonlar içermez. Ayrıca, doğal kil yapısı sayesinde çevreye zararlı kimyasallar vermemektedir.

-U.V ve Rüzgar Dayanımı

İyi bir çatı kaplama malzemesi, şiddetli fırtınalarda ve sert dolu yağışlarında deforme olmamalı, yırtılmamalı, delinmemeli ve yapıyı korumalıdır. Güneş ışınlarına karşı ilk günkü görünümünü kaybetmemeli

-Dona dayanım

TS EN 1304' e göre iyi bir kil kiremidin 50 donma-çözülme işlemlerinden sonra kütle kaybının % 1' den az olması gerekir.

-Yoğunlaşma

Çatı kaplamalarının bir önemli sorunu ise kaplama altı ile dış ortam arasındaki ısı farklılığından dolayı kiremit örtüsü altında oluşan yoğunlaşmadır. Bu sorunun önlenmesi için, uygulama detayları doğru çözülmeli, modüler çatı sisteminin gerekli

gördüğü tüm elemanlar kullanılmalı ve kiremit altında sürekli ve etkin bir havalandırma yaratılarak kiremit örtüsü altına daima kuru kalması sağlanmalıdır.

Konut pazarında kil esaslı kiremitler %75-80 arası bir oran ile en büyük paya sahiptirler [15].

BÖLÜM 5. KİREMİT ÜRETİMİ VE ÇEŞİTLERİ

Ülkemizde Alaturka kiremitle başlayan pişmiş kil serüveni Marsilya, Valensiya, Akdeniz, Torino, Venedik, Granada vb. değişik ad ve tipleriyle çatılarımızda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde kiremit çeşitleri genellikle marsilya kiremidi kullanılmaktadır. Yeni ürünler sürekli araştırılmakta ve sürekli yeni modelli ürünler üretilmektedir. En çok kullanılan sırasıyla marsilya sonra mahya kiremididir. Yapıda kullanılacak kiremitler muntazam iyi kalıplanmış, iyi pişmiş rengi kırmızımtırak yüzeyi düzgün ve pürüzsüz her türlü çatlak, çapak ve delikten yoksun kesitli boşluksuz ve homojen olmalıdır.

Kiremidin:

- a - Su emme değeri ağırlık olarak en çok % 10
- b - Su geçirme değeri en az 150 dakika
- c - Taşıyabildiği ağırlık en az 120 Kg.
- d - Son taşıyabilme direnci en az 100 Kg. olmalıdır [16].

5.1. Alaturka Kiremit

Çatı kiremitlerinin tarihindeki en eski geçmişe sahip olan kiremit, özellikle Osmanlı yapılarının mimarisinde kullanılmış olan kiremit çeşididir. Günümüzde restorasyonu yapılan tarihi yapıların aslını korumak üzere çatılarda kullanılır. Birbiri üzerine kapatılarak döşenir. Kenetsiz yapısı sayesinde daire şekline dönen en zor çatı şekillerini bile oluşturabilen bir kiremittir. Estetik açıdan tercih edilir [17].



- Boyutları : 140x190x410 mm
- Ağırlık : 2400 gr
- Dayanım : ≥ 1000 N
- Metrekareye : 30 Adet

Şekil 5.1. Alaturka kiremit

5.2. Marsilya Kiremit

Kullanımının kolaylığı, su sızmalarını önleyen güvenilir kilit sistemi, buzlanma ve donma gibi en çetin doğa şartlarına dayanan kuvvetli yapısı Marsilya kiremidi sektörünün en çok tercih edilen ve aranılan kiremit çeşidi olmasını sağlamıştır.[17]



- Boyutları : 235 x 410 mm
- Ağırlık : 2800 gr
- Dayanım : ≥ 1200 N
- Metrekareye : 15 Adet

Şekil 5.2. Marsilya kiremit

5.3. Akdeniz Kiremit

Marsilya tipi kiremit görüntüsünde olan Akdeniz kiremidi; özel üretim teknolojisi ve kenetlenme kısmına eklenen ikinci su tahliye kanalı sayesinde kendi sınıfındaki kiremitlere göre çok üstün yalıtım özelliklerine sahiptir. Sektördeki en gelişmiş teknoloji ile üretilmesi, tüm koşullarda, yoğun yağışlarda bile yalıtım işlevini kusursuzca yerine getirmesini mümkün kılmaktadır. Akdeniz kiremidine, üstün yalıtım özelliğini kazandıran bir diğer etken ise üst ve yan bindirme kanalları ile özel

su tahliye kanallarıdır. Üst ve yan kenetlenme kanallarının oluşturduğu kilit sistemi hem montaj açısından hem de yalıtım açısından çatıda güvenli bir çözüm sağlamaktadır [17].

5.4. Granada Kiremit

Tüm dünyada "Portekiz Kiremidi" olarak da bilinen Granada kiremidi, çatılara Osmanlı mimarisinin nostaljik havasını taşır. Granada kiremidi uygun eğimde kullanıldığında, her iklim koşulunda çatıda etkin yalıtımı kolayca ve uzun süreyle sağlar. Kavisli yapısı nedeniyle döşemede kanallar tam olarak kapandığından ekstra su sızdırmazlık sağlar [17].



<ul style="list-style-type: none"> -Boyutları : 250x405 mm -Ağırlık : 3000 gr -Dayanım : ≥ 1000 N -Metrekareye: 15 Adet

Şekil 5.3. Granada kiremit

5.5. Valensiya Kiremit

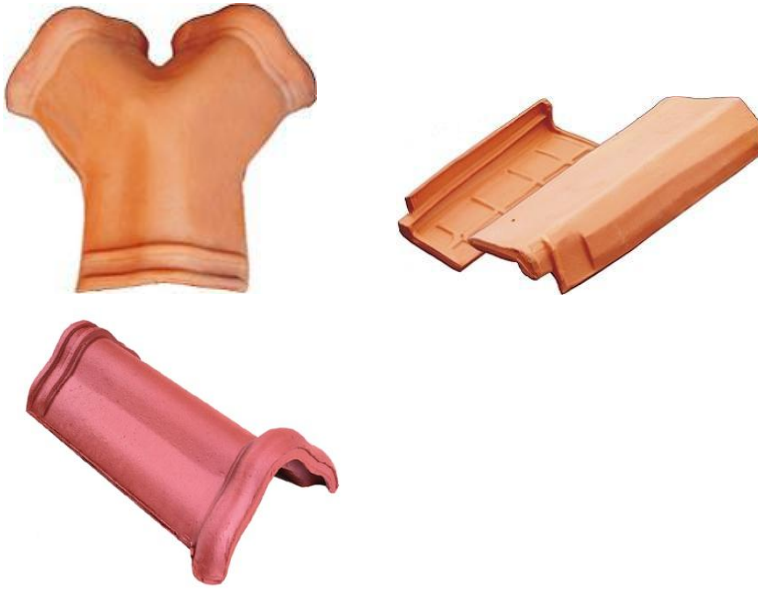
Valensiya kiremit, Alman "Frankfurten Pfanne" kiremidinin küçük formatı olup, neo klasik görünümü ile çatı örme sanatına farklı bir açı getirmiştir. Döşendiğinde oluşturduğu dalgalar, çatılarda zarif bir harmoni oluşturur. Yaygın olarak yoğun yağış alan bölgelerde kullanılması çatılarda ekstra su yalıtımı sağlamaktadır. Avrupa'da Almanya gibi gelişmiş ve yoğun yağış alan ülkelerde en sık kullanılan kiremit tipidir. Birbiri üzerine muntazam bir şekilde kilitlemesi, suyu drenaj eden geniş yağmur yüzeyi ve son derece sağlam yapısı, fırtınalı havalarda bile çatıları güvenle korur [17].



- Boyutları : 265x415 mm
- Ağırlık : 3000 gr
- Dayanım : ≥ 1000 N
- Metrekareye: 15 Adet

Şekil 5.4. Valensiya kiremit

Bunların yanı sıra özel bağlantı parçaları örnekleri aşağıdadır,



Şekil 5.5. Üç yol mahya kiremidi, saçak kiremidi ve tepe mahya kiremidi

BÖLÜM 6. KİREMİT UYGULAMASI

6.1. Kiremit Altı Lata Uygulamaları

Kiremit altına uygulanacak latalar, kiremitlerin düzgün yerleştirilmesini ve aynı hattı muhafaza etmesini sağlar. Kiremitlerin kırılmasını ve su sızdırmasını engeller. Çatı yüzeyinde oluşabilecek dengesizlikler ve kot farkları önlenmiş olur. Kiremitlerin sağlam ve düzgün uygulanmasını sağlar, kaymaları önler kiremitlerin tel, kanca ve çivi ile sabitlenmesine olanak sağlar. Rüzgâr ve fırtınalarda insanlara ve çevreye zarar vermesini önleyerek emniyeti sağlar. Kiremit altının havalandırılmasına olanak sağlar. Latalar çatıda enine ve boyuna uygulanabilir. Tek Latalı-Çift Latalı sistem uygulamada çoğunlukla dikey mertek aralıkları 50-60 cm arasında bırakılmaktadır. Bu durumda 2,5x3,5 cm ebatlı lata kullanılmalıdır. Pratikte bir metrekareye 3,5 m. lata kullanılır. Yatay lata aralıkları kiremidin alt damak ve tırnak arası ölçülerinde uygulanır. Kiremidin tipine göre bu aralık takribi 31,5 cm ile 34 cm arasındadır.

Betonarme eğimli çatılarda lata uygulaması yapılırken yüzeydeki bozukluklar ahşap düzeltme kamaları vasıtasıyla lataların altı beslenerek yapılır. Betonarme yüzeyde Latalar saçağa paralel uygulanır, latalar 1,5-2 metrede aralarında 3 cm 'lik boşluk bırakılarak şaşırtmalı uygulanır. Saçak ucundaki ilk lata diğer latalara göre 2 cm daha yüksek seçilerek ilk sıra kiremidin eğiminin diğer kiremitler ile aynı olması sağlanır.

6.2. Kiremitlerin Döşenmesi ve Sabitlenmesi

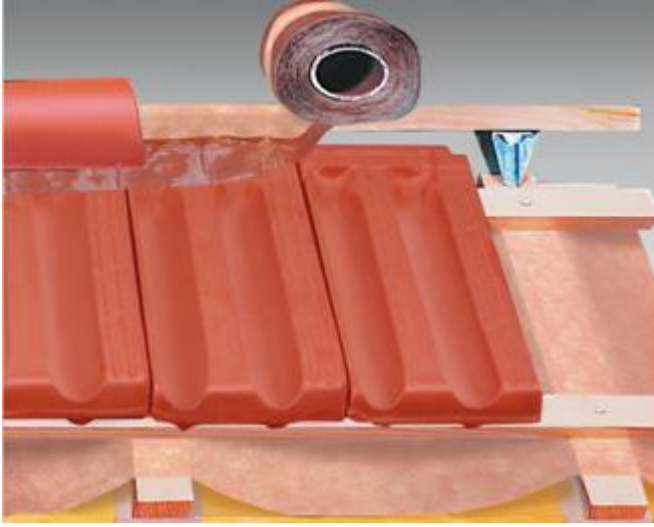
Çatını durumuna göre uygun ahşap lata altyapısı, ısı yalıtımı yapıldıktan sonra, saçağa paralel dere içine 4-6 cm sarkacak şekilde ip çekilerek kiremitler sağdan sola birinci sırayı oluşturma için monte edilir.



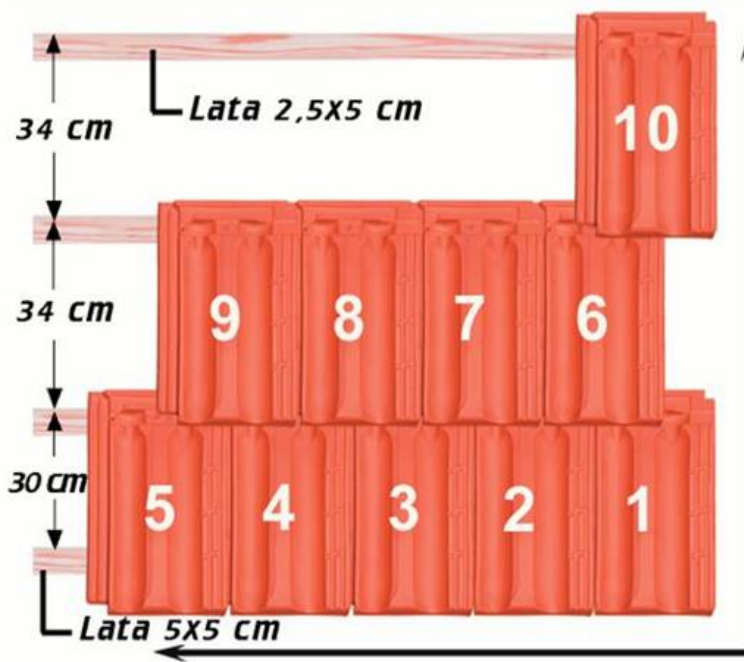
Şekil 6.1. Kiremit döşenmesi

Marsilya, Valensiya, Venedik gibi kiremitler metrekareye ortalama 15 adet / m² olarak hesaplanır. Oluklu alaturka kiremitler boy ve ölçülerine göre 28-34 adet / m² hesaplanır. Kiremitler bitüm esaslı kiremit altı levha üzerine döşenirken, kiremit bağlama kanalları ile levha oluk üstünden ve rondelâlı galvanizli çiviler ile bağlanır. Etek sıra tamamı bağlanır, yukarıdaki sıralar çaprazlanarak iki atlanıp bir bağlanır. Oluklu kiremitler özel levha üzerine saçak kancaları ve ara kancalar ile monte edilir. Marsilya ve Akdeniz tipi kiremitlerin haricindeki kiremitler profilleri şaşırtmalı dizilmeye müsait olmadığından şaşırtmalı olarak dizilemezler. Kiremitler kesinlikle harç ile bloke edilmemelidirler. Kiremitler sadece kanca ile sabitlenmezler. Kiremit yapısında mevcut olan bağlama delikleri matkap veya uygun bir çivi ile açılarak bakır tel, galvanizli tel ve direk çivileme yapılarak sabitlenebilir. Tüm sabitleme işlemleri latalar üzerine yapılmalıdır. Kiremitlerin kesintisiz döşenmesine engel olan çatı detaylarında (bacalar, kuşluklar, merdiven ve çatı pencereleri vb.) alt döşeme hizası korunarak üst ve yan parçalar kesilerek uygulanır. Kesilen parçalar serbest bırakılmamalıdır ilave latalar koyularak lata üzerine çivi ile sabitlenmelidir. Kesilen parçaların tespiti kiremit bağlama kancası ve tespit elemanı ile de yapılabilir. [18].

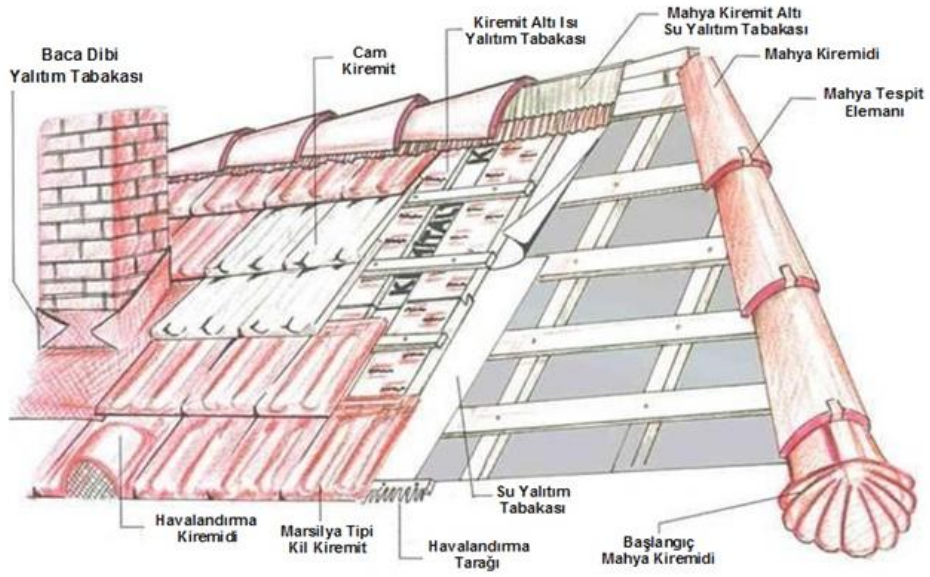
6.2.1. Marsilya tipi kil kiremit uygulaması



Şekil 6.2. Kiremitlerin oturduğu çıtaların saçak hattına paralel sabitlenmesi[5]



Şekil 6.3. Kiremit altı lata uygulaması [5].



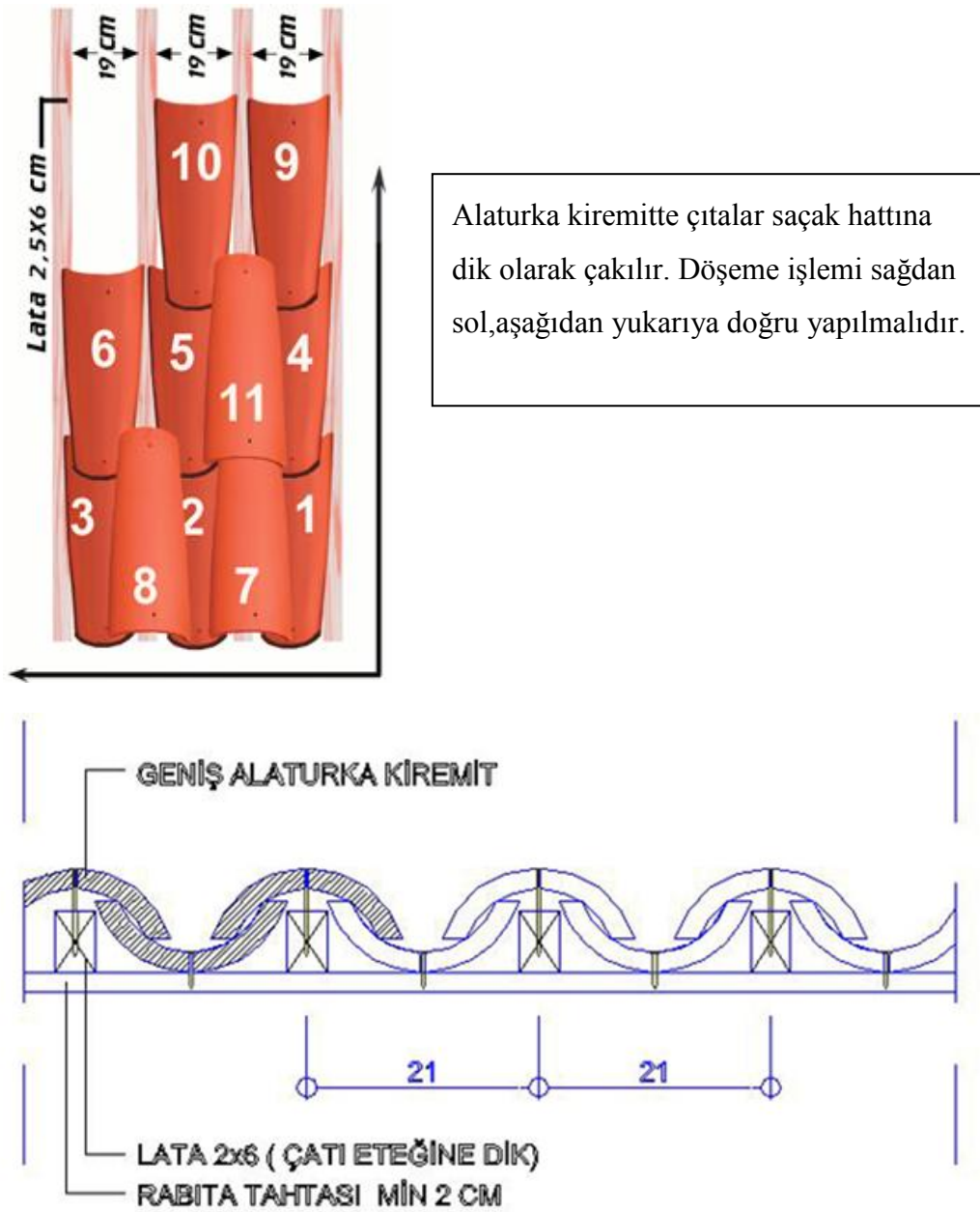
Şekil 6.4. Çatı döşeme detayı [5].



Şekil 6.5. Marsilya kiremit ile döşenmiş çatı

Uygulamada kiremit derzlerinin şaşırtılması daha etkili bir su yalıtımı, deprem ve rüzgar dayanımı sağlar. Her üç kiremitten biri, çivi ile tutturulduğunda 110 km/saat hızla esen rüzgara karşı dayanıklı hale gelmiş olur [17].

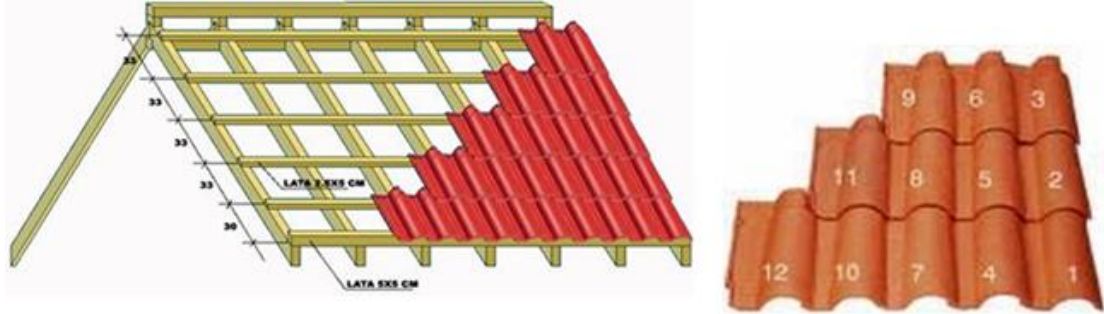
6.2.2. Alaturka tipi kil kiremit uygulaması



Şekil 6.6. Alaturka kiremit döşeme detayı

Birinci sıra kiremitler; sırtları çatıya, dar çaplı ağızları saçağa, kinci sıra kiremitler; sırtları yukarıya, geniş ağızları kaçağa bakacak şekilde uygulanmalıdır. Kiremitlerin bindirme boyu 8 cm olmasına dikkat edilmelidir. Saçak kiremitleri ayrıca deliklerinden tel veya kanca ile tutturulmalıdır. Kiremit uygulamasında, eğim %33' ten fazlaysa her bir kiremidi çatıya çivilemek ve tespit kancası ile sabitlemek gerekir [5].

6.2.3. Granada tipi kil kiremit uygulaması



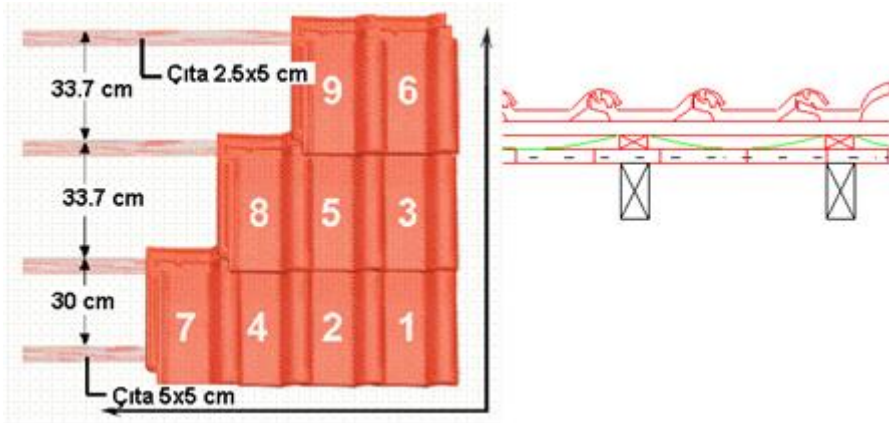
Şekil 6.7. Granada tipi kiremit Döşeme detayı

Granada kiremidin saçağın sağından ve aşağıdan yukarıya doğru çırpı ipi veya master tutmak suretiyle yerleştirilir. Düşey ilk sıranın ardından diğer sıralar da aynı sistemle yerleştirilir. Döşeme işlemi sağdan sola doğru uygulanır. Her kiremidin sol altında bulunan diğ, yandaki kiremidin kanalına iyice oturtulmalıdır. Bir üst sıradaki kiremidin dişleri de alt sıradaki kiremidin kanallarına yerleştirilmelidir [17].



Şekil 6.8. Granada kiremit ile döşenmiş çatı

6.2.4. Valensiya tipi kil kiremit uygulaması



Şekil 6.9. Valensiya kiremit döşeme detayı

Valensiya kiremitlerinin döşenmesi Granada kiremitinden biraz farklıdır. Kiremitlerin çatıya diziliş şekli, Valensiya saçağa dik ve aşağıdan yukarıya-sağdan sola eş zamanlı gidecek şekilde dizilir. Her kiremidin altında bulunan diğ, yandaki kiremidin kanalına iyice oturtulmalıdır. Bir üst sıradaki kiremidin dişleri de alt sıradaki kiremidin kanallarına yerleştirilmelidir [17].



Şekil 6.10. Valensiya kiremit ile döşenmiş çatı

6.3. Saçak Uygulaması ve Elemanları

Kiremitlerin döşenmesi saçaktan başlar. Saçak hattı ilk döşenecek kiremit sırasındır. Saçak latası diğer latalara göre 2 cm. daha yüksek seçilir, bu şekilde ilk sıra kiremitlerin düzgün bir eğime ve diğer kiremitlerle aynı doğrultuya sahip olması sağlanmış olur.

Saçak latası ile ikinci lata arasındaki mesafe kiremitlerin çatı saçağından yapacağı taşma mesafesini belirler. Bu mesafe kiremit üzerindeki suyun dere dış yanağına aşmadan suyun dere içine inmesini sağlar.

Dere askı kelepçeleri duruma göre saçak latasının altından veya üstünden monte edilir. Dere seçimi yapılırken kar yükü dikkate alınmalı ve dere kesiti askı kelepçesi uzunluğu, kiremidin saçaktan sarkması ona göre hesaplanmalıdır. Taşma mesafesi Çatı eğimine göre 4-6 cm. olmalıdır. Daha düşük taşmalarda kiremit altına su girme riski oluşur Bazı durumlarda ön saçak kapatma elemanı kullanarak saçak kiremitlerin dere sistemi içine taşma mesafesini sıfıra indirebiliriz.

Piyasada tarak diye adlandırılan PVC saçak havalandırma elemanları da çatılarda sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Yapısı itibari ile saçak havalandırma elemanı üç soruna çözüm getirmektedir. Saçak kiremitlerin yükseltilmesini ve diğer kiremitlerle aynı düzleme sahip olmasını sağlar. Kiremit altına yaprak, kuş ve benzeri maddelerin girmesini engeller. Kiremit altının havalandırılmasını sağlar. Yine PVC esaslı saçak engel elemanları da saçakta kullanılabilir. Bu ürün havalandırma sağlamaz saçak latası üzerine engel amaçlı kullanılır [18].

6.4. Mahya Uygulaması ve Yardımcı Elemanları

Mahya kiremitlerinin harç ile sabitleştirilmesi, hem görüntü hem de havalandırmayı olumsuz yönde etkilediğinden bu tür uygulamadan vazgeçilmiş olup, Kuru Mahya (Havalandırılmalı Mahya) sistemi dediğimiz uygulama gündeme gelmiştir. Bu uygulama için mahya aşığı oluşturmak için 5x5 cm ahşap, Metal aşık destek

elemanı, Mahya havalandırma bandı ve mahya tutucu klipsler kullanılmaktadır.



Şekil 6.11. Mahya uygulaması

Mahya da aşık profilleri veya takozları 100 cm'de bir olmak üzere koyulur. Aşık latasının yüksekliği yerinde belirlenir. Şöyle ki; mahya hattı kiremidi üç beş tane dizilir sonra üzerine mahya konulur. Mahyanın kiremitlerinin üzerine dengeli bir şekilde oturduğu kontrol edilir. Çatının en üst noktası ile mahyanın en alt kısmı arasındaki ölçüye 0,5 cm ilave edilerek mahya aşığının yüksekliği belirlenmiş olur. Aşık tahtası, aşık taşıma profiline veya takozlara sabitlenir. Mahya havalandırma bandı aşık latası üzerine çakılır veya zımbalanır. Havalandırma bandının alt kenarları yapışkanlı yüzeyi vasıtası ile kiremitlere yapıştırılır. Mahya kiremitleri, mahya kiremit tespit elemanı (klips) ile aşık tahtasına sabitlenerek uçması, kayması önlenir. Mahya hattı sonun da kullanılan mahyaların uçları kapalı olmalıdır. Bunlara mahya sonlandırma diyoruz. Eğik mahya hattı ile Zirve mahyasının birleştiği noktalarda üç yollu veya dört yollu mahya ismini verdiğimiz mahyalar kullanılmalıdır.

Tek eğimli çatılarda mahya hattı iki şekilde çözüme ulaştırılır. Bir kuru mahya sistemi ve iki set kiremit iledir. Set kiremit özel bir kiremittir. Arka uzantı profili sayesinde havalandırmayı sağladığı gibi damlalık görevini de yerine getirerek cepheden suyun uzaklaştırılmasını sağlar. Alttaki lataya tespit edilmesi şarttır. Sağ ve sol yanlarda kaplama kiremidi kullanmalı ve bunları çivi deliklerinden yan saçak tahtasına çivi ile sabitlenmelidir [18].

6.5. Yan Saçak Kaplamaları ve Kapatma Elemanları

Saçak yan kenarlarının kapatılması için üretilen kil esaslı yan saçak kaplama elemanları, kiremit tipinde üretilebildiği gibi, her kiremide uyum sağlayanları vardır. Bunlar kiremit üstünden saçak kenarına sarkarak hem estetik, hem de kuvvetli rüzgârlara karşı mükemmel bir direnç sağlar.

Yan Saçak elemanları sağ-sol olarak üretildiği gibi tek tip olarak da üretilirler. Yan saçak elemanlarının muhakkak sabitlenmesi gerekir, sabitleme işlemi dikey destek latası konulduktan sonra çivi deliğinden veya özel bağlantı elemanlarıyla yan kenarlara sabitlenmelidir.

Yan saçak kaplamaları kiremit malzemedен olduğu gibi, bakırdan UV dayanıklı sert PVC'den ve polyester malzemedен de yapılabilir [18].

6.6. Dere, Baca ve Duvar Dibi Detayları

Mail dere diğer adıyla eğik dere, çatının hareketliliğine göre oluşan vadi dere olarak da tabir edilen yağmur suyu akış kanalının oluşturulmasıdır. Eskiden şimdiye kadar çatılardaki dereler çinko, bakır ve benzeri levhalar ile sağlanmaktaydı. Günümüzde ise bu malzemelere alternatif ürünler piyasaya sunulmaktadır. Bunlar alüminyum folyolu membranlar, çatı rengine uygun mineral taşlı membranlar, PVC ve polyester esaslı mail dere elemanları, vb.dir. Tercih hangi malzeme olursa olsun, önemli olan altyapısının hazırlanmasıdır.

Mail dere yatağı ekseninin her iki tarafında saçaktan yukarıya doğru 20-25 cm. uzaklıkta 2.5 x 3.5 cm. ebadında lata uygulaması yapıp, dere malzemesi dere içerisini kaplayarak lataların üzerini kapatacak şekilde uygulanmalıdır. Yağışların yoğun olduğu zamanlarda kiremit üzerinden dereye inen yağmur sularının kiremit altına sızmasını engellemek gerekir.

Baca dipleri çatıda itina ile yapılması gereken kritik yerlerden biridir. Baca ölçüleri standart olmadığı için yerinde alınan ölçülerine göre malzemeler kesilerek

yapılmaktadır. Baca kenarları karın biriktirdiği suyun kolay ulaştığı yerlerdir. Çatının eğimine göre akış istikameti, kar erimesi, ters yağmurlarda dikkate alınarak özen gösterilmesi lazımdır. Baca dipleri çinko, bakır, folyolu ve mineral taşlı membranlar, buralar için üretilmiş kendinden yapışkanlı folyolu bantlar veya PVC ve polyester esaslı malzemeler ile yapılabilir. Baca arkasında yalıtım malzemesi kiremit altına, yanlarda kiremit altına, önlerde kiremit üstüne çıkacak şekilde uygulama yapılmalı gerekirse baca etrafında lata ve çita yardımıyla kanal oluşturulmalıdır.

Teorik olarak baca etrafı yalıtım malzemesi aşağıdaki gibi hazırlanır.



EN	BOY	
1. Ön parça:	30 cm.	A+2x15 cm.
2. Kenarlar:	30 cm.	B+2x15 cm.
3. Arka parça:	30 cm.	A+2x15 cm.
4. Kuşak:	15 cm.	2A+2Bx10 cm

Şekil 6.12. Baca detay uygulaması

Baca etrafına çatının eğimine paralel olarak baskı çitası uygulaması yapılmalıdır. Çatıda yan parapet duvarları var ise buralarda tepeden saçak oluşuna kadar ya dere oluşturulmalı ya da yan parapet duvarından kiremit üzerine su yalıtımı yapılmalıdır. Bu işlemler çinko, bakır, membran ve yalıtım bantlarıyla yan parapet duvarına baskı çitası uygulayarak veya parapet duvar üst kaplamasının altına girilerek yapılmalıdır.

Kalkan duvar dipleri yine yan parapet duvar gibi izole dilmelidir. Burada izolasyon malzemesi kiremit üzerine 15-20 cm. uzanacak şekilde olmalıdır [18].

6.7. Çatılarda Yalıtım

6.7.1. Isı yalıtımı ve ses yalıtımı

Binalardaki ısı kaçaklarının çok önemli bir bölümü çatılardan olmaktadır. İster ısıtma, ister soğutma durumlarında olsun, çatılardan ısı kaçacağını (ya da yazın ısı kazancını) önlemek önemlidir. Bir binada ısı yalıtımının yapılması gereken en önemli yer çatıdır. Çatı detaylarında ısı yalıtımının konumu genellikle alt kısımda taşıyıcı elemanların altında veya alt tavanın hemen üstündedir. Yalıtım seçiminde bilinen ısı yalıtım değerlerinden başka tercih kriteri olarak bir yüzü buhar kesici kaplanmış malzemeleri kullanılabilir.



Çatı arasının kullanılmadığı durumlarda cam yünü ile ısı ve ses yalıtımına bir örnek.

Şekil 6.13. Camyünü ile Isı ve ses yalıtımı



Çatı arasının kullanıldığı durumlarda, mertek arası camyünü ile ısı ve ses yalıtımına bir örnek [19].

Şekil 6.14. Mertek arası camyünü ile ısı ve ses yalıtımı

6.7.2. Su yalıtımı

Çatılarda ısı ve su yalıtımı çözümleri birbirleri ile uyumlu olmalıdır. Çatılarda yapılan ısı yalıtımı uygulamaları, enerji tasarrufunun yanı sıra, yoğuşmayı (terlemeyi) önlerken, su yalıtımı uygulamaları da yağış sularının yapıya zarar vermesini engelleyerek bir bütün oluşturur. Su yalıtımı bitümlü örtüler, sürme esaslı malzemeler ve yapısal su yalıtım malzemeleri ile yapılabilir. Çatı üst kaplamasının genellikle alt kısmına su sızdırmayacağı kabul edilmektedir. Ancak malzemedan, işçilikten, zamana bağlı bozucu etkilerden veya çatıya yapılan her hangi bir müdahaleden dolayı üst kaplama zamanla sızdırmazlık özelliğini kaybedebilir.

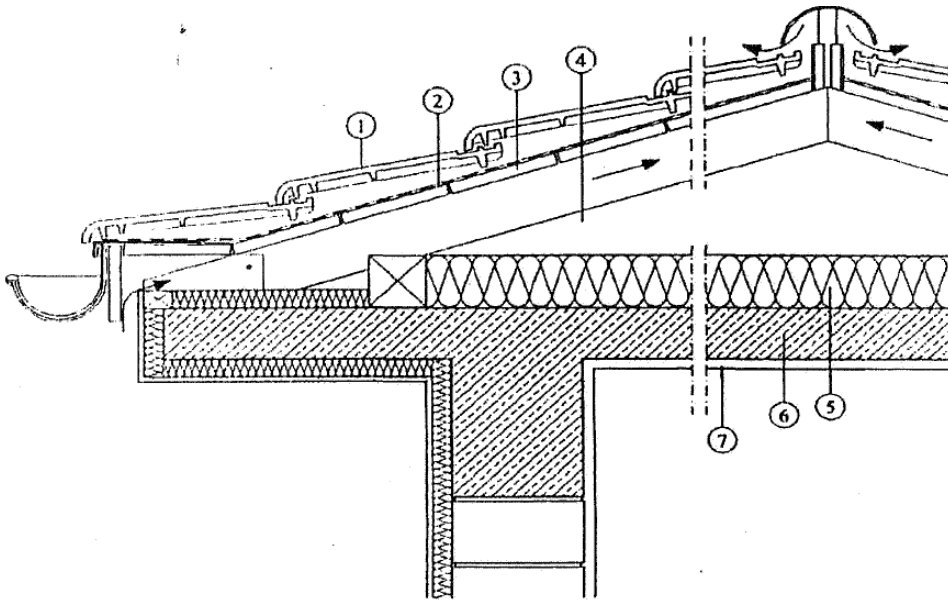
Bu nedenle mutlaka üst kaplamayı destekleyecek bir su yalıtım katmanı detayda yerini almalıdır. Ancak su yalıtımı uygulamaları çok titiz uygulama işçiliği gerektirdiği unutulmamalı ve üretici firmaların önerdiği uygulama prensiplerine tamamen uyulmalıdır. Ülkemizde mali açıdan büyük bedellere sebep olmuş başarısız yalıtım uygulamalarına çokça rastlanmakta ve genellikle çözüm işveren tarafından mahkemelerde aranmaktadır. Bu bağlamda yapılması gereken, bu tür hassas uygulamalar ve uygulayıcılar için bir denetim mekanizmasının sağlanması olabilir. Dünyanın bazı ülkelerinde yapı sektöründeki buna benzer, geriye dönüş maliyeti çok yüksek olan hassas uygulamalar, bedeli uygulayıcı firmalar tarafından ödenen denetim firmaları uzmanlarının nezaretinde yapılmaktadır.

Özellikle az eğimli ve sıcak çatılarda, çatı bahçelerinde sızdırmazlık katmanı büyük önem taşımaktadır. Bilindiği gibi su yalıtım malzemeleri serilebilen, sürülebilen ve harcın içine katılanlar olmak üzere üç farklı uygulama şekline göre üretilmektedir. Hassas uygulama gerektiren detaylarda bu farklı uygulamaları bir arada kullanmak başarıyı garanti altına alabilir [19].

Buhar tutucu

Hava içinde bir miktar su buharını barındırmaktadır. Bilindiği gibi su buharı sıcaktan soğuğa doğru hareket eder. İç ve dış ortamı ayıran çatı tabakaları, su buharının soğuk hava ile temas ettiği ve yoğuşma olasılığının yüksek olduğu bölgelerdir. Yoğuşma

çatı detayının içinde korozyon, çürüme, böceklenme gibi birtakım bozucu etkileri beraberinde getirir. Bu gibi durumlar çatının yalıtım etkinliğini zayıflatmaktadır. Bu tür problemlerin çözümü ısı yalıtım tabakasının sıcak kısmında kullanılan Alüminyum folyo, Plastik film ve benzeri malzemeler buhar bariyeri görevi yapması ile mümkündür. Bu bariyerler buhar geçişini yavaşlatarak yoğuşma oluşumunu engeller [20].



Şekil 6.15. Çift yönlü kırma bir çatı görünüşü [21].

1. Çatı Örtüsü
2. Su Yalıtım Membranı
3. Çatı Tahtası
4. Havalandırılan Çatı Arası Boşluğu
5. Isı Yalıtımı
6. Betonarme Plak veya Asmolen Döşeme veya Gazbeton Döşeme Paneli
7. Tavan Sıvası

BÖLÜM 7. ÇATILARIN YAPIM SİSTEMİ VE MALİYET AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

7.1 Çatıların Yapım Sistemi ve Malzeme Açısından Sınıflandırılması

Yapı, yapım sistemi ve malzeme açısından çatı sınıflandırması

- yapının kullanım amacına göre türü
- çatının taşıyıcı sistemi
- iklimsel bölgeye bağlı faktörler olmak üzere başlıca 3 grupta ele alınabilir.

7.1.1 Yapı Türü

Yapı türü, çatı tasarımı belirleyen temel faktörlerden biridir. Farklı türde yapıların çatı oluşumları da genellikle farklı oluşmaktadır.

- Sanayi yapıları
- Apartman yapıları
- Az katlı konutlar, Villalar
- Prestij yapıları

Sanayi yapılarında formdan çok fonksiyonun ön planda yer aldığı çatı tasarımları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bu tür binaların genellikle az katlı ve yaygın yapılar olduğu göz önüne alındığında çatı yüzey alanının fazla olması, estetik ve prestij kaygılarının geri planda olması gibi sebepler, çatı oluşumunda düşük maliyetli çözüm arayışlarını beraberinde getirir. Taşıyıcı sistem geniş açıklıkların geçilmesi, hızlı uygulama olanağı ve yapıya daha az yük getirmesi gibi sebeplerle çelik tercih edilmektedir.

Betonarme prefabrik yapılarda dahi ana kirişler betonarme elemanlardan oluşurken, çatıyı destekleyen aşıklar çelik olarak düşünülmektedir. Çatı kaplaması ve izolasyon katmanları için seçim, kolay, hızlı ve ekonomik uygulama anlamında sandviç panel

yönündedir. Sandviç panel tercihleri, alt ve üst kaplamalarının alüminyum veya sac levha olması, ısı yalıtımının da polistren veya poliüretan köpük olmasıdır. Alüminyum, boyalı sac kaplamaya göre daha yüksek maliyetli ancak uzun ömürlüdür. Isı yalıtımında ise poliüretan daha yüksek maliyetli olmakla beraber daha yüksek ısı geçiş direncine sahiptir. Isı yalıtımının önemli sayılmadığı bazı sanayi yapılarında taşıyıcı sistem üzerine tek katman olarak Alüminyum, sac levha veya çimento, plastik v.b esaslı ondüle levhalar kullanılmaktadır. Bu tür çatılarda farklı birleşim detayları için yardımcı malzemeler bulunmamaktadır.

Kenar ve etek detayları, mahya ve iç derelerde bükülmüş sac malzeme veya alüminyum folyo kaplamalı bitümlü pestil kullanılmaktadır.

Apartman yapılarının kat adedi fazla olduğunda ve parapet duvarı kullanıldığında çatı algılanmadığı için estetik kaygılar geri planda kalır. Bu durumda göz önünde olmayan çatı detaylarında malzemenin ve kaliteden tasarruf edilen yapı bölümleri haline gelmekte ve kısa vadede yoğun izolasyon problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu tür çatıların kütlesi mutlaka marangoz levhaları (OSB, Kontraplak v.b) ile oluşturulmalı ve üzerine yapılacak sızdırmazlık tabakası tercihi esnek bitümlü pestil olmalıdır. Farklı eğimler ve çok miktarda mahya ve dere olan çatılarda üst kaplama olarak kiremit türü malzemeler yerine kesilmesi ve şekil alması daha kolay olan shingle benzeri malzemeler tercih edilmelidir. Çatı arasında üzerinde gezilmeyen bölgelerde ısı yalıtımının korunması açısından döşeme üzerine değil tavana ve mertek aralarına konulmalıdır.

Az katlı konutlar ve villalarda çatı, mimarinin önemli bir öğesidir. Bu tür yapılarda çatının hem form hem de fonksiyon olarak önem kazanmasına neden olarak, yapı bütçesinden aldığı payın daha fazla olması gösterilebilir. Çatının algılanabilirliği, çatı üst kaplaması, aksesuarları ve saçaklarının ön plana çıkarmaktadır. Çatı kaplaması olarak, değişik malzeme arayışına cevap verecek farklı tip kiremitler, shingle kaplamalar ve dekoratif fonlu alüminyum ve sac kaplamalar ve bunlar gibi geniş bir ürün gurubu inşaat sektörüne sunulmuştur. Bacalar, havalandırma menfezleri, çatı pencereleri, yağmur olukları ve saçak alın kaplamaları gibi elemanlar ise doğru malzeme, renk ve fon tercihleri ile çatı mimarisine büyük katkı yapabilen aksesuarlar haline gelebilmektedirler.

Prestij yapıları dediğimiz ve çatının mimaride fazlaca kullanılabilirdiği yapılar; mağazalar, lokantalar, müzeler ve bir takım sosyal tesislerdir. Bu tür yapılarda her türlü form ve özel detay farklılık ve prestij amaçlı olarak abartılı şekilde kullanılmaktadır. Dolayısı ile tasarımcı etkileyici bir form yakalamak adına maliyet ve malzeme kullanım ömrü açısından önerilmeyen detaylar kullanabilmektedir. Bu nedenle bu tür “dekoratif uygulamalar” için genel önerilerde bulunmak doğru değildir ve arzulanan tek ve kendine özgü bir tasarımlar oluşturabilmektir.

7.1.2 Yapı taşıyıcı sistemi:

Çatı taşıyıcı sistemleri:

- betonarme
- çelik
- ahşap
- kompozit olarak sınıflanabilir.

Çatı taşıyıcı sistemi klasik çatı yapıları ve şekilleri açısından belirleyici rol oynamamaktadır. Sadece prestij yapılarında, bazı özel tasarımların uygulanabilmesini mümkün kılması açısından çelik taşıyıcılı çatılar tercih edilebilir. Ahşap yapı malzemesi bu tür tasarımlara uygun olmasına rağmen doğadan elde edilen kıymetli bir malzeme olması bakımından ülkemizde taşıyıcı sistemde fazla kullanılmamalıdır.

7.1.3. İklimsel bölgeye bağlı faktörler

Temel olarak üç tür iklimsel bölge vardır:

- Soğuk bölgeler
- Sıcak bölgeler
- Yağışlı ve nemli bölgeler

İklimsel bölge farklılıkları çatı formunda eğim miktarında değişiklikler şeklinde form oluşumuna etki ederken, özellikle alt çatı detayında yer alan izolasyon katmanlarında ve dere-oluk detaylarında farklı malzeme ve boyutlar açısından farklılıklar olmalıdır. Doğal olarak sıcak ve soğuk bölgelerde ısı ve su yalıtım katmanı ısı direnci mümkün olduğunca yüksek malzemelerden oluşmalıdır. Yağışlı ve nemli bölgelerde yalıtım

katmanına ek olarak, katmanın sıcak tarafına buhar dengeleyici ve kesici tabakanın detayda mutlaka yer alması gerekir. Ayrıca sızıntı ihtimali yüksek olan kenar, saçak ve gizli dere yalıtım bitimlerinde yapıştırmak ve çakılmak ve benzeri güvenli detaylar kullanılmalıdır [21].

Tablo 7.1.Çatı Eğimine göre kullanılabilir kaplama malzemesi

Kaplama Malzemesi	Eğimi
Shingle	Shingle çatı kaplaması %30 ve daha fazla eğime sahip çatılar için idealdir.
Metal Kiremit	12-90 derece arası her eğimde kullanılabilir
Kiremit	Minimum % 33 eğimde kullanılabilirler.
Ondüline	Min %9 eğimde kullanılabilirler.

7.2 Çatı Kaplama Malzemeleri Fiyat Analizi



Şekil 7.1. Çatı Alanı

Kaplanacak alan hesabı Çatı eni ve boyunun çarpımının iki katı alınarak hesaplanır.

$$A=8m \quad B=15m \quad \text{=====> } 2(8 \times 15)=240 \text{ m}^2$$

Tablo 7.2. Maliyet karşılaştırılması

Malzeme Tipi	Poz	Alan (m^2)	Kaplama Malzemesi Birim Fiyatı (TL)	adet (m^2 ye)	İşçilik+Malzeme (m^2)	Toplam maliyet (TL)	Yüzde değişim (%)
Alaturka Kiremit	(18.201) Alaturka kiremit ile çatı örtüsü	240	0,53	35	25,61	6146,4	+ % 22,2
Marsilya Kiremit	(18.211) Oluklu kiremit ile çatı örtüsü	240	0,53	17	14,69	3525,6	- % 29,8
Akdeniz Kiremit	-	240	1,15	17	27,58	6619,2	+ % 31,6
Granada Kiremit	-	240	1,07	17	25,88	6211,2	+ % 23,5
Valensiya Kiremit	-	240	1,04	17	25,24	6057,6	+ % 20,4
Shingle	-	240	14	-	20,95	5028	% 0
Ondüline	(18.253/4) Organik lifli bitümlü oluklu Levha	240	9,45	-	21,31	5114,4	+ % 17,2
Metal Kiremit	-	240	1,03	17	15TL(malzeme hariç)	7802,4	+ % 55,17

Tablo 7.3. Alaturka Kiremit için iş kalemleri birim fiyat analizleri

ALATURKA İREMİT İÇİN İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ					
Analiz Format No:1	İNŞAAT İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ				
İş Kalemi / İş Grubu No:	Analizin Adı:				Ölçü Birimi
18.201	ALATURKA KİREMİTLE ÇATI ÖRTÜSÜ YAPILMASI				M2
Poz No:	GİRDİLER	Ölçü	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
	Malzeme:		0		
04.025	ALATURKA KİREMİT	AD	35	0,53	18,55
	İşçilik:		0		
01.016	KİREMİTÇİ USTASI	SA	0.15	5,30	0,80
	Yapılması		0.3		
01.501	DÜZ İŞÇİ	SA	0.3	3,80	1,14
	İnşaat Yerindeki Yükleme, Yatay ve Düşey Taşıma, Boşaltma		0.0		
Karsız Toplam					20,49
		%	25,000	Kar ve Genel Giderler	5,12
Toplam Tutar					25,61

Tablo 7.4. Marsilya Kiremit için iş kalemleri birim fiyat analizleri

MARSİLYA KİREMİT İÇİN İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ					
Analiz Format No:1	İNŞAAT İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ				
İş Kalemi / İş Grubu No:	Analizin Adı:				Ölçü Birimi
18.211	OLUKLU KİREMİTLE ÇATI ÖRTÜSÜ YAPILMASI				M2
Poz No:	GİRDİLER	Ölçü	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
	Malzeme:		0		
04.026	OLUKLU KİREMİT TS 562	AD	17	0,53	9,01
04.278	GALVANİZLİ TEL	KG	0.03	2,16	0,06
04.271	GALVANİZLİ ÇİVİ (TS 155)	KG	0.03	3,25	0,10
	İşçilik:		0		
	Yapılması:		0		
01.016	KİREMİTÇİ USTASI	SA	0.2	5,30	1,06
01.501	DÜZ İŞÇİ	SA	0.4	3,80	1,52
	İnşaat Yerindeki Yükleme, Yatay ve Düşey Taşıma, Boşaltma		0.0		
Karsız Toplam					11,75
		%	25,000	Kar ve Genel Giderler	2,94
Toplam Tutar					14,69

Tablo 7.5. Ondüline için iş kalemleri birim fiyat analizleri

ONDÜLINE İÇİN İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ					
Analiz Format No:1	İNŞAAT İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ				
İş Kalemi / İş Grubu No:	Analizin Adı:				Ölçü Birimi
18.253/4	OLUKLU BİTK. ELYAF. BİTÜM EMDİR. LEVHAYLA ÇATI ÖRTÜSÜ (RENKLİ)				M2
Poz No:	GİRDİLER	Ölçü	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
	Malzeme:		0		
04.721/2	ORGAN. LİFLİ BİTÜMLÜ OLUKLU LEVHA, RENKLİ	M2	1.25	9,45	11,81
	Sızdırmazlık ve Zayıtıyla		0		
04.721/4	PLASTİK BAŞLIKLİ GALVANİZLİ KANCA	AD	8	0,22	1,76
	İşçilik:		4		
01.017	DÜLGER USTASI	SA	0.3	5,30	1,59
01.501	DÜZ İŞÇİ	SA	0.25	3,80	0,95
01.503	ÇIRAK	SA	0.25	3,75	0,94
Karsız Toplam					17,05
%		25,000	Kar ve Genel Giderler		4,26
Toplam Tutar					21,31

Tablo 7.3, tablo 7.4 ve tablo 7.5' de işçilik, malzeme, gerekli galvanizli tel, çivi dahil olmak üzere Bayındırlık 2011 birim fiyatlarına göre hesaplanan fiyatlar üzerinden maliyet çıkarılmıştır. Poz numarası bulunmayanlar piyasa araştırması yapılarak fiyatlandırılmıştır.

Tablo 7.2 'de shingle fiyatına göre yüzdesel değişimlerin hesaplandığı görülmektedir. Maliyet yönünden kıyaslandığında en fazla artış Metal Kiremitte olmuştur. Maliyetinin fazla olmasına karşın metal kiremidin ağırlıkça benzeri kiremitlere göre daha hafif olması çatı taşıyıcı sisteminde ekonomi sağlamaktadır. Yaklaşık 40 – 50 yıl civarı kullanım süresi, korozyona ve küflenmeye karşı dayanıklılığı; malzeme olarak kırılmaz, çatlamaz, fire vermez, alev almaz, donmaz ve yangına dayanıklı olması, atmosferdeki kimyasal maddelerden etkilenmemesi, montajının hızlı ve kolay olması, dik çatılarda (10° ile 90°) kullanıma uygun olması metal kiremidin tercih sebeplerindedir.

Shingle ile ondüline malzemesini maliyet yönünden kıyasladığımızda onduline in %17,2 daha pahallı olduğunu görüyoruz. Ondüline'in tercih sebepleri arasında iyi bir su geçirimsizliğine sahip olması; esnek olması nedeni ile çatlamayan, kesinlikle paslanmayan, küflenmeyen, UV ışınlarına dayanıklı, havadaki kimyasal ve biyolojik maddelerden etkilenmeyen bir ürün olması; hafif olduğundan taşıyıcı aşık ve çatı sisteminde malzemedan tasarruf sağlaması ve eğrisel silindirik kubbe gibi yüzeylere uygulanabilir olması sayılabilir.

Kiremit ile shingle karşılaştırıldığında ise Marsilya kiremit hariç diğer kiremit türlerinde toplamda shingle'a göre ortalama %25 daha maliyetli olduğu görülmektedir. Tercih sebepleri arasında; kiremitlerin malzemesinin tamamen doğal bir ürün olması, bünyesinde doğaya zararlı kimyasallar bulundurmamasından dolayı çevreye zarar vermemesi; bakım ve kullanım gideri emsallerine göre çok az olması insanlara ve hayvanlara zarar vermemesi; yangın dayanımının yüksek, ses ve ısı geçirgenliği düşük olması, kaldırılıp tekrar kullanılabilmesi ve estetik oluşu sayılabilir.

Kiremitler arasında bir kıyaslama yapıldığında ise marsilya kiremidi klasik kiremit olması nedeni ile en uygun maliyete sahiptir. Diğer kiremitlerin daha maliyetli olmasına karşın tercih sebepleri şöyle sıralanabilir;

Granada estetiğın en önemli unsur olduğu çatılarda, Akdeniz kiremidi ekstra sağlamlık ve su yalıtımı gerektiren çatılarda, Valensiya ise su sızdırmazlık, estetik ve dizaynı bir arada sunduğu için tercih edilir.

Alaturka kiremit ise Osmanlı mimarisi ile estetik görünüm sağlar. Alaturka kiremit Marsilya ile aynı birim fiyata sahip olmasına rağmen m^2 ye 35 adet alaturka kiremit gittiği için en fazla maliyete sahip kiremit çeşididir.

BÖLÜM 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanlar yaşamlarının önemli bir kısmını ev veya işyerlerinde geçirmektedir. Bu sebeple buralarda kullanılan malzemelerin sağlıklı, dayanıklı, uzun ömürlü, standartlara uygun olması gerekir. Ülkemizde Kiremit malzemesinin iyileştirilmesi, endüstrinin ihtiyacına cevap verecek kil üretimini karşılamak, mevcut kil rezervlerini en iyi şekilde değerlendirmek ve özellikle üretimdeki kalite standartlarını sağlayabilmek açısından bu mineraller üzerindeki araştırmaları geliştirmek detaylandırmak ve irdelemek ile başlanmalıdır.

Çatı kaplama malzemelerinin performansının incelenmesinde dikkat edilecek hususlardan bazıları; malzeme boyutu, ağırlığı, mukavemeti, birim fiyatı, ısı iletkenliği, yalıtım malzemesi gereksinimi, su geçirimsizliği, donma çözünme, korozyon ve yangın dayanımı, montaj ve nakliye kolaylığı olarak sıralanabilir. Taşıyıcı sistemin ahşap, betonarme veya çelik konstrüksiyon olması da kaplama malzemesi seçiminde önemlidir.

Pişmiş kil kiremit diğer kaplama malzemeleri ile kıyaslandığında doğal bir yapı malzemesi olması ile göze çarpmaktadır. Doğaya zararlı kimyasallar bulundurmamaktadır ve ekolojik dengeyi koruyarak doğa ile olan ahengi bozmamaktadırlar. Kil kiremitler yoğun yağış alan yerlerde (kar, rüzgar, yağmur, don vb.) doğanın zor koşullarına karşı çatıları en iyi şekilde korumaktadır.

Shingle malzemesinin fiyatı sabit alınarak maliyet karşılaştırması yapıldığında; klasik kiremit hariç diğer kiremit türlerinin shingle'a göre % 25 daha maliyetli olduğu görülmüştür. Shingle malzemesinin su yalıtımı gerektirmemesi esnek olması ve uygulamasının kolay olması gibi avantajlarına rağmen rüzgar ve yangın dayanımının düşük olması kiremit malzemesinin sektörde öne geçmesine neden olmaktadır. Kiremit doğal bir malzeme olmasının yanı sıra yangın dayanımının

yüksek, ses ve ısı geçirgenliği düşük olması, sökülüp tekrar kullanılabilmesi ve estetik oluşu gibi sebeplerden ötürü daha maliyetli olmasına rağmen tercih edilmektedir.

Ondüline ise shingle malzemesinden %17,2 daha maliyetli olmasına rağmen UV ışınlarından etkilenmemesi, küflenmemesi ve hafif malzeme olması dolayısı ile tercih edilmektedir. Shingle malzemesi metal kiremit ile kıyasladığımızda ise maliyette %55,17 civarında bir artış görülmektedir. Buna rağmen metal kiremidin montajının hızlı ve kolay, hafif kırılmaz, çatlamaz, yanmaz malzeme olması tercih edilmesine sebep olmaktadır. Metal esaslı kiremitlerin donma-çözünme dayanımı yüksek olması dolayısı ile kil kiremit ile kıyaslandığında avantajlıdır buna rağmen, maliyetli oluşunun yanı sıra ısı ve ses iletkenliğinin fazla olması nedeni ile ülkemizde kil kiremit kullanımının gerisinde kalmaktadır.

Çatılarda yangın dayanımı da çok önemli olmakla birlikte, yangın yönetmeliğinin 28.maddesin'e göre 'Çatı kaplamalarının broof (Dış Alev Yayılımına Dayanıklı) sınıfı malzemelerden, çatı kaplamaları altında yer alan yüzeyin veya yalıtımın en az zor alevlenici malzemelerden olması gerekir 'denmektedir. Kil kiremitler broof ve A1 sınıfı malzemelerdir. Bu sebeplerle yapı çatı çatıların doğal örtüsü yine doğanın bir parçası olan pişmiş kil ile kaplanarak hem estetik hem ekonomik hem güvenli çatılar yapılabilir.

Ülkemiz yapı sektörü, çatı konusunda her türlü form ve fonksiyon isteklerine cevap verebilecek malzemeleri sağlayabilecek yapıya sahiptir. Bu bağlamda önemli olan doğru malzeme ve detayların kullanımınıdır. Bu çalışmada kil kiremitler kapsamlı bir şekilde incelenmiş, diğer çatı kaplama malzemelerinin özellikleri, avantaj ve dezavantajları ile fiyatları verilmiştir. Uygulamada seçilecek olan çatı kaplama malzemeleri bu bilgiler doğrultusunda kıyaslanabilir. Yapının kullanım ömrü içerisinde ortaya çıkabilecek malzeme yenilenmesi, onarım ve işçilik giderlerinin getireceği ek giderler göz önüne alınarak dayanıklı ve uygun çatı malzemelerinin seçilmesi önemlidir. İlk yatırım maliyeti yüksek olsa bile çatı kaplama malzemesinin sürdürülebilirliğinin dikkate alınması gerekir.

KAYNAKLAR

- [1] MALAYOĞLU, U., AKAR, A., Killerin Sınıflandırmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranılan Kriterlerin İrdelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fak. Maden Müh. Bölümü, Bornova İzmir 21-22 Nisan 1995.
- [2] YARAR, İ.Y., Kiremitlerin Fiziksel Özelliklerinin İyileştirilmesinin Araştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz 2006, Afyon
- [3] Gök, S., 1983, "Kil Mineralleri ve Killerin Jeolojisi", MTA Enstitüsü Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Balıkesir.
- [4] <http://www.ekutup.dpt.gov.tr/imalatsa/tastopra/oik546.pdf>, 28.05.2006
- [5] <http://www.tukder.com.>, Nisan 2010.
- [6] ORHUN, O., İnşaat Tuğlası ve Kiremit İmaline Elverişli Toprakların Tanınması 5 Mayıs 1964.
- [7] Doç. Dr. TURANLI, L., Odtü Erzincan Mollaköy Kiremitlerin Donma çözülme deneylerinin yapılması, Kod:2006-03-03-1-00.102, Ankara 2006
- [8] AKSİN, E., Endüstriyel Atıklarının Tuğla ve Kiremit Üretiminde Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi İnşaat Mühendisliği bölümü, yapı malzemesi anabilim dalı, Ocak 2007.
- [9] www.deltatoprak.gov.tr., Şubat 2011
- [10] KONİG R., 1998, Drying Ceramics, Novokeram, 1st Ed., Krumbach.
- [11] Yapı Malzemeleri Laboratuvarı Müdürlüğü (Turgutlu)., Haziran 2006
- [12] SABUTAY, T., İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi 7 Mart 2005
- [13] Çatı kaplama malzemeleri (MEGEP), Ankara 2006.
- [14] Taş ve Toprağa Dayalı Ürünler Sanayi Özel ihtisas Komisyonu Raporu ÖİK:546, Ankara 2000.

- [15] <http://www.modernmimari.com.>, 2008
- [16] [http://www.kiremit.gen.tr/.](http://www.kiremit.gen.tr/),2010
- [17] www.kılıçoğlu.com.tr., Mayıs 2010
- [18] Catider. org. tr., Temmuz 2009
- [19] GEL, M.K., Temelden Çatıya Su Yalıtımının Önemi ve Uygulamalar, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, 23-24-25 Mart 2001, Eskişehir
- [20] izoder.gov.tr., 2003
- [21] KÖSE, M., Çatı Tasarımında Malzeme Seçim ve Kullanım Kriterleri, İTÜ Mimarlık Fakültesi, 2002
- [22] KURAL, M.E., Çatı Kaplama Malzemelerinin Performanslarının İncelenmesi, 5.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 15-16 Nisan 2010, İzmir
- [23] ÖZKAN, T.O., 1977. Türkiyedeki Ticari Bentonit Killerinin Özellikleri ve Kullanım Alanlarının Tesbiti", TÜBİTAK Marmara Araştırma Enstitüsü, İstanbul.
- [24] KLİNEFELTER, T. A., HAMLİN, H.P., 1947. Syllabus of Clay Testing, Bureau of Mines, Bulletin 565, USA.
- [25] KİPER, B., 1977, "Killerin Jeolojik Özellikleri", Millot (1970) ve Grim (1968)'den Çeviri, Ankara
- [26] BENDER, W. AND HANDLE F., 1998, Brick and Tile Making, Procedures and Operating Practice in the Heavy Clay Industries, Bauverlag GmbH
- [27] WOODSON, R.D., International Building Code, Mc Graw Hill 2009
- [28] GRİMSHAW, R. W., 1971, The Chemistry and Physics of Clays, Tech Boks, 4012 Williamsburg Court, India, 1023p. Worrall
- [29] FİSCHER, P., 1984, Some Comments on the Colour of Fired Clays, Die Ziegelindustrie International, Eylül
- [30] NİBRA-DACH KERAMİK, Reprint Brick and Tile Industry, Eylül 2002
- [31] Endel AS. Kiremit işletmesi Talimatlar Kitabı, 18.07.2006
- [32] <http://www.keller.hcw.de>, 06.06.2006

- [33] TOYDEMİR, N., BULUT, Ü., (2004). “Çatılar”, Yapı Yayın, İstanbul, Türkiye.
- [34] SCHARFF R., KENNEDY T., (2000). “Roofing Handbook”, McGraw-Hill, NY, USA.
- [35] BENNETT, F. , PİNİON, A. , (2000). “Roof Slating and Tiling”, Caxton Publishing Ltd, London, England.
- [36] GÖRÇİZ, G. , 2000, Ülkemizde Tuğla ve Kiremit Endüstrisi, TUKDER yay. Yıl: 3, Sayı:9, Sayfa: 26-32, Manisa
- [37] Ocak 1978, Tuğla ve Kiremit Sanayi Araştırması, TSKB yay., No: 19, İstanbul
- [38] TOTON C., 1973. Bazı Bölgelerimize Ait Killerin Fiziksel ve Kimyasal incelemelerine Katkı, Doktora Tezi, İ.T.U Fen Bilimleri Enstitüsü, istanbul.
- [39] YILMAZ S.G., 1994. Kılıç (Şile-İstanbul) Killerinin Jeokimyasal Mineralojik ve Fiziksel Özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, I.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, istanbul.
- [40] www. tse. org. tr., Eylül 2010.
- [41] www. hacettepe. edu. tr., Mayıs 2010.
- [42] MÜDÜROĞLU, M., ATAK, S., Tuğla Kiremit Yapımında Kullanılan Kil Hammaddelerinin Özelliklerinin İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Cevher ve Komur Hazırlama Ana Bilim Dalı, 3.Hammadde Sempozyumu 14-15 Ekim 1999, İzmir
- [43] UZ, V., IŞIK, İ., ÖZDAĞ, H., DEMİRBİLEK, F.M., The Preliminary Study On The Effect of Plasticity And Drying Behaviour of Extrusion Formed Clay For The Tile&Brick Manufacturing, ISSN1302-3055, Aralık 2006.
- [44] VANTA, G.J., Life Cycle Analysis Brick and Mortar Pruducts, Ottawa Canada, Eylül 1998.
- [45] ŞAHİN S., Türkiye’de Tuğla-Kiremit Sanayinin Genel Görünümü ve Çorum İli Örneği, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt:21 Sayı:2, 2001
- [46] tez2.yok.gov.tr., Temmuz 2006.

ÖZGEÇMİŞ

Billur GÜREŞ, 29.09.1983 tarihinde Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2001 yılında Sakarya Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2002 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2006 yılında mezun oldu. 2006 - 2009 yılları arasında özel bir şirkette kontrol mühendisi olarak görev yaptı. 2008-2009 eğitim yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yapı Malzemesi Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Yüksek lisansın 3.dönemini Stuttgart Üniversitesinde tamamladı. Şu anda Sakarya İl Özel İdaresinde İnşaat Mühendisi olarak çalışmaktadır.