

TC.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİ VE
ÜRETİLEN ÇİMENTO TÜRLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş Müh. Sibel ÖZGÜR

T.C. TÜRKİYE ÇİMENTO ENSTİTÜSÜ
NORMATASYON BÖLÜMÜ

Balıkesir, Haziran-1996

4753



TC.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİ VE
ÜRETİLEN ÇİMENTO TÜRLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Sibel ÖZGÜR

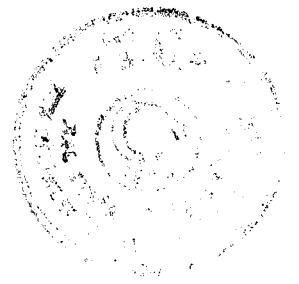
Tez Danışmanı: Prof. Sacit OĞUZ

Sınav Tarihi:

Jüri Üyeleri: Prof. Sacit OĞUZ (Danışman)

Balıkesir, Haziran-1996

ÖZ



**TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİİ VE
ÜRETİLEN ÇİMENTO TÜRLERİ**

Sibel ÖZGÜR

**Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

(Y.L. Tezi/Tez Danışmanı: Prof. Sacit OĞUZ)

Balıkesir,1996

Bu çalışmada, Türkiye'deki çimento sanayinin gelişmesi ve şu andaki durumu incelenmiş, çimento ve çimento çeşitleri hakkında bilgi verilmiş, ek olarak da Türkiye'deki çimento fabrikalarındaki üretim ve üretim kapasiteleri anlatılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında çimentonun bulunuşu, gelişmesi ve tanımı yapılmış, daha sonra çimento hammaddeleri ve bunların işlenmesi hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci aşamada çimento tipleri, kullanım alanları, Türk Standartları'na göre kimyevi özellikleri ve mukavemetleri anlatılmıştır.

Son bölümde ise, Türkiye'de bulunan çimento fabrikaları, üretim, tüketim, ihracat ve ithalat değerleri ve Türkiye'nin Dünya ülkeleri ile Avrupa ülkeleri arasında elde edilen değerlere göre bir kıyaslaması yapılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: çimento/ çimento sanayii/ hammadde/ çimento türleri/
Türk Standartları/ çimento fabrikaları

ABSTRACT



CEMENT INDUSTRY AND CEMENT TYPES IN TURKEY

Sibel ÖZGÜR

Balıkesir University, Institute of Science,
Department of Civil Engineering
(M.Sc. Thesis/ Supervisor: Prof. Sacit OĞUZ)
Balıkesir-Turkey, 1996

In this study, Cement Industry and its development in Turkey have been investigated. Some knowledge for cement and cement types has been given. Additionally, cement factories and their production capacities have been explained.

In the first section, cement industry and its development have been introduced. In the following sections, some informations have been given about cement raw materials and its production stages.

In the second section, types of cements, usage fields, chemical and strength properties of cement according to TSE have been presented.

Finally, production, consumption, export and import values of cement factories in Turkey have been compared with World countries and European countries values.

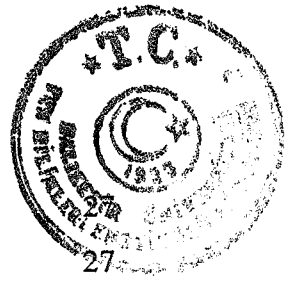
KEY WORDS: Cement/ cement industry/ raw materials/ cement types/ Turkish standarts/ cement factories



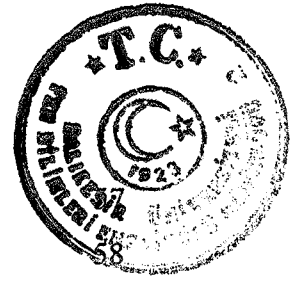
İÇİNDEKİLER

Sayfa No

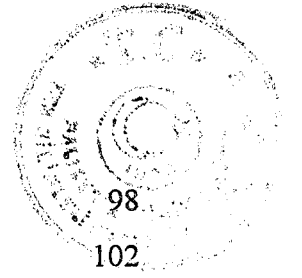
ÖZ, ANAHTAR SÖZCÜKLER	i
ABSTRACT, KEY WORDS	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. ÇİMENTONUN TARİHÇESİ VE GELİŞMESİ	2
3. TÜRKİYE'DE ÇİMENTO SANAYİNİN TARİHÇESİ	6
4. ÇİMENTONUN TANIMI	8
5. ÇİMENTO SANAYİNDE KULLANILAN BAŞLICA HAMMADDELER	11
5.1 Kireçtaşı (Kalker)	11
5.1.1 Kireçtaşının Nitelikleri	17
5.1.2 Türkiye'nin Kireçtaşı Olanakları ve Durumları	19
5.1.2.a) Marmara Bölgesi Kireçtaşı Olanakları	20
5.1.2.b) Ege Bölgesi Kireçtaşı Olanakları	21
5.1.2.c) İç Anadolu Bölgesi Kireçtaşı Olanakları	21
5.1.2.d) Karadeniz Bölgesi Kireçtaşı Olanakları	22
5.1.2.e) Doğu Anadolu Bölgesi Kireçtaşı Olanakları	23
5.1.2.f) Güneydoğu Anadolu Bölgesi Kireçtaşı Olanakları	23
5.2 Tebeşir	23
5.3 Marn	24
5.3.1 Marn'ın Nitelikleri	24
5.3 Türkiye'nin Marn Olanakları ve Durumları	25
5.3.2.a) Marmara Bölgesi Marn Olanakları	26
5.3.2.b) Ege Bölgesi Marn Olanakları	26
5.3.2.c) Akdeniz Bölgesi Marn Olanakları	26
5.3.2.d) Karadeniz Bölgesi Marn Olanakları	26



5.3.2.e) İç Anadolu Bölgesi Marn Olanakları	
5.4 Kil	27
5.4.1 Killerin Nitelikleri	30
5.4.2 Türkiye'nin Kil ve Killi Kayaç Olanakları ve Durumları	32
5.5 Alçı Taşı	32
5.5.1 Anhidrit	33
5.5.2 Jips	33
5.5.3 Alçıtaşı'nın Nitelikleri	34
5.6 Puzzolan	36
5.6.1 Puzzolanların Genel Özellikleri	38
6. HAMMADDELERİN İŞLENMESİ	41
7. ÇİMENTO ÜRETİMİNDE KULLANILAN SİSTEMLER	43
7.1 Yaş Sistem	43
7.2 Kuru Sistem	43
7.3 Yarı Kuru Sistem	45
8. ÇİMENTO TIPLERİ VE KULLANIM ALANLARI	48
8.1 Portland Çimentosu	49
8.2 Portland Çimentosunun Bileşim Faktörleri	50
8.2.1 PÇ Klinkerinin Temel Yapısı	50
8.2.1.1 Çimentonun Kimyasal Bileşimi	52
8.2.1.2 Silikat Modülü	54
8.2.1.3 Alümin Demir-Oksit Oranı (Alümin Modülü)	55
8.2.1.4 Kireç Doygunluk Faktörü (LSF)	55
8.2.1.5 Kireç Standardı (KS)	56
8.2.1.6 PÇ'nin Yapısı	56
8.3 İkincil Elementlerin Durumu	57
8.3.1 Çözünmez Kalıntı	57
8.3.2 Manganez	57
8.3.3 Titanyum	57



8.3.4 Fosfor	
8.3.5 Magnezyum Oksit	
8.3.6 Kükürt Trioksit	58
8.3.7 Kızdırma Kaybı	59
8.3.8 Alkaliler	59
9. PORTLAND ÇİMENTOLARI	60
9.1 Beyaz Portland Çimentosu	61
9.2 Sülfata Dayanıklı PÇ	62
9.3 Süper Sülfat Çimentosu	64
9.4 Yüksek Fırın Cüruf Çimentoları	67
9.5 Katkılı Çimento	68
9.6 Traslı Çimento	70
9.7 Uçucu Küllü Çimento	72
9.8 Erken Dayanımı Yüksek Çimento	73
9.9 Harç Çimentosu	74
9.10 Düşük Hidratasyon Isılı Çimento	75
9.11 Petrol Kuyularında Kullanılan Çimento	76
9.12 Çok Çabuk Sertleşen Çimento	76
10. PORTLAND ÇİMENTOLARININ HİDRATASYONU	77
10.1 PÇ Bileşenlerinin Hidratasyon Karakteristikleri	77
10.1.1 Hidratasyon Isısı	80
10.2 Çimentonun Donması	82
10.3 Çimentoda Yalancı Donma	83
10.4 Çimentonun Havayla Serleşmesi	84
11. TÜRK STANDARTLARINCA ÇİMENTOLARDA ARANAN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER	85
12. TÜRKİYE'DE BULUNAN ÇİMENTO FABRİKALARI	88
12.1 Üretim ve Tüketim	92



12.2 Çimento İhracat ve İthalatı

12.3 Çimento Satışı

13. AVRUPA VE DÜNYA ÜLKELERİ İLE KIYASLAMA

105

14. SONUÇLAR

109

KAYNAKLAR

110

EK

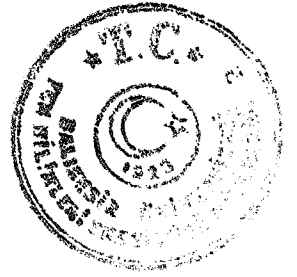
111





ŞEKİL LİSTESİ

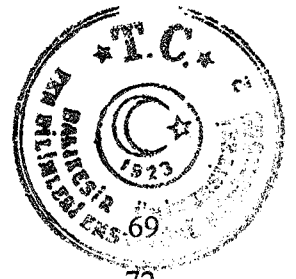
Şekil		
Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 6.1	Çimento Üretim İşlemi Akış Diyagramı	42
Şekil 7.1	Şematik Olarak Humboldt Sistemi	44
Şekil 7.2	Çimento Üretim Fabrikasında Islak ve Kuru İşlem için Ayrıntılı Plan	46-47
Şekil 12.1	Türkiye'deki Çimento Fabrikaları	90
Şekil 13.1	1994 Yılı Dünya Çimento Üretimi	105



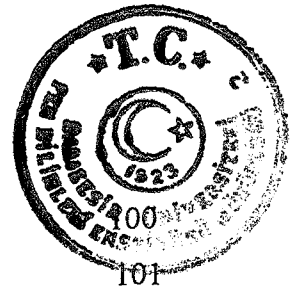
ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

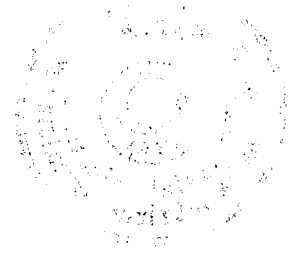
<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.1	Kireçtaşlarının Tane Büyüklüğü Skalası ve Adlandırılması	16
Çizelge 5.2	Ülkemizde Kullanılan Kireçtaşı Adlandırması	18
Çizelge 5.3	Kalsiyum Karbonat İçeriğine Göre Kireçtaşlarının Sınıflandırılması	18
Çizelge 5.4	Değişik Killerin Kimyasal Yapıları	29
Çizelge 5.5	Killerin Adlandırılması	31
Çizelge 5.6	Sertleşmiş Puzzolanlı Çimentolarda En Çok Görülen Hidratasyon Ürünleri	39
Çizelge 8.1	Portland Çimentosunun Kimyevi Özellikleri	50
Çizelge 8.2	Portland Çimentolarının Basınç Mukavemet Değerleri	50
Çizelge 8.3	Portland Çimentosu'nu Oluşturan Oksitler ve Miktarları	51
Çizelge 8.4	Adi, Beyaz ve Sülfata Mukavim Portland Çimentosunun Tipik Analizi	53
Çizelge 8.5	Deney Çimentosunun Kimyasal Özellikleri	54
Çizelge 9.1	Türkiye 'de Üretilen Portland Çimentosu Dışındaki Diğer Çimento Tipleri	60
Çizelge 9.2	Türk Çimento Deneylerinin Standartları	61
Çizelge 9.3	Beyaz Portland Çimentosunun Kimyasal Özellikleri	61
Çizelge 9.4	Beyaz Portland Çimentosunun Dayanım Değerleri	62
Çizelge 9.5	Sülfatlara Dayanıklı Çimentonun Kimyasal Özellikleri	64
Çizelge 9.6	Sülfatlara Dayanıklı Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri	64
Çizelge 9.7	Süper Sülfat Çimentosunun Basınç Mukavemet Değerleri	66
Çizelge 9.8	Süper Sülfat Çimentosunun Kimyasal Özellikleri	66
Çizelge 9.9	Yüksek Fırın Cüruf Çimentolarının Kimyasal Özellikleri	67
Çizelge 9.10	Yüksek Fırın Cüruf Çimentolarının Basınç Mukavemet Değerleri	68
Çizelge 9.11	Katkılı Çimentonun Kimyasal Özellikleri	68



Çizelge 9.12	Katkılı Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri	
Çizelge 9.13	Traslı Çimentonun Kimyasal Özellikleri	72
Çizelge 9.14	Traslı Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri	72
Çizelge 9.15	Uçucu Küllü Çimentoların Kimyasal Özellikleri	73
Çizelge 9.16	Uçucu Küllü Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri	73
Çizelge 9.17	Erken Dayanımı Yüksek Çimentonun Kimyevi Özellikleri	74
Çizelge 9.18	Erken Dayanımı Yüksek Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri	74
Çizelge 9.19	Harç Çimentosunun Basınç Mukavemet Değerleri	75
Çizelge 10.1	Portland Çimentosu Ana Bileşenlerinin Özellikleri	80
Çizelge 10.2	Portland Çimentosu Ana Bileşenlerinin Hidratasyon Isıları	81
Çizelge 11.1	Portland Çimentolarının ve Katkılı Çimentonun Fiziksel Özellikleri	86
Çizelge 11.2	Portland Çimentosu ve Katkılı Çimento Dışında Türkiye’de Üretilen Diğer Çimentoların Fiziksel Özellikleri	87
Çizelge 12.1	Çimento Fabrikalarının Bölgesel Dağılımı	91
Çizelge 12.2	1962 Yılına Kadar Çimento Üretimi ve Tüketimi	92
Çizelge 12.3	Çimento Sektöründe Planlı Dönem Sonları İtibarı ile Çimento Üretim ve Tüketimleri	93
Çizelge 12.4	Çimento Sektöründe Son On Yıl İtibarı ile Üretim, Tüketim ve Kişi Başına Tüketimleri	94
Çizelge 12.5	Bölgeler ve Fabrikalar İtibarıyla Klinker ve Çimento Kapasiteleri (1994 Sonu)	95
Çizelge 12.6	1995 Yılı (Ocak-Eylül) Bölgeler itibarıyla Çimento ve Klinker Üretimleri	97
Çizelge 12.7	Dünya Çimento Üretimi*(İhraç Klinker Hariç)	98
Çizelge 12.8	Çimento İthalat ve İhracatı	99
Çizelge 12.9	Klinker İthalat ve İhracatı	99
Çizelge 12.10	1994 (Ocak-Eylül) Çimento İhracatı	100

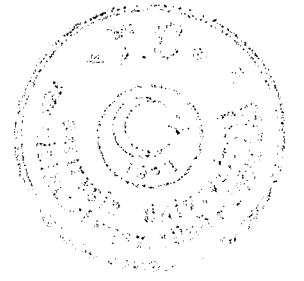


Çizelge 12.11	1994 (Ocak-Eylül) Klinker İhracat ve İthalatı	
Çizelge 12.12	1995 (Ocak-Eylül) Çimento İhracat ve İthalatı	101
Çizelge 12.13	1995 (Ocak-Eylül) Klinker İhracat ve İthalatı	101
Çizelge 12.14	Çimento Sektöründe Son On Yıldaki Çimento İthalat ve İhracatı	102
Çizelge 12.15	Üretilen Çimento Tipleri İtibariyle Son On Yıldaki Çimento Satışları	102
Çizelge 12.16	Son On Yıldaki Dökme ve Ambalaj Çimento Satışları	103
Çizelge 12.17	Çimento Ambalaj Tipleri İtibariyle İç Satış Dökümü	103
Çizelge 13.1	En Büyük Çimento Üreticisi Ülkeler	106
Çizelge 13.2	1993 Yılı Batı Avrupa Ülkeleri Çimento Sektörü ve Türkiye'nin Durumu	107
Çizelge 13.3	AB Ülkeleri ve Türkiye'de Kişi Başına Çimento Tüketimi	108



SEMBOL LİSTESİ

<u>Simge</u>	<u>Adı</u>
CaCO_3	Kalsiyum karbonat (Kalsit)
SiO_2	Silis (silikat asidi)
CaO	Kalsiyum oksit
Al_2O_3	Alüminyum oksit (Alümina)
PÇ	Portland Çimentosu
KÇ	Katkılı çimento
ÇÇ	Yüksek fırın cürüflü çimento
TÇ	Trashlı çimento
BPÇ	Beyaz portland çimentosu
HÇ	Harç çimentosu
UKÇ	Uçucu küllü çimento
SDÇ	Sülfatlara dayanıklı çimento
SSÇ	Süper sülfat çimentosu
EYÇ	Erken dayanımı yüksek çimento
CO_2	Karbon dioksit
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Dolomit
MgCO_3	Magnezyum oksit
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kaolinit
$\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$	Dikit
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Hollosit
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + n \text{H}_2\text{O}$	Montmorillonit
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Beidelit
$(\text{Al,Fe})_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Nontronit
$2\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Saponit (hektorit)
$2\text{ZnO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Sautonit
$(\text{Mg,Al})_2(\text{OH})(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	Atapulgit
$\text{XAl}_2\text{O}_3 \cdot \text{YSiO}_2 \cdot \text{ZH}_2\text{O}$	Allofonit
Fe_2O_3	Demir oksit

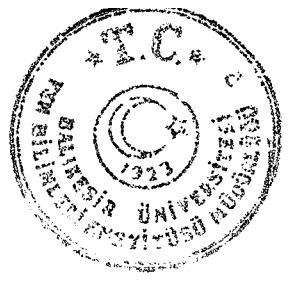


MgO	Magnezyum oksit
SO ₃	Kükürt trioksit
Na ₂ O	Sodyum oksit
K ₂ O	Potasyum oksit
D.T.A	X-Işınları difraksiyonu ile diferansiyel termik analiz
CaSO ₄	Kalsiyum sülfat (Anhidrit)
CaSO ₄ .2H ₂ O	Jips
FeS	Pirit
CaSO ₄ .1/2 H	Alçı (Yanmış Jips)
MgCl	Magnezyum klorür
NaCl	Sodyum klorür
KCl	Potasyum klorür
CSH	Silikat hidrat
NPÇ	Normal portland çimentosu
ÇDPC	Çabuk donan portland çimentosu
SMPÇ	Sülfata mukavim portland çimentosu
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
3CaO.SiO ₂	Trikalsiyum silikat
C ₃ S	Alite
C ₂ S	Belit
2CaO.SiO ₂	Dikalsiyum silikat
3CaO.Al ₂ O ₃	Trikalsiyum alüminat (C ₃ A)
4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	Kalsiyum alüminoferrit
C ₂ F	Dikalsiyum alüminat
(LSF) KDF	Kireç doygunluk faktörü
(KS) KBF	Kireç bağlama faktörü
BS	Spesifikasyon limiti
L.O.İ	Kızdırma kaybı
Ç.K	Çözünmez kalıntı
K.K	Kızdırma kaybı
S/R	Silikat modülü



A/F	Alümin modülü
K.S	Kireç standardı
Mn ₂ O ₃	Manganez
TiO ₂	Titanyum
P ₂ O ₅	Fosfor
MnO	Mangan oksit
KBT	Kişi başına tüketim





ÖNSÖZ

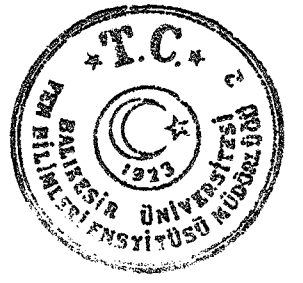
Bu çalışma ile Türkiye'deki Çimento Sanayii'nin durumunu, gelişmesini, üretilen çimento çeşitleri ve çimento fabrikalarının üretim kapasitelerini ve çeşitlerini, hammadde olanaklarını inceledim.

Bu çalışmayı bana sağlayan ve yardımcı olan hocam Prof. Sacit OĞUZ'a, yol gösteren Prof. Dr. Hayri ERDİNÇ'e ve çalışırken benimle birlikte oturan ve her konuda bana destek olan canım anneme teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın konu ile ilgilenenlere yararlı ve yardımcı olması dileğimle.

Balıkesir 1996

Sibel ÖZGÜR



1. GİRİŞ

Çimento endüstrisi, toprağın doğal kaynaklarından büyük ölçüde yararlanan bir endüstri dalıdır. Bu nedenle, bu endüstri için jeoloji, yer yüzeyinin bilimsel olarak incelenmesi konusunda, diğer bilimsel ve teknik dallardan daha çok önem taşımaktadır; hammadde olmaksızın, ya da isteğe uygun hammadde bulunmaksızın bir çimento fabrikası ne kadar modern biçimde kurulmuş olursa olsun, boşa giden bir yatırım olacaktır. Çimento endüstrisi, oranları çok dikkatle ayarlanmış hammaddelerle kimyasal madde karışımından, bunların bünyesini belli bir ölçüde değiştiren işlemlerle üretim yapmayı amaçlar. Çimentonun kalitesini tayin eden ana faktör hammaddelerdir. Hammadde özelliklerindeki değişiklikler çimento kalitesinde de değişmelere yol açmaktadır. Ayrıca ürün kalitesinin tüm üretim sırasında tutarlı olması, bu süre içinde hammadde kalitesinde de değişmelere neden olmaktadır.

Çimento, tekno-ekonomik karakteristiklerinden dolayı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, hükümetler tarafından özel önem verilen bir hammadde konumundadır. Esas itibarıyla sermaye yoğunluğu olan bir sanayi kolu olmasına rağmen, çimentonun yan kullanım alanlarının, yeni iş alanları yaratılmasındaki büyük etkisi nedeniyle Türkiye'deki kalkınma planları dönemlerinde, bu sektörün gelişmesine, hükümetler büyük destekler vermişlerdir.

Ülkemizdeki çimento sanayii, diğer çağdaş endüstri alanlarına oranla oldukça gelişmiş bir yapıda olup gerek uygulanan teknoloji, gerekse yetişmiş deneyimli eleman ile teknik bilgi birikimi açısından pek çok ülkeden ileri olup kalkınmış ülkeler düzeyindedir. Planlı kalkınmanın benimsenerek uygulandığı ülkemizde maksimum seviyede planlama gerekmektedir. 1900 yılından bu yana ülkemiz çimento hammadde kaynaklarının araştırılması açısından direkt olarak veya jeolojik olarak pek çok çalışma yapılmıştır. Türkiye'de 1911 yılında kurulan ilk çimento fabrikasının ardından, çeşitli bölgelerde çimento fabrikaları kurma girişimleri hızla devam etmiş, özellikle 2. Dünya Savaşı'nın ardından, tüm dünyayı saran yatırım yapma ve gelişme amacının doğal bir sonucu olarak, Türkiye'de de yatırım yapmak zorunlu hale gelmiştir.



2. ÇİMENTONUN TARİHÇESİ VE GELİŞMESİ

Çimento yapımına elverişli maddelerin ve çimentonun geçmişi ile betonun öyküsü antik çağlara kadar dayanır. Oysa portland çimentosundan oluşan beton bilindiği gibi ancak bir buçuk yüzyıla kadar geçmişe sahiptir

Saptanabilen eski çimentoların hammaddelerinin normal kireç (hava kireci) ve hidrolik kireç (su etkisi altında sertleşen kireç) olduğu görülür. Normal kireç su etkisi altında sertleşmez, bağıl olarak saf kireçtaşının çabuk elde edilen kireç kumla karıştırıldığında su ile söndürüldüğü zaman bir kireç harcı ortaya çıkar. Bu harç kirecin atmosferden gelen CO₂ gazını veya karbonik asit gazını absorbe etmesiyle sertleşir. Bu suretle kireç karışımı, kireçtaşının orjinal haline döner. Hidrolik kireç, killi kireçtaşının kalsinasyonu ile yapılır ve silikat, alüminyum, demir oksit içeren bileşiklerden meydana gelerek sertleşme ile saf olmayan kireçtaşı'na dönüşebilmektedir. Yani bileşenler su altında kalabilme ve sertleşme özellikleri ile ortaya çıkmaktadır. Antik çağlarda çimento bu özelliklerden yararlanarak kullanılmıştır.

Eski Mısırlılar kalsine olmuş saf olmayan jipsten oluşan bir çimentoyu M.Ö. 2000 yıllarında kullanmışlardır. Aynı dönemlerde Anadolu'da ki Hitit kentlerinde magneziyen kireç ile karıştırılmış puzzolanik aktif doğal malzemelerin harç yapımında kullanıldığı Çorum (Hattuşaş ve Boğazkale), Tokat ve Malatya illerindeki antik kentlerde görülür. M.Ö. 300-400 yıllarında Güneydoğu Anadolu'da Asurlulardan kalma tarihi kalıntılarda normal kireç ile bozaltik puzzolanik maddelerin kullanıldığı görülür. Kapadokya Bölgesinde ise magnezyumlu kireç (dolomitik kireç) asit volkanik (SiO₂'ce zengin) volkanik kül, tuf, ignimbirit ve pomzaların puzzolanik aktivitesinden yararlanarak duvar, yerleşme yeri bölmeleri v.s. yapılmıştır. Bütün bunlar Anadolu'da Roma ve Yunanlılardan çok daha önce çimentonun kullanıldığını gösterir. Gerçekten Batı Anadolu'da ki eski uygarlıklarda örneğin Teos (İzmir), Efes (İzmir), Afrodisias (Aydın), Knidas (Muğla) antik kentlerinde çimento ve harcın ilk zamanlarda kullanılmadığı, daha sonraları Eski Anadolu uygarlıkları ile geniş temas kurulduktan sonra kullanıldığı görülmektedir. Yunanlılar ve Romalılar doğu



uygarlıklarından öğrendikleri gibi kalsine edilmiş kireçtaşını daha sonraları puzzolan adı verilen volkanik külün kireçle öğütülmesiyle oluşan puzzolanik çimentoları yapmışlardır. Puzzolan İtalya'da Vezüv dağı yakınlarında, Pozzuoli'de ve Napoli körfezinde bulunmuştur. Puzzolanik Çimento Vezüv yanardağından sağlanan volkanik kül ve kireçten oluşmakta idi. Bu çimentonun Avrupa'da ilk defa Anadolu uygarlıkları ile temasta olan İtalya'da kullanıldığı bilinir. Julius Sezar'ın imparatorluk devrinde (M.Ö. 12-14) Caligula Wharf'ın inşaatında puzzolanik çimento kullanılmıştır. Bu inşaat Pozzuoli limanında, su içinde, su seviyesinden 4.5, 5 m derinlikte yaklaşık 2000 yıldan bu yana durmaktadır.

Yunanlılar, Santorin adasından çıkan, Santorin tüfü diye bilinen benzer bir materyeli kullanmışlardır. Puzzolanik çimentolar, sık sık pozulanik materyalin agregat şeklinde kirece eklenmesiyle oluşuyordu. Bu çimentolarla oluşan yapıların hala ayakta kalmış olması, puzzolanik çimentoların üstünlüğünün bir kanıtı olmaktadır. Daha sonraki devirlerde, eski çağların çalışmalarına geri dönüşlerle, çimento hammaddeleri hakkındaki bilgilerle ilgili olarak genel bir sapma olmuştur. Buna uygun olarak puzzolan unutulmuş, kireç hava ve işçilik kalitesi düşmüştür. Buna rağmen 15. ve 16. asırlarda puzzolanların kullanılmasına doğru dereceli bir gelişme ve eğilme vardır. Anadolu'da ise; Selçuklular (11.asırdan) bu yana (yakın zamanımıza 19.asra kadar) yapılan köprü, han, hamam, cami, medrese, v.s. gibi inşaatlarda doğal puzzolanlar veya yapay puzzolanlar (Horasan) bilhassa su ve tuzlu su etkisinde bulunan yapıtlarda kireç ile kullanılmıştır.

1876 yılında parlamento tarafından, İngiltere'de Cornwall sahiline yakın olan Eddystone deniz fenerinin tekrar inşasına bir İngiliz mühendisi olan John Smeaton görevlendirildi. Bu deniz fenerinin bir çok fırtınaya maruz kalması nedeniyle oldukça sağlam olması gerekiyordu. John Smeaton bir miktar kireç ve puzzolanik malzeme ile deneysel çalışmalara başladı. Bu her iki maddeyi tuzlu su içinde tecrübe etti. Smeaton'un en önemli buluşu, yumuşak saf olmayan kireçtaşı ve killi materyallerden oluşan iyi kaliteli hidrolik çimento idi. Bu çimento türü, Eddystone deniz fenerinin sağlamlaştırılmasında kullanıldı.



Smeaton'dan 40 yıl sonra İngiltere'de Joseph Parker, kaliteli hidrolik çimento elde etmede kullanılacak nodülleri veya "Septaria" yı keşfetti. Bu çimentonun rengi, Eski Roma çimentosuna benziyordu.

1802 yılı Fransa'da çimento sanayiinin başlangıcı olarak bilinir. Septeria'yı oluşturan kireçtaşı nodüllerinden çimento yapıldı. 1810 yılında, İngiltere Sontwick'te Edgar Dobbs, kireçtaşı ve kilden bir çimento imal etti. 1813 yılında Fransa'da Vicat adlı bir araştırmacı, buna paralel olarak 1882 yılında İngiltere'de, James Frost kireçtaşı ve kil dışındaki materyallerden çimento imal ettiler. Bu arada, La Chatelier, G.A. Rankin ve F.E. Wright gibi araştırmacıların katkıları da büyük olmuştur.

Daha sonraki ilerlemeler, doğal çimentoyu doğurdu. 1850 yılında David O. Saylor Pennsylvania'da Coplay yakınlarında, yakıldığı zaman çimentonun materyalini oluşturan çimento kayacını keşfetti. Aynı tarihte, Coplay'da, doğal çimentonun üretimi için bir fabrika kuruldu. Doğal çimentonun kompozisyonu, taş ocağından çıkan kayaların kompozisyonuna bağlıydı. Kayalar eski kireç ocaklarında yakıldığı gibi ocakta da yakılır ve daha sonra da son ürün elde edilirdi. Bu doğal çimento Birleşik Amerika ve diğer bazı ülkelerde yapılmaktadır. Doğal çimento, portland çimentosundan zayıf fakat hidrolik kireçten daha dayanıklıdır.

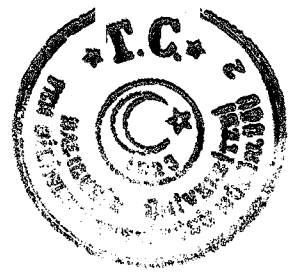
Çimento tipleri içinde bulunan en sonuncu ve en gelişmiş portland çimentosudur. Bir İngiliz inşaatçısı olan Joseph Aspdin'e portland çimentosunun bulucusu olarak bakılmaktadır. Bulunma tarihinden 68 yıl önce J. Smeaton tarafından, kararlılığı ve katı halini oluşturması açısından en kaliteli portland çimentosu yapılabileceği ileri sürülmüştü. J. Aspdin'in belirttiği çimento tipinden, şimdiye kadar yapılanlardan daha yüksek kaliteli çimento ortaya çıkmaktadır. Fakat bu çimento bugünkü portland çimentoları ile kıyaslanabilir özellikte değildir. Portland çimentosunun imalatı ile ilgili çalışmalar İngiltere'de Swanscombe'de 1825 yılında başlamıştır. İlk portland çimentosu fabrikası ise, İngiltere dışında 1865 yılında Belçika ve Almanya'da kurulmuştur. Portland çimentosunun ilk gerçek imalatı ise, 1871 yılında Birleşik Amerika'da David O. Saylor tarafından yapılmıştır. David O. Saylor,



en iyi ürünü, yüksek bir sıcaklıkta, kayacı yakıp klinker şekline dönüştürmekle elde etmiştir.

Çimentonun gelişmesinde, Birleşik Amerika'da ilk çimento fabrikalarının rolünden de bahsetmek gerekir. Eagle Cement Co. diye bilinen bir şirket, Michigan'da Kalamazoo yakınlarında 1872 Yılında bir çimento fabrikası kurmuştur. Bu şirket 1882 yılında, çimentonun varilini 4 dolardan satmasına rağmen maliyetin yüksek olması nedeni ile, kapanmıştır. 1875 yılında Pennsylvania'da, Wapum'da, kireçtaşı ve kilden çimento yapan küçük bir fabrika çalışmaya başlamış, 1877 yılında ise İndiana'da Thomas Miller marn ve kilden oluşan hammadde ile çimento imal eden bir fabrikayı başlatmıştır. Birleşik Amerika'da, 1881 yılından önce, 6 çimento fabrikası üretime geçmiş olup bunlardan yalnız ikisi başarılı olmuştur. 1890 yıllarında ise Birleşik Amerika'da 17 fabrika, 1953 yılında 156 fabrika üretim yapmıştır. 1980 yılında ise, 160 milyon ton/yıl üretim kapasitesine ulaşmıştır.

Çimentonun gelişmesi ve ekonomik öneminin artması, portland çimentosu betonunun en önemli ve temel bir inşaat malzemesi olarak bilinmesinden sonra hızlanmış, Beton diye tanımlanan sihirli materyalin önemi çok iyi anlaşılmıştır. Bunun üzerine devam edebilecek nitelikte kolay ve ucuz kullanımlı malzeme, henüz bulunamamıştır.



3. TÜRKİYE'DE ÇİMENTO SANAYİNİN TARİHÇESİ

Türkiye'de ilk çimento fabrikası 20 000 Ton/Yıl kapasiteli olarak 1911 yılında İstanbul-Darıca'da kurulmuştur. Bu fabrika 1923 yılında genişletilerek 40 000 Ton/Yıl üretim kapasitesi ile uzun bir zaman çalışmıştır. Cumhuriyet'ten sonra ilk kurulan çimento fabrikası ise 15 000 Ton/Yıl kapasiteli Ankara Çimento Fabrikası olup 1926 yılında üretime geçmiş 1954 yılında 139 000 Ton/Yıl'a tevsi edilmiştir.

1950 yılında; Ankara, Zeytinburnu(İstanbul), Kartal(İstanbul) ve Sivas'ta ki 4 fabrika ile toplam çimento üretimi 395 000 Ton/Yıl'a ulaşarak kişi başına tüketim 25 kg dolaylarında olmuştur.

1953 yılında Türkiye Çimento Sanayii T.A.Ş. bir Kamu İktisadi Teşebbüsü olarak 50 Milyon T.L sermaye ile Türkiye'nin değişik bölgelerinde artan yöresel talebi yerinde ve minimum taşıma maliyetiyle karşılayacak şekilde çimento üretimine başlamak üzere kurulmuştur.

Kuruluşundan 1960 yılına kadar Çimento Sanayii T.A.Ş.; Adana, Afyon, Çorum, Pınarhisar(Kırklareli), Balıkesir ve Elazığ'da yeni fabrikalar kurmuş ve aynı zamanda bazı fabrikaları da genişletmiştir. Bu arada özel sektör de İzmir (Çimentaş) ve Eskişehir fabrikalarını kurmuş ve bu suretle 1960 yılında toplam üretim kapasitesi 2 milyon tona ulaşmıştır. Daha sonra Gaziantep, Söke (Aydın) ve Bartın (Zonguldak) fabrikalarının eklenmesiyle Birinci Beş Yıllık Plan Döneminin başında (1963 yılında) toplam kapasite 2.6 milyon tona ulaşmış, kişi başına çimento tüketimi de 90 kg'a yükselmiştir. 1967 yılının sonunda toplam üretim kapasitesi 4.8 milyon ton ve kişi başına tüketim 135 kg'a ulaşmıştır. Aynı yıl 211 000 ton da çimento ithal edilmiştir.

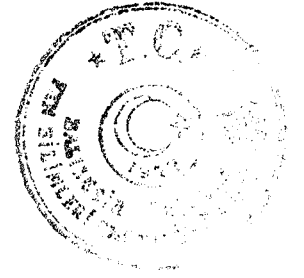
1956 yılında Türkiye Çimento Sanayii T.A.Ş.'nin sermayesi 50 milyon TL'den 100 milyon TL'ye daha sonra da İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Döneminde 600 milyon TL'ye yükseltilmiştir. Çimento üretimi ise İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Döneminde ortalama % 15 hızla büyümüş ve bu suretle 1972 yılı sonunda toplam kapasite 10 milyon tona ulaşmıştır.



1976 yılı sonu itibari ile yeni fabrikaların kurulması ile bazı ünitelerin tevsi suretiyle kurulu kapasite 15 730 000 tona ulaşmış olup bunun % 68'i özel sektöre aittir. 1975 yılında kişi başına düşen çimento tüketimi 248 kg'ye ulaşmıştır. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı sonunda ise (1982 yılı) çimento üretim kapasitesi 18.7 milyon tondur.

Türkiye'deki çimento sektöründe bu hızlı ve sürekli gelişme ile 1970 yılına kadar çimento ithal eden durumda iken bu yıldan itibaren çimento ihraç eden ülkeler arasında yer almıştır.





4. ÇİMENTO'NUN TANIMI

Çimeto; başlıca silisyum, kalsiyum, alüminyum ve demir oksitleri içeren hammaddelerin sinterleşme derecelerine kadar pişirilmesiyle elde edilen yarı mamul madde klinkerin, tek veya daha fazla katkı maddesi katılarak öğütülmesiyle üretilen hidrolik bağlayıcı maddelere denir. Genel anlamda ise, havada ve suda sertleşen bağlayıcı özellikte maddelerdir. Sertleştikten sonra suya karşı dayanıklı olup esas kısmı silisyum, kalsiyum, alüminyum ve demir oksitlerin bileşiklerinden meydana gelerek dayanım ve hacim sabitliği bakımından belirtilmiş normlara uygun değerlerdedir. Çimento kelimesi, Latince'deki "coementum" kelimesinden Avrupa dillerine "cement, ciment, zement" şeklinde geçmiş olup Türkçe'ye ise İtalyanca'daki "cemento" kelimesinden geldiği tahmin edilir. Bütün bu kelimeler Avrupa dillerinde çimentoyu ifade etmek için kullanıldığı gibi daha genel olarak bağlayıcı anlamında da kullanılır. Bazı dil uzmanları Latince'deki coementum (kementum) kelimesinin Türkçe'de kullanılan kement veya kemend kelimesinden ve Farsça kökeninden geldiğini gerek anlam ve gerekse okunuş bakımından olan benzerliklerini bulunması açısından da kabul etmektedirler.

Çeşitli agregaları birbirine bağlayarak belirli bir süre sonunda basit bir kütle oluşturan malzemelere bağlayıcı maddeler denir. Bağlayıcılar biçimlendirilmesini sağlayan süre içinde kimyasal reaksiyon sonunda yeni bir bileşim meydana gelerek çözücü maddenin ortamdan ayrılması veya sıcaklık değişimi ile faz değiştirilmesi sonunda bir kütle oluşur. Su ile karıştırıldıklarında havada veya su altında sertleşebilen (kütle oluşturan) ve sertleştikten sonra suda çözünmeyen bağlayıcı maddelere hidrolik bağlayıcılar denir. Çimento, kireç ve alçı birer hidrolik bağlayıcıdır. % 65-85 CaCO₃(kireçtaşı) içeren killi kireçtaşlarının sinterleşme derecesinin altında pişirilerek söndürülüp ince öğütülmesi ile elde edilen hidrolik kireçler(su kireçleri) alçı ve kirece göre daha çok hidrolik bağlayıcı özelliktedir. Eskiden su ile temasta olmayan yerlerde harç; genellikle kum, su ve kireç karıştırılarak, su teması olan yerlerde ise kireç harcı dayanıklı olmadığından kireç harcına doğal puzzolanlar (puzzolanik topraklar, santorin toprağı, thera toprağı, tras, v.s.), yapay puzzolanlar (Pişmiş kil, pişmiş diyatome toprağı, v.s.) gibi hidrolik aktiviteli maddeler katılarak veya doğrudan



doğruya hidrolik kireç kullanılarak yapılırdı. Doğal ve yapay puzzolanların kullanılması ile yapılan kireç harçlarına Anadolu'da Horasan harcı veya yalnızca Horasan denilmekte olup çok eski zamanlardan beri kullanıldığı tarihi eserlerde görülmektedir. Son yıllarda ise, hidrolik bağlayıcılar çok gelişerek çeşitleri artmıştır. Bu esnada bazıları doğan yeni koşullarda unutulmuş ve hemen hemen ortadan kaybolmalarına doğal çimentolar örnek teşkil eder. Çimentolar, yapımlarında kullanılan hammaddelerin bileşim, niteliklerine uygulanan teknoloji ile pişme durumları, katkı maddelerine göre kendilerine has özellikler gösteren pek çok çeşitleri vardır. Bunların büyük bir kısmı özel ve belirli amaçlar için kullanılırlar, portland çimentosuna göre önemsiz sayılabilecek derecede ve çok az üretimleri yapılmaktadır.

İlk çimentolar doğada bulunan çimento bileşimine yakın killi kireçtaşlarının sinterleşme derecelerine kadar sıcakta pişirilirdi (Roma Çimentosu gibi). Daha sonraları kalsinasyon sıcaklığının daha yukarıya ve sinterleşme sıcaklığına yani erime başlangıcına kadar pişirmekle en yüksek dayanımların elde edildiği anlaşıldı. Kireçtaşının kireç için kalsinasyonunda, sıcaklığın lüzumundan fazla yükseltilmesi ile bazı kısımların yumuşayıp kısmi eriyerek salkım (grappe) şeklinde kürecikler meydana getirmesi ve bu küreciklerin ayrılıp öğütülmesiyle Grappier çimentosu yapıldı. Grappier çimentosu su kireci ile çimentolar arasında geçişi oluşturmaktadır. Romen çimentosu da bu gibi olup, yalnız silis (SiO_2)' i yüksek marnların pişirilmesi ile elde edilir.

Killi kireçtaşları'nın sinterleşme sıcaklığına kadar pişirilmesi esnasında önce kildeki kristal suyu uçar ve kireçtaşı'ndan $900-1100\text{ }^\circ\text{C}$ arasında karbondioksit ayrılarak kalsiyumoksit (CaO) e dönüşür. Kalsiyumoksit kuvvetli bir bazik oksit olduğundan sıcaklık yükseldikçe karışımda bulunan diğer maddelerle (Kilin bileşiminde bulunan SiO_2 ve Al_2O_3) doğrudan doğruya reaksiyona girecek silikatlar ve alüminatlar oluşur, bu esnada ürün sarımsı renk alır ve zayıf hidrolik özellik gösterir, buna Macar (Hongrois) çimentosu da denir. Sıcaklık $1200\text{ }^\circ\text{C}$ üzerine çıktığında daha çok hidrolik özellik kazanır, buna da Romen çimentosu denir. $1350\text{ }^\circ\text{C}$ civarında sinterleşme başlangıcı olup $1400-1800\text{ }^\circ\text{C}$ 'de kuvvetle sinterleşerek karışımda bulunan kalsiyumoksit ve alüminatlar, demiroksitler ile birleşerek kalsiyumalüminoferrit oluşur

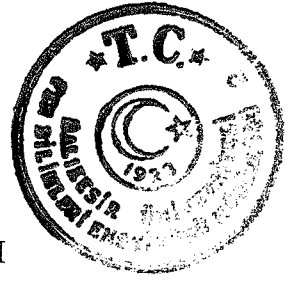


Bu kademedeki karışım yeşilimsi siyah veya yeşilimsi gri bir renk olarak klinker (çimento taşı) meydana gelir. Klinker soğutulduktan sonra katkı maddeleri (gerekliğinde alçıtaşı ve tras) katılarak belirli tane boyutuna (10 mikron'a kadar) öğütülerek çimento elde edilir [1].

Çimento, Uluslararası Standart Sanayii Tasnifinde (ISIC), 369 ana grup ve 3692 kod numarası ile sanayide kullanılan esas kimyasal maddeler grubunda yer almaktadır.

Türkiye'de standardı bulunan çimento tipleri ve bunların türk standartları numarası aşağıda verilmiştir.

1. Portland Çimentolar, PÇ 32.5-PÇ 42.5-PÇ52.5 (TS 19)
2. Katkılı Çimento, KÇ 32.5 (TS 10156)
3. Yüksek Fırın Cürüflü Çimentolar, CÇ 32.5-CÇ 42.5 (TS 20)
4. Traslı Çimento, TÇ 32.5 (TS 26)
5. Beyaz Portland Çimentosu, BPÇ 32.5-BPÇ 42.5 (TS 21)
6. Harç Çimentosu, HÇ 16 (TS 22)
7. Uçucu Küllü Çimento, UKÇ 32.5 (TS 640)
8. Sülfatlara Dayanıklı Çimento, SDÇ 32.5 (TS 10157)
9. Süper Sülfat Çimentosu, SSÇ 32.5 (TS 809)
10. Erken Dayanımı Yüksek Çimento, EYÇ 52.5 (TS 3646)
(Beton Travers Çimentosu) [2]



5. ÇİMENTO SANAYİNDE KULLANILAN BAŞLICA HAMMADDELER VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMLARI

Çimento yapımında hem tabii mineraller, hem de endüstriyel ürünler kullanılabilir. Kireç, silis, alüminyum oksit ve demir oksidi içeren mineraller çimento yapımında hammadde olarak kullanılır.

Kireç yönünden zengin olan minerallere kireç komponenti, kireç bakımından fakir olan fakat genelde fazla silis, alüminyum oksit ve demir oksit içeren minerallere de kil komponenti denir.

Çimento üretiminde bu iki ana komponentin hesaplanmış karışımı seçilir [3].

5.1.Kireçtaşı (Kalker)

Kalsiyumkarbonat (CaCO_3) doğada geniş ölçüde yaygındır. Portland çimentosu yapımı için tüm jeolojik biçimlerdeki CaCO_3 uygundur [3].

Kireçtaşı; kimyasal bileşiminde % 90'a kadar kalsiyumkarbonat bulunan kayalara denir. Türk Dil Kurumu "kalker" terimi yerine "Kireçtaşı" teriminin kullanılmasını kabul etmiş olup, kireçtaşı terimi, yalnız kireç yapmaya uygun kayaç anlamı taşımaya rağmen % 90'a kadar kalsiyum karbonat, minerolojik bileşiminde % 90'a kadar kalsit içeren kayaçlar için de yerbilimcileri tarafından kullanılmaktadır.

Kireçtaşı'nın minerolojik incelenmesinde saf halde, kalsit ve çok az da aragonit kristallerden oluştuğu görülür. Kalsit ve aragonit, kalsiyum karbonatın iki değişik kristal şekli olup kimyasal bileşimleri teorik olarak % 56 CaO ve % 44 CO_2 dir. Fakat hiçbir zaman doğada teorik bileşiminde hesaplandığı gibi bulunmaz. Bugüne kadar kalsit olarak bulunan kireçtaşı (kalsiyumkarbonat)'in saf hali Islanda spatı olup kimyasal bileşimi % 55.28 CaO ve % 43.73 CO_2 olarak analizler ile saptanmıştır.



Kireçtaşı, asit ile muamele edildiğinde köpürerek erir ve CO₂ açığa çıkar. Bu yol en kolay ve basit olarak diğer kayalardan ayırt edilmesi ve tanınmasına yarar. Kireçtaşı tamamı ile (çoğu kez) kalsit kristal ve kristalciklerinin art arda ve yan yana dizilip sıralanmasından oluşmuştur. Bu açıdan kalsit kristallerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini aynen korumaktadır. Kalsit kristalleri heksagonal sistemin romboedri sınıfından olup daima bir zon'daki yüzey üzerine dayanak yaparak büyümesi ile yüzey sayıları çoğalarak değişik geometrik şekil alırlar. Kireçtaşı, gevrek yapılı ve kırılğan, sertliği Mohrs ıskalasına göre 3, özgül ağırlığı 2.5-2.7 g/cm³ olup genellikle ve çok defa saf olduğu zaman beyaz renktedir. İçerisinde tali derecede değişik madde ve bileşiklerin bulunması ve kirlenmesi ile değişik renk veren pigmentlerin etkisinde çeşitli renklerde olabilir. Örneğin; demir bileşikleri ile sarı-kahve rengi, siyah ve yeşil, bitüm ile siyah v.s. renkler alabilir. Kireçtaşı, kalsiyum karbonat kimyasal bileşiminde olan ikinci bir kristal şekli olan aragonit kristallerinin yan yana ve üst üste dizilmesi sureti ile meydana gelebilir. Bu durumda; rombik kristal şeklinde olup kristaller dik eksen doğrultusunda uzayarak prizmatik şekil alırlar, gevrek yapılı, sertliği bu durumda 3.5-4, özgül ağırlığı 2.85-2.95 g/cm³ olur. Aragonit halinde, kalsite göre çok daha az bulunur. Değişik renklerde (beyaz, kırmızımsı sarı, mavi ve kahverengi) olabildiği gibi 400 °C'ye kadar ısıtıldığı zaman aragonit kristal ve kristalcikleri kalsite dönüşür. Aragonit kristallerinden oluşan kireçtaşları, genellikle 40-60 °C arasındaki sıcaklıklarda bulunan kalsiyum bikarbonatlı suların yeryüzüne çıktığı yerlerde traverten ile çökerek birbirine paralel veya paralele yakın bantlar veya dolgu şeklindeki durumlarda görülür.

Kireçtaşı doğada kalsit ve aragonit kristallerinden oluşmuş bir kayaç olarak saf olarak bulunduğu gibi çift karbonat CaMg(CO₃)₂ (dolomit) olarak da bulunur. Çift karbonat olduğu zaman kristal şekli değişik olduğu için kayaç adı da değişerek dolomit denir.

Kireçtaşları denizel veya tatlı su kökenli olup başlıca biyokimyasal olarak oluşur ve kimyasal, organik veya mekanik yollarla çökellerler. Deniz veya tatlı su (göl) ortamında yaşayan organizmalar suda bulunan kalsiyum iyonunu veya bazıları



kalsiyumbikarbonat'ı vücutlarına alarak kalsiyumkarbonat haline dönüştürüp, Kaskı ve iskeletlerinde biriktirirler. Yeryüzünde gördüğümüz kireçtaşı mostralarının, hemen hemen tamamı, bu şekilde organizmaların oluşturduğu kalsiyumkarbonat (Kireçtaşı) birikintileridir. Bu birikintilerin çoğu kendine özgü ılık, genellikle sığ ve berrak su ortamında oluşur. Karbonat üretiminin en verimli olduğu yerler tatlı su beslenmesinin az olduğu ve tektonik olarak duyarlı alanların oluşturduğu sığ şelf alanlarıdır.

Kireçtaşı çeşitleri, yapı, doku, oluşum v.b. durumlarına göre çok çeşitli olup muhtelif sınıflamalar yapılmıştır. Ülkemizde genellikle kullanılan sınıflama aşağıda verilmiştir:

I. Kireçtaşı'nın içerdikleri organizmalara göre çeşitleri:

a) Foramineferlerin meydana getirdiği kireçtaşları:

Tebeşir ve kokkolitler (1 mikron/tane büyüklüğündedir.)

b) Planktonik foramineferalı :

Globijirenalı kireçtaşları

Kalsiyonellalı kireçtaşları

c) Bentonik foreminiferalı kireçtaşları:

Alveolinalı kireçtaşları

Numulitesli kireçtaşları

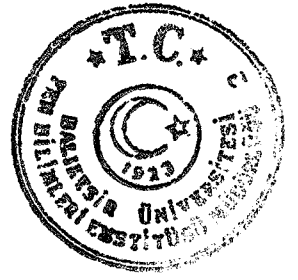
II) Dokularına göre kireçtaşı çeşitleri:

a) Tane tiplerine göre

Detritik kireçtaşları

Organizma artığı içeren kireçtaşları

Pelitik (Oval taneli) kireçtaşları



Konkresyonlu kireçtaşları

- b) Mikritlerine göre
- c) Çimentolarına göre

Demir çimentolu kireçtaşları

Silis çimentolu kireçtaşları

Karbonat çimentolu kireçtaşları

- d) Porozitelerine göre

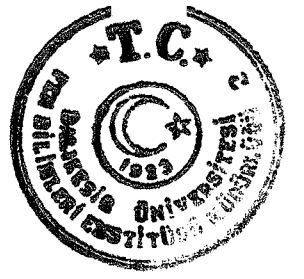
Delikli (Poröz) kireçtaşları

III) Yapılarına göre kireçtaşı çeşitleri:

- a) Kristalli kireçtaşları (Tane büyüklüğü 0.1 mm'den fazladır.)
- b) Mikro kristalli kireçtaşları (Tane boyutu 0-0.1 mm arası)
- c) Kriptokristalli kireçtaşları (400-600 defa mikroskopta büyütüldüğünde hudut göstermeyen çift kırma tanelidir)
- d) Yoğun kireçtaşları (400-600 defa mikroskopta büyütüldüğünde çift kırma göstermez. Basınç arttıkça yoğun kireçtaşları kristalli kireçtaşlarına doğru yeniden kristallenir.)

IV) Karışık kireçtaşları:

- a) Greli (Kumlu) kireçtaşları
- b) Killi kireçtaşları (% 5-35 kil)
- c) Silisli kireçtaşları (% 20-30 SiO₂)
- d) Demirli kireçtaşları
- e) Sapropelli kireçtaşları (Mat siyah renkli organik artıktır.)



f) Bitümlü kireçtaşları (Petrol yataklarında bulunur)

g) Oolitik kireçtaşları

Son senelerde Amerika ve bir çok Batı Avrupa ülkesinde kullanılan kireçtaşı'nın dokularına göre tane boyları ve adlandırılmaları çizelge 5.1'de verilmiştir [1].

Çizelge 5.1 Kireçtaşları'nın Tane Büyüklüğü Skalası ve Adlandırılması.

Tane Boyu (mm)	Taşınmış Bileşenler	Otojenik Bileşenler	Tane Boyu (mm)
64	Çok kaba taneli kalsidurit		
16	Kaba taneli kalsidurit	Fazlasıyla kaba kristalin	
4	Orta taneli kalsidurit		4
1	İnce taneli kalsidurit	Çok kaba taneli kristalin	1
0.5	Kaba taneli kalkerenit	Kaba taneli kristalin	
0.25	Orta taneli kalkerenit		0.25
0.125	İnce taneli kalkerenit	Orta taneli kristalin	
0.062	Çok ince taneli kalkerenit		0.062
0.031	Kaba taneli kalsilutit	İnce taneli kristalin	
0.016	Orta taneli kalsilutit		0.016
0.008	İnce taneli kalsilutit	Çok ince taneli kristalin	
0.004	Çok ince taneli kalsilutit		0.004
0.002		Afinokristalin	
0.001			0.001



5.1.1. Kireçtaşının Nitelikleri

Kireçtaşları hangi yolla oluşurlarsa oluşsunlar doğada buldukları durumları ile bileşimlerinde kalsiyumkarbonatın yanı sıra; magnezyumkarbonat, kil mineralleri, demir silikat-oksit ve sülfürleri, silikat asidi (SiO_2) gibi bileşikler içerirler. Bu bileşiklerin bir kısmı kireçtaşı oluşumu esnasında ve oluşum ortamının koşullarına bağlı olarak gelebildiği gibi diyanejez esnasında ve etkenleri ile de gelebilir. Bu durumda kökene bağlı olarak içerdikleri primer imprutetleri (safsızlıkları) oluştururlar. Kireçtaşı oluşumunun tamamlanmasından sonra gelen safsızlıklar ise daha çok orojenik-epirojenik hareketler metamorfizma, tektonizma, metasomatik ve atmosferik olaylar ile oluşan sekonder safsızlıklar olmaktadır.

Bütün bu safsızlıklar ile gerek minerolojik ve gerekse kimyasal bileşim açısından görülen değişiklikler yanında yapı ve dokularına ilişkin kireçtaşları'nın gösterdikleri ayrıcalıklar niteliklerini oluşturur. İçerdikleri maddelere göre oluşan kireçtaşlarının nitelikleri esas alınıp pek çok sınıflamalar yapılarak verilen adlandırmalarla çeşitlere ayrılmıştır. Kireçtaşlarının en çok içerdikleri ve teknolojik özelliklerini çimento sanayiinde yansıtan kil, kalsiyum ve magnezyum karbonat % miktarlarına göre yapılan ayırım ve sınıflama olarak bir çok ülke ve ülkemizde de kullanılan bir adlandırma olarak aşağıda çizelge 5.2'de verilmiştir.



Çizelge 5.2 Ülkemizde Kullanılan Kireçtaşı Adlandırılması

TOPLAM	Kil Miktarı (%)	MgCO ₃ Miktarı (%)	
		5-30	30'dan fazla
% CaCO ₃	0-5	5-30	30'dan fazla
90-100	Kireçtaşı	Dolomitik Kireçtaşı	Dolomit
85-90	Marnlı Kireçtaşı	Dolomitik Marn	Marnlı Dolomit
70-85	Kireçtaşlı Marn	Dolomitik Kireçtaşlı Marn	Dolomitik Marn
50-70	Marn	Dolomitli Marn	Dolomitli Marn
30-50	Killi Marn	Dolomitik Killi Marn	Dolomitik Killi Marn
10-30	Marnlı Kil	Dolomitik Marn	Dolomitik Marnlı Kil
0-10	Kil	Kil	Kil

Kireçtaşlarının içerdikleri CaCO₃ ve CaO % miktarları safliklarını göstermektedir. Buna göre kireçtaşları çizelge 5.3 deki gibi ayrılırlar.

Çizelge 5.3 Kalsiyum Karbonat İçeriğine Göre Kireçtaşlarının Sınıflandırılması.

	% CaCO ₃	% CaO
Çok fazla saf kireçtaşları	98.52'den çok	55.2'den çok
Çok saf kireçtaşları	97.0-98.5	54.3-55.2
Orta saf kireçtaşları	93.5-97.0	52.4-54.3
Az saf kireçtaşları	85.0-93.0	47.6-54.2
Saf olmayan kireçtaşları	85'den az	47.6'dan az



Çizelge 5.3'te görüldüğü gibi, kayacın tüm kimyasal bileşimindeki CaCO_3 oranı % 90'dan fazla olduğundan kalker (=kireçtaşı) olarak adlandırılır ve % 98.5'ten fazla CaCO_3 olduğunda çok fazla saf kireçtaşı sınıfına girer. Çok fazla saf kireçtaşları'nın genel olarak fiziksel özelliği aşağıda verilmiştir.

Basınç dayanımı: 100-1900 kg/cm^2

Kırılma dayanımı: 40-200 kg/cm^2

Çekme dayanımı: 20-60 kg/cm^2

Elastisite modülü: E: 1900-3000 kg/mm^2

E=2600-3000 kg/mm^2 (Kristalli kireçtaşlarında)

Young modülü: $2.5-8 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$

Poisson katsayısı: 0.07-0.35

Genleşme katsayısı: 0.00001-0.0000351 $^{\circ}\text{C}$ (100-150 $^{\circ}\text{C}$ için)

Isı kapasitesi: 1.00 J/g (50 $^{\circ}\text{C}$)

Özgül ısısı: 113.65-119.65 kcal/kg $^{\circ}\text{C}$ (40 $^{\circ}\text{C}$)

Reaksiyon ısısı: 422 kcal/g Mol. (25 $^{\circ}\text{C}$)

Elektrik iletkenliği: 10^{-5} ohm/cm [1]

5.1.2 Türkiye'nin Kireçtaşı Olanakları ve Durumları

Türkiye kireçtaşı oluşumları bakımından çok zengin bir ülkedir. Bu durumun varlığı Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar oluşan süreç içerisinde ki jeolojik yapıdan ileri gelmektedir. Paleozoyik eski jeolojik temel olarak incelenen Istranca, Menderes, Orta Anadolu (Kırşehir), Ilgaz ve Bitlis masiflerinin litolojik yapısında



kristalin kireçtaşları ve çevresinde de paleozoyik kireçtaşı serileri bulunmaktadır. Ayrıca gerek kristalin eski masifler arasında ve gerekse Toros ve Güney Anadolu dağ silsilelerinde mezozoyik'e ait kireçtaşı, kireçtaşlı kayaç serileri binlerce km² alanda yüzlerce m kalınlıkta bulunur. Bu oluşumların içinde de kaliteli kireçtaşı ve kireçtaşlı kayaçlar (marnlı kireçtaşı, killi kireçtaşı, v.s.) geniş alanlarda yayılım göstermektedir. Kuvaterner'de ise önemli traverten ve kaliş formasyonları teşekkül etmiştir.

Kireçtaşı bakımından Türkiye'de çok zengin ve jeolojik potansiyelin bulunmasını mümkün kılan kaynaklar oluşmasına karşın, ağır endüstrinin hammaddesini oluşturmadığı ve her yerde kolaylıkla istenildiği kalite ve rezerv de bulunabileceği sanıldığı için ülke düzeyinde görünür (işletilebilir, faydalı) rezerv ve kaliteleri ile kaynak saptanması yapılmamıştır.

Türkiye jeolojik yapısının saptanması ve değişik amaçlı doğal kaynak araştırmalarından faydalanılarak kireçtaşı ve diğer karbonatlı kayaçların çok genel düzeyde potansiyeli hakkında bilgi verebilmek için yapılan derlemelerde Türkiye'deki karbonatlı kayaç rezervi; 2.3 milyar ton olarak saptanmış, 9.7 milyar ton rezerv tahmini yapılmış ve 39.4 milyar ton da potansiyel rezerv varlığı ileri sürülmüştür.

5.1.2.a Marmara Bölgesi Kireçtaşı Olanakları

Türkiye'nin kuzey batısında yer alan Marmara Bölgesi; Karadeniz'i Ege Denizine bağlayan İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı'nın kuzey ve güneyindeki alanı oluşturur. Jeolojik oluşum bakımından çok çeşitli kayaçların bulunduğu bu bölgenin kuzey kısmında (Marmara Denizi'nin kuzeyi) yer alan Trakya kesiminde genellikle sedimanter kayaçlar ve güney kesiminde ise volkanik orijinli kayaçlar ile birlikte sedimanter kayaçlar hakim durumdadır.

Trakya kesiminde yer alan Istranca yükseltisi ve bölge güney kesiminin batısında yer alan Kaz Dağı yükseltileri bilinen en eski masif olarak jeoloji literatürüne geçmiş en eski oluşumlardır. Eski oluşumların morfolojik yükselt kısımlarında ve yeni oluşumların ise daha çok alçaltı alanlarında yer alması Jeolojik inversiyonun varlığını



ortaya koyar. Eski oluşumlar jeolojik temeli teşkil eder. Bu açıdan bölge Paleozajik (I. zaman) ten Kuvaterner (IV. zaman)'e kadar hemen hemen bütün litastratigrojik birimler bulunur.

5.1.2.b)Ege Bölgesi Kireçtaşı Olanakları

Ege Bölgesi içersinde bulunan büyük alan jeolojik oluşumunun gelişmesi sürecinde çok farklı stratigrajik ve tektonik koşulların hüküm sürdüğü zonları içine almaktadır. Ege bölgesinin büyük bir kısmı "Menderes Kristalin Masifi" oluşturur. Bu Masif'te, bilinen (saptanmış olan) en eski kayaçların bulunduğu metamorfik kristalin şist, gnays ve kristalin kireçtaşı (mermer)' indan oluşan bir litolojik yapı hakimdir. Temel'in tabanındaki seriler; prekambriyen veya paleozoyik yaşlı kristalin metamorfik serileridir. Ancak metamorfik olmayan paleozoyik seriler de oldukça geniş alan kaplarlar. Altaki seriler genellikle kristalin kireçtaşları tarafından örtülür ise de bu kireçtaşlarının tabanında bazen permien ve bazen de üst kısımlarda Kretase kireçtaşları gelir. Bölgede şiddetli erozyon sonucu paleojen hemen hemen kalmamıştır. Genellikle gölsel olan Neojen geniş yayılım gösterir. Ege Bölgesinde Paleozoyik ve Alt Mezozoyik'ten üst Kretase'ye kadar olan formasyonların az çok sürekli seriler oldukları anlaşılır. Fakat tabandaki seriler ile üstteki kalker serileri arasında görülen ani geçişler paleozoyik ve öncesinde hüküm süren paleocoğrafik ve tektonik koşulların daha sonraki zamanlarda hüküm süren koşullardan farklı olduğunu, bir süreçten diğerine devamlılık olmadığını göstermektedir. Menderes kristalin Masifi en eski olan ve Paleozoyik (muhtemel Prekambriyen) serilerin bulunduğu bir kayaç birliğidir. Bunun etrafında Mezozoyik kalker serileri ve Mezozoyik ofiyolitli seri (ekseriya hornştayn ve radyolorit) bulunmaktadır. Bütün bu jeolojik gelişim Ege Bölgesinde çok kalın oldukça saf ve geniş kireçtaşı oluşumlarının meydana gelmesine yol açmıştır.

5.1.2.c İç Anadolu Bölgesi Kireçtaşı Olanakları

Kuzeyde Karadeniz ve güneyde Toros Dağ silsilelerinin arasındaki bir plato durumunda olan İç Anadolu Bölgesi " Orta Anadolu (Kırşehir) Masifi" denilen eski



jeolojik yaştaki kristalin Masif ve çevresinde yer alan çok çeşitli kayaç serilerinin bulunduğu jeolojik formasyonlar yer almaktadır. Orta kısmında Tersiyer oluşumlarının çevrelediği Tuz Gölü Havzası bulunur. Geniş alanda görülen Neojen (Tersiyer) sedimenter ve volkanik kayaç birimleri en önemli ve geniş oluşumları teşkil eder.

Eski Masif'in bulunduğu alanlarda granit-siyenit gibi efüzif magmatik kayalar, kuvarsit, grovak ve kristalin metamorfik şist, fil ladlar ile kristalin kireçtaşı (mermer) da yer almaktadır.

5.1.2.d Karadeniz Bölgesi Kireçtaşı Olanakları

Anadolu Yarımadası'nın kuzeyinde yer alan, batıda Sakarya nehrinde, doğuda Sovyetler Birliği sınırına kadar devam eden Karadeniz Bölgesi değişik oluşumdaki kayaç varlığının bulunduğu geniş bir bölgeyi oluşturur.

Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesiminde kıyı şeridinden itibaren geniş yayımlı volkanik kayaç serisi eski jeolojik temeli örtmüştür. Kretase (Üst Kretase) ve Eosen'e atfedilen volkanik seriler arasında yer yer küçük, mevzii killi ve kireçtaşı sedimanter kayaç oluşumları da görülür. Artvin'in güneyinde Paleozoyik Eski Temel birimleri görülmesine rağmen hemen batısında magmatik derinlik kayaları (Granit, v.s.) geniş alan kaplar.

Orta Karadeniz Bölgesi kesiminde: Doğu Karadeniz sıra dağ serisinin morfolojik oluşumlarının devam etmediği ve volkanik kayaç serilerinin daralıp azalarak tamamen yok oldukları görülür. Bunların yerini kalkerli ve killi oluşum birimleri almaktadır. Ilgaz Dağları yükseltisinin bulunduğu kesimde Eski Jeolojik Temel (bazı literatürde Ilgaz Dağı Masifi olarak değinilir) doğu-batı uzanımlı olarak devam eder. Batı Karadeniz Bölgesi kesiminde ise (bilhassa Zonguldak ve Bolu çevresinde) eski kayaç birimleri maden kömürü içeren seviyeleri ile oldukça geniş alan kaplayarak Mesozoyik ve Tersiyerde de çökeltme yer yer devam etmiştir.



5.1.2.e Doğu Anadolu Bölgesi Kireçtaşı Olanakları

Doğu Anadolu Bölgesi genç orejenezin en etkin olduğu ve aktif tektonik zonların bulunduğu yüksek dağlık bölgeyi oluşturur. Eski Masif'e ait kayaç birimleri "Bitlis Masif'i"nin dışında pek fazla görülmez. Buna karşılık Mezozoyik kireçtaşı ve Ofiyolit serileri geniş alan kaplar. Ayrıca genç volkanik faaliyetlerin en fazla olduğu ve volkanik kayaçların geniş alanları kapladığı görülmektedir.

5.1.2.f Güneydoğu Anadolu Bölgesi Kireçtaşı Olanakları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğuda Bitlis sıradağlarının güneyinden başlayarak batıda Malatya ve Engizek dağlarından güneye doğru Suriye sınırına kadar olan bölgeyi içine alır. Bu bölge Arap Blok'u subasmanının jeolojik yapıyı teşkil eder. Petrol olanaklarının bulunması sebebi ile bölgede pek çok bilimsel, teknik ve ekonomik açıdan etüdler yapılmış, jeolojik yapı detaylı olarak saptanmıştır. Bölgede Karacadağ Volkanik eripsiyonunun bazalt oluşumları binlerce km'lik bir alan kaplayarak bazalt kuleleri, zeminde tabuler halde bulunmakta ve muhtemelen kenar ihtivaları ile Arap bloku sınırları arasında yüzeye çıkmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde çökeller kısmen kuzeyde Diyarbakır-Dicle Ergani ön çukuruna ve kısmen de Arap Platformu'nu örten çökel sınırlarının ön çukura ait kenar yükselimleri Plio-Kuvaterner bazalt akıntılarıyla engellediği bölgede inceleme yapan araştırmacılar (P.Arni, N. Tolun) tarafından işaret edilmiştir

5.2 Tebeşir

Tebeşir, jeolojinin tebeşir çağında oluşmuş ve jeolojik bakımdan nisbeten yeni bir tortul taşıdır. Kalkerin aksine çok yumuşak topraksı bir yapıya sahiptir. Saf cinslerinde % 98-99 CaCO₃ ihtiva eder [3].



5.3. Marn

Kireçtaşı ve kilin doğada, % 50-70 oranında kireçtaşı ve 30-50 oranında kil karışımından oluşmuş kayaca marn denir. Oluşum bakımından sedimenter olup diyajenez geçirmiş, genellikle muntazam tabakalı olarak bulunur. Marn oluşumu daha çok tektonik ve orojenik hareketlerin durulduğu sakin ortam koşullarında ve genellikle kıydan uzak fasiyeslerde meydana gelir [1]. Yeryüzünde yaygın olduğu için çimento yapımında hammadde olarak en fazla kullanılmaktadır.

Jeolojik bakımdan Marn, CaCO_3 'ün ve killi maddelerin eş zamanlı çökelmelerinden oluşmuş bir tortul taşıdır. Serliği kireçtaşı'nın sertliğinden çok düşüktür. Bu düşüklük killi maddelerin miktarı ile orantılıdır. Marnın bünyesindeki killi maddelerin artması ile serlik gittikçe düşer. Rengi killi maddelerle ilgili olarak sarıdan gri siyaha kadar değişir.

Çimento hammaddeleri ihtiva ettikleri CaCO_3 miktarlarına göre şu şekilde sıralanırlar [3]:

	% CaCO_3
Yüksek yüzdeli kireçtaşı	96-100
Marnlı kireçtaşı	90-96
Kireçli marn	75-90
Marn	40-75
Killi marn	10-40
Marnlı kil	4-10
Kil	0-4

5.3.1. Marn'ın Nitelikleri

Kireçtaşı ve kilin karışım miktar ve durumları kimyasal, mineralojik bileşim esaslarına göre henüz bir standarda bağlanmamıştır.



Çimento yapımında genellikle % 70 kireçtaşı ve % 30 kil içeren “Marnlı Kireçtaşı”nın kullanılması klinkerin kimyasal bileşimine en yakın doğal kayaç olduğu için tercih edilmektedir. Hatta marnlı kireçtaşı’na “Amerikan Rock” ve “Doğal Çimento Kayası” denilmeside bunun içindir. Uygun kimyasal ve litolojik yapı ve kimyasal bileşimin bulunması en önemli çimento hammadde avantajını oluşturur. İşletme de kısa mesafelerde kimyasal bileşim değişmesi genellikle görülmez.

Marn oluşumlarında, kireçtaşı ve kil oluşumlarında değinilen özellik ve saflıkların aynısı aranmaktadır. Marn yataklarında genellikle istenmeyen unsurlardan serbest silis içeren sileks, çörtlerin nodül, yumru ve bantları çökeltme koşullarına bağlı olarak bulunabilir. Bunların olmaması istenir.

5.3.2 Türkiye’nin Marn Olanakları ve Durumları

Türkiye jeolojik bakımdan Asya ve Afrika bloklarının hareketli bulunduğu ve tektonik faaliyetlerin zaman zaman etkin olduğu bir konumda yer almaktadır. Bu açıdan marnların çökeltme koşulları genellikle tektonik bakımdan sakin olan Mesozoyik (İkinci Zaman) ve Tersiyer (Üçüncü Zaman) içerisinde uygun süreç ve ortamlarda meydana gelmiştir. Paleozoyik (Birinci Zaman) de ise metamorfizmanın etkin olduğu yerlerde ki marnlar serizist şist, kalk şist, v.s., etkin olmadığı yerlerde aşırı diyajenez sonucu killi şist ve şeyl durumundadır.

Türkiye’de yer alan marn oluşumlarının bu güne kadar hammadde niteliği açısından kalite ve rezerv durumları saptanmamıştır. Ancak değişik amaçlı ekonomik ve jeolojik etüt ve aramalarda genellikle bazı yerlerde ki marn formasyonlarının jeolojik durumlara göre sınırları belirlenmiştir.



5.3.2.a Marmara Bölgesi Marn Olanakları

Marmara Bölgesi'nde marn oluşumları genellikle killi ve kireçtaşı kayaç birimlerinin oluştuğu mostralarda bulunduğu kesimlerde görülmektedir. Kretase bilhassa Tersiyer Serileri içerisinde ki kumlu, kireçtaşı ve killi marnlar oldukça geniş alan kaplar.

5.3.2.b Ege Bölgesi Marn Olanakları

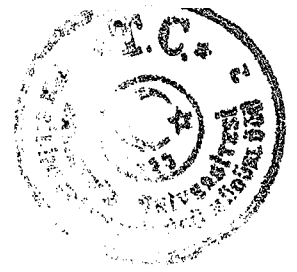
Kristalin metamorjik temele ait eski masif ve gerekse volkanik kayaç oluşumlarının geniş alanlarda bulunmasına karşın, marn oluşumları Ege Bölgesi'nde küçük mostralarda halinde olup büyük alanları kaplamaz.

5.3.2.c Akdeniz Bölgesi Marn Olanakları

Akdeniz Bölgesi'nin esas yapısını oluşturan Toros ve Amanos dağ silsilelerinin arasındaki düşük rakımlarda ve yükseltinin sona erdiği düzlüklerde ikinci derecedeki yükselti alanlarında marnlı oluşumların varlığı görülür. Çimento hammaddesi olabilecek kalite ve boyutta bulunmaktadır.

5.3.2.d Karadeniz Bölgesi Marn Olanakları

Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesi kesimlerinde geniş alan kaplayan Kretase Volkanik Serisi marn oluşumlarını örterek jeolojik oluşum daha sonraki süreç içerisinde de marn'ların sedimantasyonunu mümkün kılmamıştır. Ancak kıyıda yer alan dağ silsilelerinin güneyinde ve Batı Karadeniz Bölgesi kesimlerinde kısmen geniş alanlarda marnlar görülmektedir.



5.3.2.e İç Anadolu Bölgesi Marn Olanakları

Türkiye’de marn oluşumlarının en uygun olduğu bölgelerden birisini İç Anadolu Bölgesi oluşturur. Kuzeyde Karadeniz dağ silsilesi ve güneyde Toros dağ sıraları ile çevrili olan İç anadolu Bölgesi ortam açısından marn oluşumlarına oldukça uygun koşullar geçirmiştir. [1]

5.4 Kil

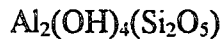
Kil teriminin endüstriyel alanda kesin sınırlarda saptanarak tariflenmesine rağmen hammadde olarak çeşitli alanlarda çok geniş kullanımı vardır. Kil yerbilimleri tarafından killi kayaç ve killer olarak iki anlamda kullanılır. Bu açıdan kil minerallerinden oluşmuş kayaçlar olarak tanımlandığı gibi bazı kaynaklarda (literatürde) tane boyutları 2 mikr’ın dan daha küçük parçacıklardan oluşmuş kayaçlar veya çökeller olarak tanımlanırsa da her küçük boyutlu parçanın kil olmadığı bilinmektedir. Kil’in yerbilimleri açısından tarifi ise, minerolojik bileşiminde % 90’a kadar kil mineralleri bulunan kayaç’a kil denilmektedir. Kil minerallerinin esas unsuru kimyasal bileşimlerinde alüminyumoksit (Al_2O_3) bulunması ve sulu alüminyum silikatlardan meydana gelmesi en önemli özelliklerini oluşturur. Bunların başlıcaları, kimyasal ve minerolojik yapılarına göre dört grup altında toplanmış olup aşağıda verilmiştir.

I. Kaolinit Grubu Kil Mineralleri (iki tabakalı kil mineralleri):

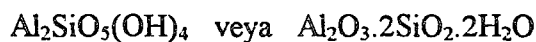
Kaolinit:



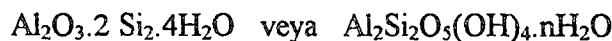
veya



Dikit ve Nakrit:

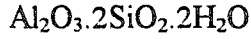


Hollosit:



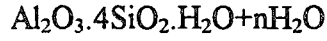


Metahollosit:

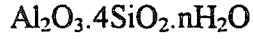


II. Montmorillonit Grubu Kil Mineralleri (Üç tabakalı kil mineralleri):

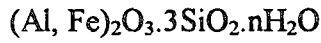
Montmorillonit:



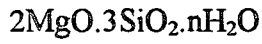
Beidelit:



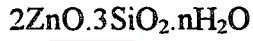
Nontronit:



Saponit (Hektorit):



Sautonit:



Atapulgit, Sepiolit, v.s.:



III. Kil Mineralleri Grubu:

Hidrofilit

Vermikülit

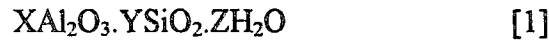
Hidromiskovit

Hidrobiyotit

İllit

IV. Amort Killer Grubu:

Allofonit



Bazı kil minerallerinin özgül ağırlıkları da şöyledir:

Kaolin 2.60-2.68 g/cm³

Halloysit 2.00-2.20 g/cm³

İllit 2.76-3.00 g/cm³

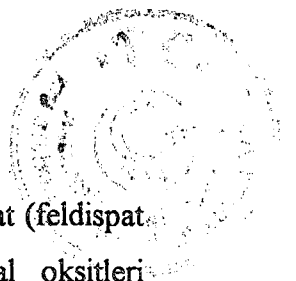
Kil mineralleri genel olarak incelendiğinde mineralojik ve kimyasal özellikleri açısından sulu alüminyum, magnezyum, demir silikatlardan oluşmakla beraber kalsiyum, potasyum, ve diğer iyonları da içerirler. Doğada kil mineralleri ender olarak saf halde bulunurlarsa da genellikle kil minerallerinden olmayan diğer

mineraller kil içine girerek özelliğine etki etmektedirler. Bazı killerin kimyasal yapıları çizelge 5.4 de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 Değişik Killerin Kimyasal Yapıları

%	Kil I	Kil II	Kil III	Kil IV
Kızdırma kaybı	7.19	8.67	10.40	6.40
SiO ₂	62.29	62.56	52.30	60.10
Al ₂ O ₃	8.97	15.77	24.70	18.00
Fe ₂ O ₃	4.28	4.47	6.10	8.20
CaO	7.27	4.80	4.40	0.80
MgO	1.97	1.38	0.10	0.20
SO ₃	0.32		1.10	3.80
		2.35	0.80	2.50
Na ₂ O	1.51			
TOPLAM	100.00	100.00	100.00	100.00

Kil yatakları, kaolinlerin, kil taşı, killi şist, grovak ve feldispatlı tüm kayaçların bozuşması sonucu ve alterasyon örtüsündeki aşınma ve taşınma sonucu, tatlısu ve gerekse denizel ortamlarda çökelmelerinden oluşurlar. Tatlısu ortamında oluşan killer daha çok karbonatça fakir, ateşe dayanıklı killerdir. Denizel ortamlarda ise az-çok karbonat içeren kil-marn nitelikli düzgün tabakalı killerdir. Kil oluşumu, genellikle tektonik ve epirojenik hareketlerin yavaşladığı, iklimin yağışlı ve sıcak olduğu jeolojik devirlerde yaygındır. Aşınma ve taşınma, süratli killeşmeyi hazırlayan kimyasal olayların sona ermesine imkan vermezse, hasil olan kil yataklarında tane inceliği plastisite, ateş karşısındaki davranışları ve homojenite düşük olur. Kil yatakları genellikle Kuvaterner ve çoğu kez Tersiyer jeolojik yaşlı olup jeolojik yaş arttıkça diyajenez etkisinde kalarak kil taşı, şeyl, killi şist, boksit ve şiferton'a dönüşerek plastisite özelliklerini geniş ölçüde kaybederler. Denizel oluşumlu kil yatakları genellikle diyajenez ile kil şistlere dönüşmüş olduklarından geniş havzalarda homojen olarak bulunurlar ve az-çok karbonat içerirler. Alümina (Al₂O₃) bakımından zengin kil yataklarının oluşumunda, hümüs asitli suların büyük rol oynadıkları, linyit-kil,



kömür-kil parajenezinden anlaşılmaktadır. Hümüs asitleri alüminyum silikat (feldispat v.s. gibi) artıkların kil minerallerine dönüşmesini hızlandırarak metal oksitleri uzaklaştırırlar.

Kaolin, çimento sanayiinde beyaz çimento yapımında kullanıldığı için kil minerali olarak ayrı bir önem taşımaktadır. Alkali feldispatlarca zengin granit, riyolit ve riyolit tüfleri gibi kayaların asit ortamlarda ayrışıp bozuşmasından oluşmuş alüminyum hidrosilikatlardır. Kaolin'in başlıca kayaç minerali ortoklaz olup % 64.63 SiO₂, % 18.49 Al₂O₃ ve % 16.88 K₂O ihtiva eder. Yeraltı ve yerüstü suların veya asit nitelikli termal eriyiklerin etkisi ile feldispatlar içerdikleri K₂O'nun tamamını ve SiO₂'nin bir kısmını kaybedip bunların yerine bir miktar su olarak kaolinit mineraline dönüşürler ki

buna da hammadde jeolojisinde önemli olan kaolinleşme (Kaolinizasyon) denir. Bu olay aynı zamanda alüminyum hidro-silikatların meydana gelmesidir. Kaolin'in kimyasal bileşimi; % 39.56 Al₂O₃, % 46.50 SiO₂, ve % 13.94 H₂O'dur.

5.4.1 Killerin Nitelikleri

Çimento hammaddesi olarak kullanılacak killerde minerolojik ve kimyasal özellikler aranmasına rağmen homojenite çok önemlidir. Fakat kil çeşiti ve kalitesinin saptanması ancak X-ışınları difraksiyonu ile diferansiyel termik analizi (D.T.A) ile yapılabilir. Killerin kimyasal analizinde Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, SO₃ ve kızdırma kaybı % miktarları (mineral integrasyonu) saptanır. Çimento yapımında kullanılacak kilin kimyasal bileşiminde Al₂O₃/Fe₂O₃ oranı 2/1 civarında olmalıdır. SiO₂ % miktarı yüksek olan killerde mutlak surette kuvars veya kalsedon halinde silis vardır. Bu da üretim esnasında güçlükler çıkarır. Toprak alkali oksitlerin miktarı % 1'in altında olması istenir. Bu miktarın fazlası kil içerisinde; anortit, montmorillonit, mika, feldispat, alkali tuzu olduğunu gösterir. Kil minerallerinin çeşitleri saptandıktan ve kimyasal-minerolojik bileşimi bilindikten sonra kil içerisindeki safsızlıklar rasyonel analizler ile kesinlikle bulunabilir.



Killer genellikle minerolojik bakımdan plastik olan ve olmayan unsurları içerirler. Plastik olanlar kolinit ve montmorillonit grubu kil mineralleridir. Plastik olmayanları ise kalsit, kuvars, feldispat v.s., gibi muhtelif kayaçlar ve minerallerdir. Bunlar silt niteliğinde koloidal partiküller haline kadar boyutlarda bulunabilirler. Bu açıdan killerin kaliteleri için minerolojik analizler ile kimyasal analizlerin tamamlanması gerekir. Killerin plastisite özellikleri mineraller içerisindeki ayırt edici en önemli özelliklerden birisi olup su ile şekillendirilmelerini meydana getirir.

Killerin kullanıldıkları yerler veya teknolojik özelliklerine göre sınıflanması konusunda ülkemizde yerleşmiş norm ve standartlar yoktur. Dış ülkelerdeki bu konulardaki normlar daha çok minerolojik bileşimi esas almışlardır. Bir çok dış ülkede saptanmış olan norm ve ülkemizde genellikle kullanılan adlandırma aşağıda çizelge 5.5'te gösterilmiştir [1].

Çizelge 5.5 Killerin Adlandırılması

Jeolojik ve Minerolojik Adlandırma	Teknolojik Adlandırma	Ticari Adlandırma
Çok kumlu killer	Beyaz yanışlı killer	İnce seramik killeri
Kumlu kil	Bağlayıcı killer	Kaba seramik killeri
Yağsız ve az kumlu killer		
Yağlı az kumlu killer	Refrakter killer	Şamot-ateş kili
Plastik kil	A kili	Tuğla-kiremit killeri
Çok plastik yağlı killer		Çimento kili
Lekeli kil	A. III. Şamot kili	
Boksitli kil	A. II. Şamot kili	Kağıt, tekstil-kimya sanayii kaolinleri
Şiferton	A. I. Şamot kili	
Kalonitik kil		
Bentonitik kil		



5.4.2 Türkiye'nin Kil ve Killi Kayaç Olanakları ve Durumları

Ülkemizde kil yataklarının oluşmasına müsait olan formasyonların başlıcaları aşağıdaki gibi genel düzeyde gruplandırılabilir.

Feldispatça zengin mağmatik kayaçların yaygın olduğu Neojen havzaları.

Sedimanter volkanizmanın oluşturduğu bölgelerin taşıma havzaları.

Temelinde ve kenarlarında Paleozoyik killi şist ve grovackların bulunduğu havzalar.

Linyit ve kömür havzalarının yaygın olduğu alanlar.

Az eğimli akarsuların oluşturduğu genç alüvyon havzaları.

Kalın toprak oluşumunun bulunduğu Neojen-Pilio-Kuvaterner ile lateritik ve terra roza oluşumların bulunduğu alanlar.

Coğrafi bölgeler itibari ile il ve ilçelere göre kaynakların; 748 milyon ton görünür rezerv saptanmış, 2.9 milyar ton muhtemel rezervi tahmin edilmiş, 6.2 milyar ton jeolojik olarak bulunduğu ileri sürülmüştür.

5.5 Alçıtaşı

Doğada kalsiyumsülfatın, bünyesinde iki molekül kristal suyu bulunan türüne jips (alçıtaşı)($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve susuz şekline de anhidrit (CaSO_4) denir. Dünya'da bilinen ve işletilen alçıtaşı yatakları çok yaygın olmakla beraber, toplam rezervin büyük bir bölümü, pek çok ülkede anhidritten oluşmaktadır. Fakat buna karşılık anhidrit jipse oranla daha az ekonomik önemi olan bir mineraldir ve daha az kullanma alanı vardır. Çimento sanayii alanında da genellikle jips kullanılmaktadır. Bu nedenle etüd ve araştırmalarda alçı taşı olarak jips ele alınmaktadır. Alçıtaşı terimi alçı yapımına uygun kayaç-mineral olarak kullanıldığı gibi aynı zamanda jips ve anhidrit için de ekonomik olarak kullanılmaktadır. Burada genellikle alçıtaşı terimi jips yerine kullanılacak, zorunlu oldukça ve ikisi arasında ayırım yapmak gerektiği zaman jips ve anhidrit terimleri ayrı ayrı kullanılacaktır.



Kalsiyumsülfat mineralleri saf olduğu zaman aşağıdaki bileşimleri gösterir.

	<u>CaO (%)</u>	<u>SO₃ (%)</u>	<u>H₂O (Kristal Suyu) (%)</u>
Jips	32.6	46.5	20.9
Anhidrit	41.2	58.8	—

Gerek jips ve gerekse anhidrit hiç bir zaman saf halde bulunmazlar. Bu iki mineralden her biri yarı dengeli olup, biri diğerine dönüşebilmektedir. Ayrıca alçıtaşı yataklarına oluşum sırasında veya sonradan yabancı maddeler karışmış olabilir. Bu yabancı maddelerin başlıcaları, kireçtaşı, dolomit, manyezit, tuzlar (sodyum, potasyum, v.s., klorürleri), kil mineralleri, diğer sülfatlar, metal oksitli bileşikler (demir v.s.) ve silis asitli bileşikler (kalsedon, kuvars, opal, v.s.) olabilir. Bunun sonucu olarak alçıtaşı ancak % 85-95 arasında bir saflıkta bulunabilmektedir. Alçıtaşı çimento sanayiinde genellikle maden ocağından çıktığı kalitesi ile ve hiç bir işleme tabi tutulmaksızın kullanılmaktadır.

5.5.1 Anhidrit

CaSO₄ kimyasal bileşiminde, susuz kalsiyumsülfat olup yapısına kristalizasyon suyunu kolayca alarak CaSO₄.2H₂O kimyasal bileşiminde olan jipse dönüşür. Suda kolay çözünen bir mineral olup 100 g suda 0.2 g erir. Bu özelliğinden dolayı anhidrit yatakları kurak olmayan bölgelerde mostra vermez. Ancak oldukça dik eğimli yamaçlarla aşınmanın fazla olduğu yerlerde anhidrite rastlanır. Bitkilerin bulunduğu kesimlerde suyun tutulması sonucu anhidrit jipse dönüşür. Çoğunlukla açık gri ve mavimsi gri renktedir. Mikroskop altında taneli, veya kristal kümesi veya keçemsi bir doku gösterir.

5.5.2 Jips

Sulu kalsiyumsülfat kimyasal bileşiminde olup monoklinal sistemde kristallenir. Sertliği Mohs skalasına göre 2 (normal olarak tırnakla çizilebilir) olup anhidritin ise



sertliği 3-3.5 arasında olması ile kolayca ayırt edilebilir. Jipsin özgül ağırlığı 2.3 g/cm^3 , anhidritin ise $2.7-3.0 \text{ g/cm}^3$ tür. Jipsin kristalleri çoğunlukla büyük ve güzel görünüşlü, parlak yüzeyli olduğu gibi mızrak ve kırlangıç kuyruğu şeklinde ikizleri de bulunmaktadır. Jipsin rengi genellikle beyaz ve beyazımsı gridir. İçerindeki tali olarak bulunan yabancı maddeler jipse değişik renk verir; örneğin bitüm, siyah rengi, demir oksitli bileşikler kırmızımsı rengi v.s. vermektedir.

Alçıtaşı hemen hemen daima kimyasal tortul oluşumlu olup deniz suyunun buharlaşması ile çökelmiştir. Bu çeşit, oluşumlara “Evaporit” oluşumlu çökeller denilmektedir. Bunlar tuzlu sulardaki evaporasyon sonucu kimyasal çökeltme ile meydana gelen: alçıtaşı (jips ve anhidrit), kaya tuzu, potas, nitrat, sodyum sülfatve borat yataklarını oluşturan parajener içerisindedir.

Alçıtaşı evaporasyondan başka yollarla da oluşabilir. Bazı durumlarda doğadaki sülfatlı suların kireçtaşı (CaCO_3)’na veya pirit (FeS)’in oksidasyonu ile meydana gelen sülfat asidinin kireçtaşına etkisi ile de alçıtaşı meydana gelebilmektedir. Bu suretle kayaların boşluklarında, kil ve marnların arasında çok güzel jips kristallerinin olduğu görülür.

5.5.3 Alçıtaşı’nın Nitelikleri

Alçıtaşı 100°C ’a kadar ısıtıldığı zaman kristal suyunun bir kısmını kaybederek yarı hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}$)’a dönüşür. Buna yanmış jips veya alçı denir. Yarı hidratlı alçının kristalleri benzer olan alfa ve beta olarak bilinen iki çeşidi vardır. Beta alçının enerjisi ve suda çözünürlüğü daha yüksek olmasına karşılık alfa alçı daha yoğun ve dayanıklı ürünler üretiminde kullanılır. Alfa alçı 97°C sıcaklıkta doymun bir ortamda , beta alçı ise 100°C sıcaklıkta ve atmosferik basınçta doymun olmayan bir ortamda oluşur. Yarı hidrat halindeki alçı toz halinde ince öğütülmüş olarak su ile karıştırıldığında bir bulamaç haline getirildiğinde çabuk katılarak ince lifli birbirine girift olmuş jips kristalciklerinden ibaret bir kütle halini alır. Bu özellik inşaat v.s. alanında kullanılmasını sağlar.



Alçıtaşı, çimento sanayii alanında üretilen portland çimentolarında öğütülmeden önce klinker'e % 3-5 oranında ham hali ile karıştırılarak kullanılır. Bu olayda alçıtaşının rolü çimento harcında piriz süresini geciktirmektedir. Alçıtaşının jips olması ve mümkün olduğu kadar saf, mineralojik ve kimyasal açıdan kalitesinin homojen ve ucuz olması istenir. Çimento sanayii dalında kullanılacak alçıtaşının gerek kullanma ve gerekse kalitesini belirleyen ülkemizde bir norm veya standart yoktur. Ancak kullanılma ve kalitesine ait prensiplerde, alçıtaşındaki safsızlıkların çimentoya zararlı olmaması istenmektedir. Alçıtaşlarında genellikle görülen ve istenmeyen safsızlıklara aşağıda değinilmiştir.

a) Alçıtaşının bünyesinde serbest silis asidi ve bilhassa kalsedon, opal, çört, sileks gibi maddelerin bulunmaması gerekir. Zira bunlar öğütme esnasında sorun yarattığı gibi çimento içerisinde kalıntı miktarının da artmasına neden olurlar.

b) Alçıtaşının oluşumu esnasında evaporit çökel ortamında bulunan MgCl, NaCl, KCl gibi tuzların bulunmaması gerekir. Bu gibi tuzlar suda kolayca eriyerek harcın yapısının bozulmasına sebep olmaktadır.

c) Alçıtaşında, alkali bakımından yüksek ve hidratlaşma özelliğine sahip serpantin, talk gibi kayaçlar su aldığıında hacim değişmesi gösteren bentonitik kil minerallerinin olmaması gerekir.

d) Serbest kükürt (süblime) ve sülfürlü bileşikler ile organik asitl (hümüs asidi, v.s) lerin bulunması çimento harcında zararlı olduğu için istenmez.

Alçıtaşının doğadan çıkarılması bir madencilik işletmesini gerektirmektedir. Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de açık maden ocağı işletme yöntemleri ile çıkarılmaktadır. Yeraltı işletmelerinde maliyet yüksek olduğu için tercih edilmemektedir.

Türkiye'de bulunan alçıtaşı oluşumlarının potansiyeli çok genel düzeyde saptanmıştır. Kalite ve faydalı rezerv araştırmaları ise henüz yapılmamıştır. Hammadde veya yardımcı hammadde olarak alçıtaşına gereksinme duyan endüstri dalları kendi olanakları ile saptadıkları kaynakları işletmektedirler. Bu güne kadar Türkiye'de yapılan değişik amaçlı etüd ve aramalarda 566 milyon ton görünür +



Muhtemel (toplam) rezerv ve 3.9 milyar ton jeolojik bakımından bulunması mümkün olan alçıtaşı kaynak potansiyeli saptanmıştır.

5.6 Puzzolan

Puzzolanik maddeler, silisli ve alümino-silisli minerallerin karışımından meydana gelen bir bileşimde olup, kendi başlarına bulunduğu zaman hidrolik özelliğe sahip olmadıkları halde çok ince öğütüldükleri zaman normal sıcaklıkta sulu ortamda ve kalsiyum hidroksit (sönmüş kireç)'te muamele edildiğinde kimyasal reaksiyona girerek hidrolik özellik gösteren maddeler olarak tanımlanır. [1]

Puzzolan terimi, Puzzuoli adında bir köyden kaynaklanmaktadır, Romalılar, bu köyün civarından aldıkları volkanik kül ve tüflerle hidrolik çimento yapmaktaydılar. Eğer doğal puzzolan bulamazlarsa Romalılar toz haline getirilmiş kiremit veya çanak çömlek kullanırlardı, böylece ilk sentetik puzzolanları Romalılar kullanmış oluyordular. Çok daha sonraları Smeaton, Eddystone deniz fenerini inşa etmek için uygun bir harç ararken değişik puzzolanlar denemiştir. Portland çimentosunun ortaya çıkmasıyla hidrolik kireç ve/veya puzzolanik çimento bir yana bırakılmıştır; çünkü pç. (portland çimentosu) daha çabuk donmakta ve ilk mukavemet değerleri de daha yüksek olmaktadır. Bununla beraber son yarım yüzyıldır Avrupa, Japonya, Rusya ve özellikle Amerika'da portland puzzolanik çimentosu geniş ölçüde kullanılmaya başlamıştır; özellikle barajlar gibi büyük beton inşaatlarda puzzolanlı pç. çok tüketilmektedir. Bunun nedeni, bu çimentonun sahip olduğu düşük hidratasyon ısı, düşük permeabilite ve kimyasal etkilerle özellikle sülfatlara karşı mukavemet ve bir çok hallerse de alkali-agrega reaksiyonlarının düşük oluşu gibi özellikleridir.

Son yıllarda, çimento endüstrisinde kullanılan yakıt fiyatlarındaki artış da puzzolanlara ilgiyi arttırmıştır. Çimento da % 30'a kadar puzzolanik madde bulunabilmektedir, doğal olarak puzzolan katıldığında maliyet düşmektedir, hele yapılan işlemler sadece kurutma ve öğütme olunca daha da ekonomik olmaktadır. Puzzolanik aktivite gösteren materyal çok çeşitlidir ve istendiği zaman bu maddeleri saptamak jeologa düşen bir görevdir, ASTM C219-74 standardı puzzolanı şöyle



tanımlar, “silisli veya silis ve alüminyumlu ve alüminli materyal olup, menşesine göre birleştirici özelliği çok az hatta hiç bulunmamakla birlikte, çok ince taneli olduğu zaman, suyla birleştiği zaman ısıda, kalsiyum hidroksitle birleşerek çimento özelliğine sahip bileşikler oluşturmaktadır.” Portland çimentosu katkısı olarak kullanılması için de, ASTM C618-73 üç puzzolan sınıfı tanımlar; bu tanımlar sadece menşesine göre olmayıp, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre yapılmıştır, en dikkati çeken de hepsinde puzzolandaki toplam $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ için ya % 70’e eşit ya da daha fazla olması gereğidir. ASTM C597-74 karışık Hidrolik Çimento standardında da eğer sülfata oldukça mukavim olduğu belirlenen portland çimentosunda puzzolan kullanılıyorsa, bu kritere uyması istenmektedir.

Reaktif silis yani potansiyel bir puzzolanik aktivitesi olan kaynaklar volkanik kül gibi doğal malzemeden, bitümlü şist artığı gibi sentetik malzemeler kadar uzanan yaygın bir alan kaplamaktadır.

Doğal menşeli malzemede iki ayrı tip aktiite bulunur, bazı materyal, istihraç edildiği şekliyle aktif iken, bazılarında aktivite kazanması için bir çeşit ısı işleme tabi tutulmaları gerekmektedir. Puzzolanlar aşağıdaki gibi sınıflanırlar;

A. Tabii puzzolanlar: Bunlar istihraç edildikleri şekliyle aktivite gösteren malzemelerdir. Bu kategoriye şunlar girer;

1. Volkanik cam
2. Zeolitler
3. Opal

B. Aktivite edilmiş puzolanlar: Bu malzeme topraktan çıkarıldığı haliyle hiç ya da pek az puzzolanik aktiviteye sahiptir. Ama belli ısıda, ya da ısı aralıklarında kontrollü koşullar altında kalsine edildiklerinde bu özelliği kazanırlar. Bu kategoriye giren materyalin en önemli grubunu kil mineralleri teşkil eder. Bunları da şöyle sınıflayabiliriz.



1. Kaolinit tip
2. Montmorillonit tip
3. İllik tipi
4. Vermikülit ile karışık killer
5. Paligarskit

C. Yan ürün olarak puzzolanlar: Bu kategoriye puzzolanik aktivite gösteren ve bir üretim prosesinin yan ürünü veya bir fabrikanın atık ürünü olan malzemeler girmektedir. Aşağıdaki materyal bu türden puzzolanik özellikler göstermektedirler [19].

1. Uçucu küller
2. Ögütülmüş tuğla
3. Bitümlü şist kalıntıları

5.6.1 Puzzolanların Genel Özellikleri

Puzzolanlar su ile karıştırıldıklarında çimento klinkeri gibi sertleşmeyip, kireç ve su ile beraber çimento özelliği gösteren suda çözünmeyen bileşikler oluşturmamayan maddelerdir. Çimento ve puzzolanın sulu karışımında ortamda bulunan kireç çimentodan gelmektedir. Bu özelliklerinden dolayı, puzzolanlar çimentoya belli oranlarda katılabilmektedir. Bu karışım katkılı çimento olarak isimlendirilir. Katkılı çimentodaki puzzolanın klinkerin pişme sürecinden geçmesi gerekmez.

Puzzolanların kireç ve su ile reaksiyonları sırasında, sertleşmiş portland çimentosunda da bulunan, su içeren bileşikler oluşur. En önemli hidratasyon ürünleri Çizelge 5.6'da gösterilmiştir. İlk aşamada kalsiyum silikat hidrat (CSH) jeli oluşur ve zamanla diğer bileşiklere dönüşür. Bu bileşiklerin oluşması için temel şart puzzolan-kireç-su sistemindeki termo dinamik dengedir. Bu durumun çimento teknolojisi açısından pratik önemi, oluşumların hızlı ve mümkün olduğunca tamamlanmış olmasıdır. Yüksek reaktiviteli doğal puzzolanların aşağıdaki özelliklere sahip olduğu ampirik olarak bulunmuştur:



Yüksek SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ ve alkali miktarı,
Yüksek camsız faz miktarı,
Büyük özgül yüzey,

Çizelge 5.6 Sertleşmiş Puzzolanlı Çimentolarda En Çok Görülen Hidratasyon Ürünleri

Formül	Kısa şekli
Ca(OH) ₂	CH
3CaO.2SiO ₂ (sulu)	CSH Jel
4CaO.Al ₂ O ₃ .13H ₂ O	C ₄ AH ₁₃
3CaO.Al ₂ O ₃ .3CaSO ₄ .32H ₂ O	C ₃ ACS ₂ H ₃₂
3CaO.Al ₂ O ₃ .CaSO ₄ .12H ₂ O	C ₃ ACSH ₁₂

Bir puzzolanın kimyasal bileşimi, esas olarak reaksiyonların tamamlanabilirliğin ve böylece son dayanımların bir ölçüsüdür. Diğer camsız faz miktarı (veya zeolitler) ve özgül yüzey, reaksiyon hızı ve dolayısıyla erken dayanımlar üzerinden etkilidirler. Puzzolanların çimento katkı maddesi olarak kullanımları ile ilgili inceleme ve değerlendirmeleri yukarıdaki özelliklere göre yapılmaktadır.

Türkiye çimento fabrikalarında halen kullanılmakta olan puzzolanlar hakkında bilgi sahibi olmak için bir anket yapılmıştır. Bu anket sonucunda elde edilen bilgiler aşağıdadır:

Fabrikaların çoğu, (yaklaşık 33 fabrikanın 28'i) halen doğal puzzolan kullanmaktadır;

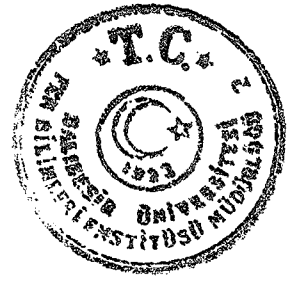
Toplam çimento üretiminin aşağı yukarı yarısını katkıli portland çimentosu oluşturmaktadır;

Üretimin sadece % 2'si trasslı çimentodur;



Halen kullanılan puzzolanlar ve kullanılması mümkün olabilecek diğer puzzolanlar hakkında bir görüş yoktur ve bunların önemli özellikler ile ilgili olarak fazla şey bilinmemektedir [4].



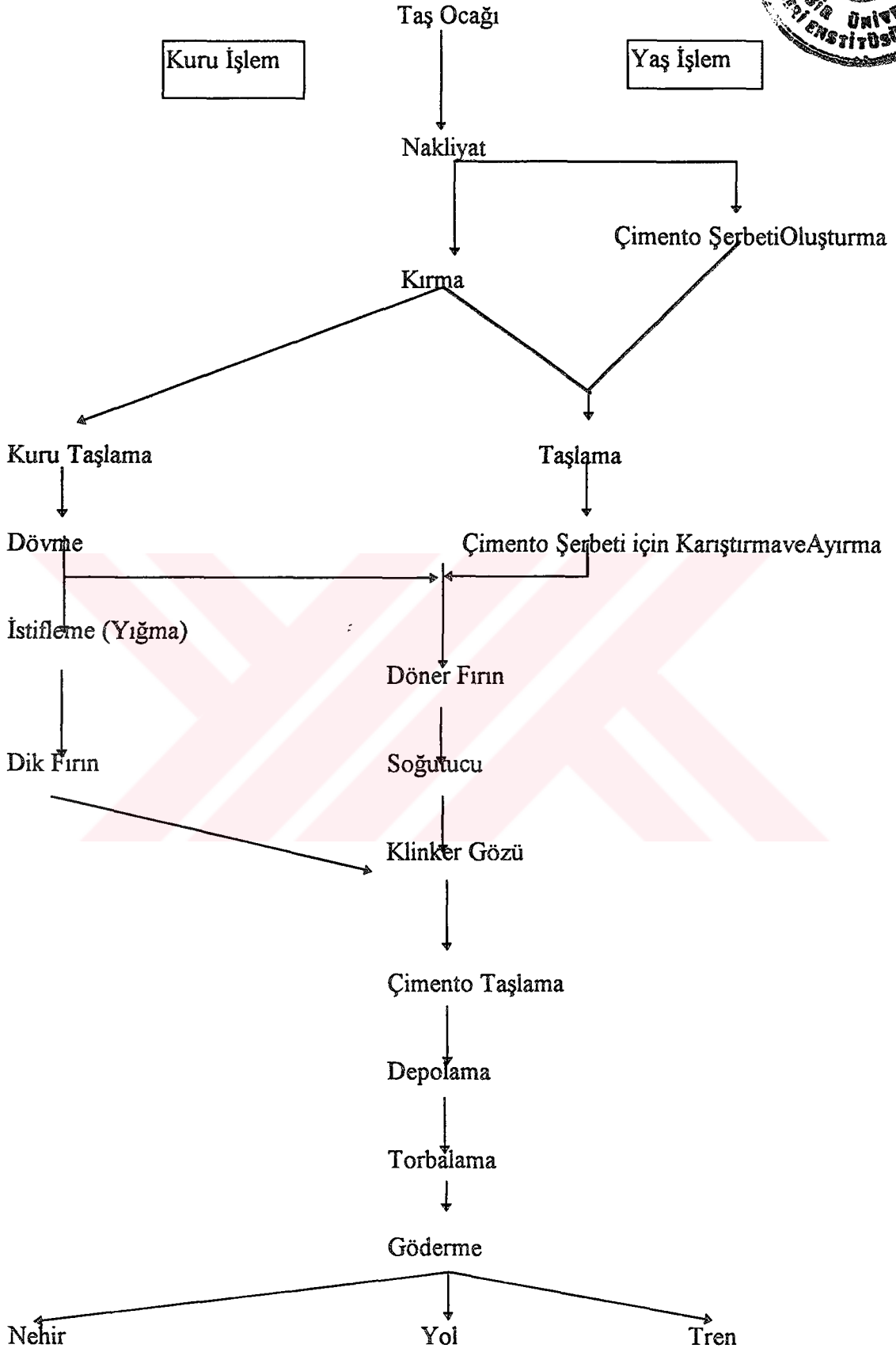
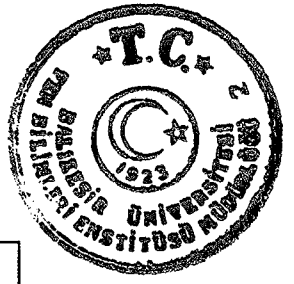


6. HAMMADDELERİN İŞLENMESİ

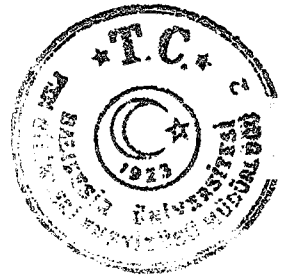
Çimento endüstrisi, oranları çok dikkatle ayarlanmış kimyasal madde karışımından, bünyesini belli ölçüde değiştiren proseslerle üretim yapmayı amaçlamaktadır. Pişirme ve soğutma rejimindeki değişiklikler, bir ölçüde klinkerin içindeki mineralojik nisbetleri ve kristal büyüklüklerini ve dolayısıyla çimentonun donma ve sertleşme özelliklerini etkilemektedir. Çimento özelliklerini bir ölçüde etkileyen diğer bir olayda klinker öğütme prosesidir. Bununla beraber çimento kalitesini tayin eden ana faktör hammaddelerdir. Hammadde özelliklerindeki değişiklikler çimento kalitesinde de değişmelere yol açmaktadır. Ayrıca ürün kalitesinin tüm üretim sırasında tutarlı olması, bu süre içinde hammadde kalitesinin aynı kalmasına sıkı sıkıya bağlı bulunur.. Analiz sonucu kullanılmasına karar verilen hammaddelerin sağlanması için, yeterli mal akışını sağlayacak optimum yöntem tayin edilir. Ayrıca harmanlama tesisi pahalı bir tesis olduğundan, bu hammadde akışının kimyasal yönden daha sonradan asgari düzeyde homojenizasyona ihtiyaç gösterecek biçimde ayarlanması da zorunludur. Hammadde yataklarının büyük bir stok yığını gibi düşünülerek işletilmesinde, fiziksel bünyeleri ve kimyasal özellikleri önemli rol oynayan iki ana faktördür [19].

Çimento üretim fabrikasının yerine bağlı olan, hazır olan hammaddeler toz haline getirilip belirli oranlarda karıştırıldıktan sonra en son karışımda istenilen şekilde kimyasal bileşim elde edilir. (Bak. Şekil 6.1 Çimento üretim işlemi akış çizelgesi]

Kireçtaşı ve kil iki temel madde olduğu zaman, oranlar yaklaşık 4 kısım kireçtaşı bir kısım kil olacak. Kireçtaşı ilk küçültme için dönere veya eziciye taşınır. Daha sonra çekiçleme fırınından geçer, daha fazla küçülür ve buradan kaya deposuna gider. Depodan, kırılmış kayalar, kil ve kırılmış tortulu şist değirmen borularına ulaştırılır. Çimento yaş veya kuru sistem olarak üretilebilir.



Şekil 6.1 Çimento Üretim İşlemi Akış Diyagramı



7. ÇİMENTO ÜRETİMİNDE KULLANILAN SİSTEMLER

Bugün, ülkemiz çimento endüstrisinde, yaş sistem, yarı kuru sistem ve kuru sistem olmak üzere 3 ayrı sistemde çimento üretimi gerçekleştirilmektedir. [6]

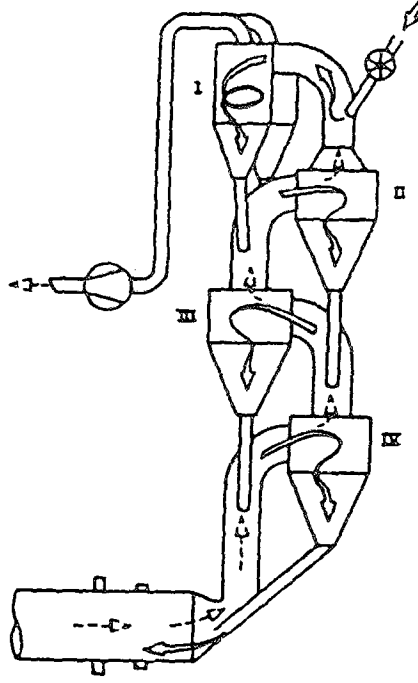
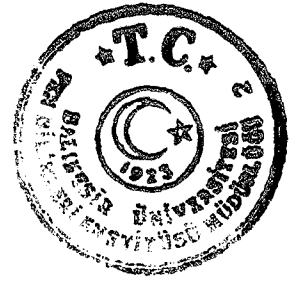
7.1 Yaş Sistem

Yaş sistem sırasında su ilave edilir, değirmen borusundaki ürün çok iyi oranlarda karıştırılmış hammaddeler ve su, yani sulu çimentodur. Sabit karıştırma altında ve büyük döner fırınlarda beslenen çimento şerbeti tanklarda toplanır. Fırının genişlik/çap oranı 3.0, eğrilik 40 mm/m (1/2 in/ft)'dir. Kavrurma fırınları kırılmış kömür veya gaz ile yakılır, malzeme ile beslenir. Burada tavsiye edilen fırının dönmesi ile beraber sıcaklığın da üflenmesidir.

425 °C'de fazla su uçar ve daha sonra fırın boyunca ileride 870 °C'de kireçtaşı kalsiyumoksit ve karbondioksit içerisinde öğütülür. 1480 °C de ve 9 m'de (30 ft) akıtmanın (boşaltmanın) sonunda malzeme ilk erime derecesine yetişir. Burada çöreklenme başlar ve klinker soğutulur, kırılır, % 3 oranında kırılmış alçıtaşı ilave edilir ve değirmene gönderilir. Burada zemin çok iyi ve yakın olmalıdır, bunların hepsi 200 delikli (75) km elekten geçer ve birbiriyle karışır.

7.2 Kuru Sistem

Bu sistemde hammadde de bulunan gazlardan küçük fırında kullanılan 800 °C ısıyı dik ısı değıştirciler 1000 °C 'ye yükselterek ayırır. Bu model Humboldt sistemde şekil 6.1'de şematik olarak gösterilmiştir.

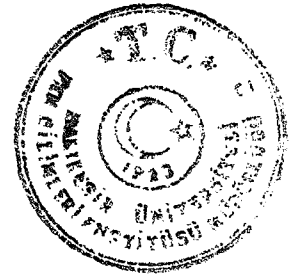


Şekil 7.1 Şematik olarak Humboldt sistemi

Hazırda olan ham un ısıtılır, siklon tarafından gaz buharından ayrılır sonra da diğer safhaya bırakılır. Tozdaki küçük tanecikler klinker bölgesinde erimeye başlar fakat her toz önden ısıtıcı tarafından yakalanmak için üflenir. Klinker eriyiğindeki taneciklerdeki hareket kuvvetleri, yüksek yüzey gerilimi (0.5-0.6 N/m) ve düşük koyuluk (0.1-0.2 Ns/m²) oluştururlar.

Klinker bölgesindeki buharlaşma için ham un içindeki buharlaşabilen küçük bileşimler ve yoğunlaştırıcı maddeler fırına gönderilir ve işleme başlanır. Potas, soda ve sülfat seviyeleri malzemenin içinde artarak sabit duruma gelene kadar klinker bölgesine gelir. Orada klinker bölgesine artan klinker seviyesi gelen ve buharlaşan arasında bir denge kurulmalıdır. Eğer hammadde içinde klorid varsa hatta %0.02'den az ise veya eğer düşük alkali çimento gerekirse, bazı ısı randıman oranı ile birlikte fırından gazla dışarı çıkan kısım heba edilmelidir.

Yakıttaki ısıya ait işlem kısmında en yeni ve önemli gelişme yakıt, ön yakma fırınında ve önden ısıtıcı fırında, soğutucudaki havadan yararlanarak yanar. Bu da fırındaki gazların % 100 akmasına izin verir.



7.3 Yarı-kuru sistem

Bu sistem daha sert ve daha kuru malzemeler için kullanılır, bunlar bir kurutucunun içinde döndürülür, ham un içerisinde toz haline getirilip karıştırılır, daha sonra küçük tanecikler haline getirilip döndürülür, sıg bir tabak üzerine serilir, toz buharı ve su ile beslenir.

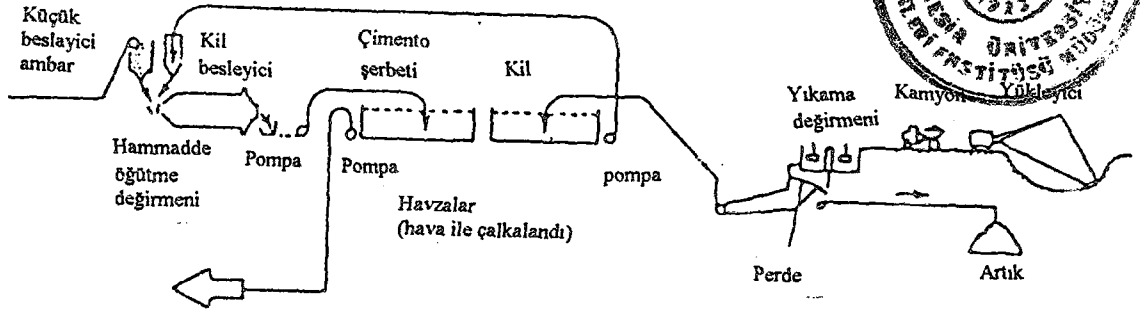
Önce katı tanecikler yüzeyde su damlacıkları içerisinde topaklanır ve yığınların büyüklüğü ve sayıları artar , sonunda tabağın kenarından dökülür.

Taneciklerin hareket kuvveti klinkerdeki gibi sıvı içindeki yüzey gerilmesidir. Taneciklerin çapı genellikle 15 mm civarında, dönme oranı, toz ve su besleme oranı tabağın çapları tarafından kontrol edilir. Tanecikler % 12 civarında su ihtiva ederler, bunlar kurutulur ve sonra hareket eden büyük lepol ızgarada gaz ve fırın tarafından karbonik asidi giderilir, bunlar yataktan aşağı doğru her biri iki odacıktan geçerler (Yakıcı ve kurutucu). Bu işlemin randıman oranı kuvvetin önemine ve taneciklerin aşınma dayanımına ve özellikle fırına ızgaranın neresinden düştüğüne bağlıdır.

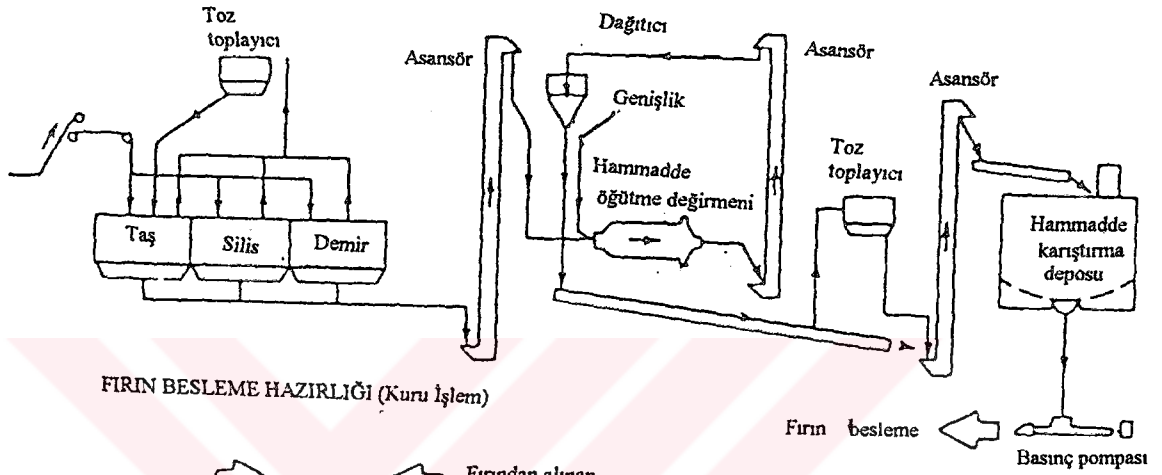
850 °C'de killer orjinal plastikliğini kaybeder fakat buna rağmen bu özellik taneciğn performansı ile uygunluk sağlar.

Eğer tanecikler çok kolay ezilebilirse daha sonra tozlar fırından, tanecik yatağından ve sıcak gaz yatağından bağlanarak geriye üflenebilir.

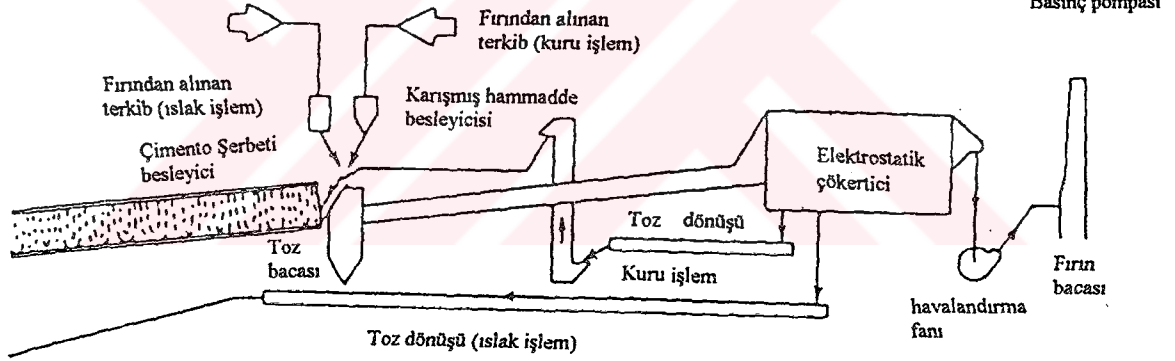
Üç işlemin sonunda elde edilen en son ürün, sonunda ambalajlanarak çimento arabalarına veya çimento kamyonlarına tren yolu ile yüklenir.Şekil 7.2'de çimento üretim fabrikasında ıslak ve kuru işlem için ayrıntılı plan verilmiştir [5].



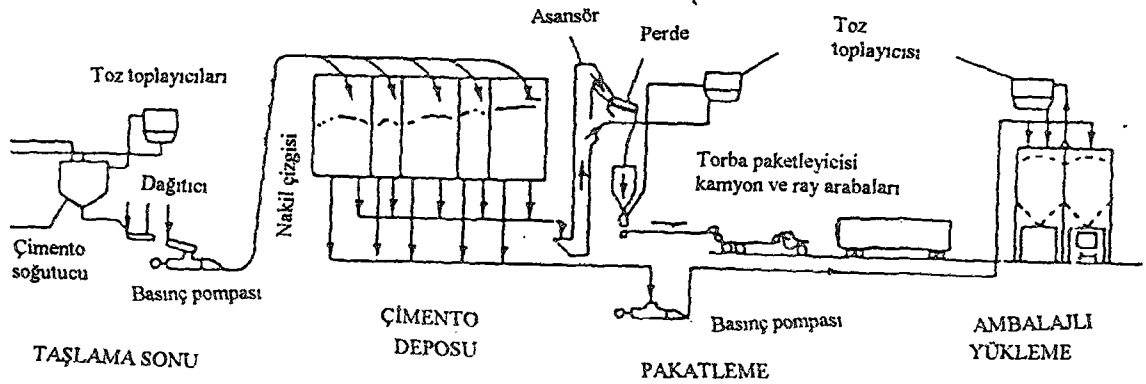
FIRIN BESLEME HAZIRLIĞI (Islak İşlem)



FIRIN BESLEME HAZIRLIĞI (Kuru İşlem)



FIRIN BESLENMESİ ve TOZ TOPLANMASI



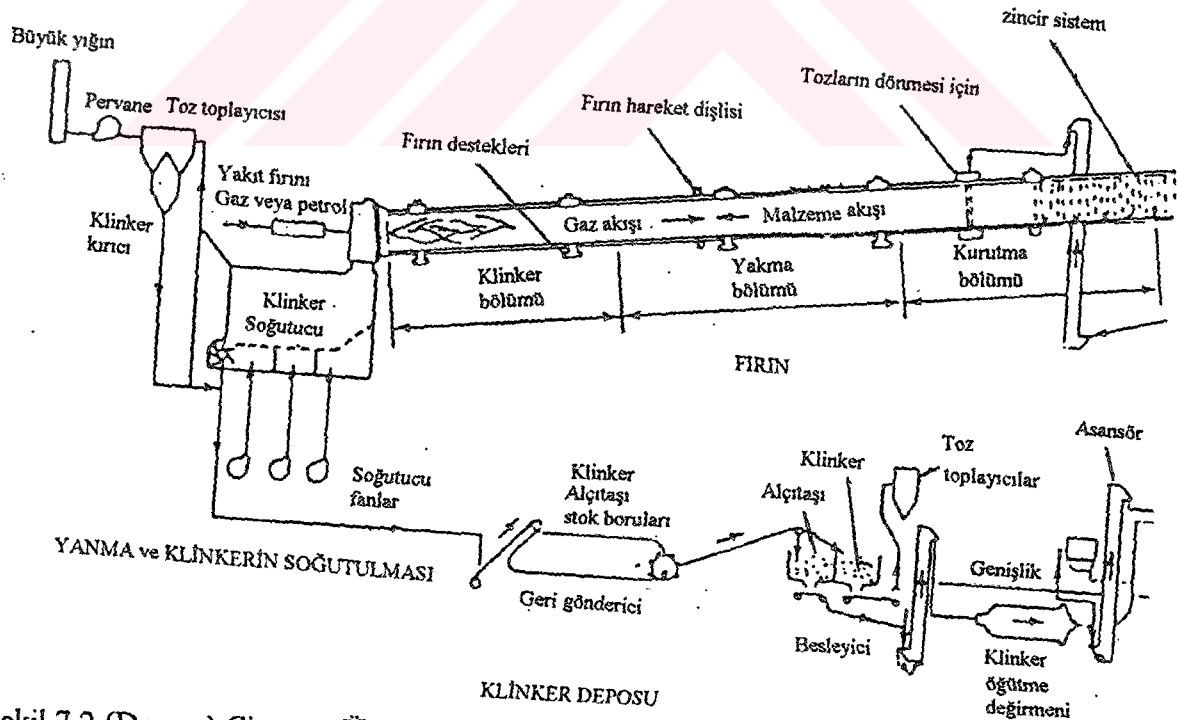
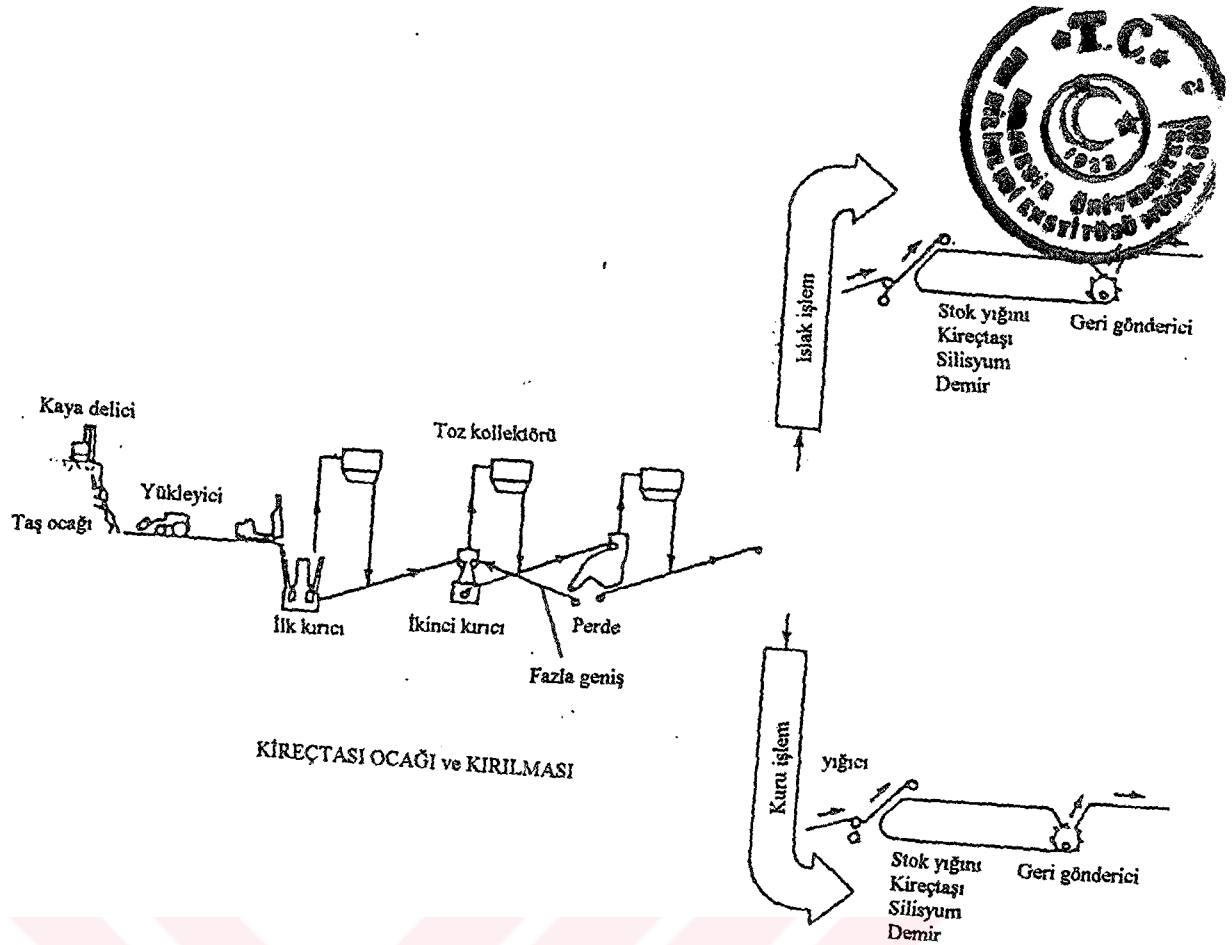
TAŞLAMA SONU

ÇİMENTO DEPOSU

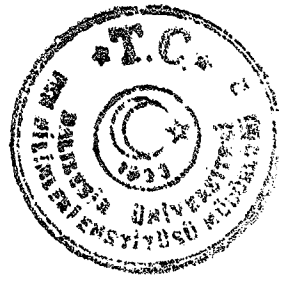
PAKATLEME

AMBALAJLI YÜKLEME

Şekil. 7.2 Çimento Üretim Fabrikasında Islak ve Kuru İşlem İçin Ayrıntılı Plan



Şekil 7.2 (Devam) Çimento Üretim Fabrikasında Islak ve Kuru İşlem İçin Ayrıntılı Plan



8. ÇİMENTO TİPLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Daha öncede belirtildiği gibi; başlıca silisyum, kalsiyum, alüminyum ve demir oksitleri ihtiva eden hammaddelerin pişirilmesi ile yarı mamul madde klinker elde edilmektedir. Bu klinkerin değişik katkı maddeleri ile farklı oranlarda karıştırılıp öğütülmesiyle değişik tipte çimentolar elde edilmektedir. Öğütme sırasında ilave edilen alçıtaşı, priz süresini ayarlayabilmek için kullanılmaktadır.

Bazı tip çimentoların karışım oranları, alçıtaşı hariç olmak üzere aşağıda verilmiştir.

Portland Çimentosu: % 100 klinker

Katkılı Çimento : Min. % 81 klinker + Max. %19 puzolanik madde

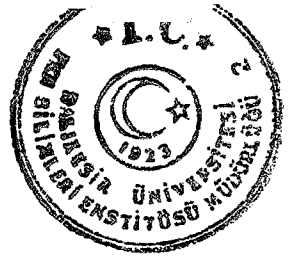
Traslı Çimento : % 60-80 klinker + % 40-20 tras

Yüksek Fırın Cürüflu Çimentolar: % 70-90 klinker + % 30-10 uçucu kül

Türkiye’de satılan çimentoların ağırlıklı bölümü katkılı çimento ve traslı çimentodur. Satışı yapılan diğer tip çimentoların oranı 1994 yılında toplam satışın % 14’ ü kadardır. Çimento karışımı içerisinde maliyeti en yüksek elemanın klinker olması nedeniyle üreticiler traslı ve katkılı çimento üretimini tercih etmektedir.

Katkılı ve traslı çimentolar; basınç dayanımı, priz süresi ve hacim genişmesi yönünden portland çimentosu ile aynı özellikleri göstermektedir. Tras, yüksek fırın cürüflu çimentolardaki cürufun yaptığı gibi, priz süresinde açığa çıkan ısıyı azaltıcı etki yapmaktadır. Örneğin, çimentonun içinde % 30 oranında tras varsa açığa çıkan ısı yaklaşık % 15 azalmaktadır. Barajlar gibi büyük beton gövdeli yapılarda, ısı genişmesinin verebileceği muhtemel hasarın en az seviyeye indirilebilmesi için traslı çimento kullanımı tercih edilmektedir. Diğer yandan tras, beton ve harcı işlenebilirliğini arttırdığı, oldukça yoğun kütleli beton dökümünü kolaylaştırdığı için, traslı çimento su altı beton elemanların dökümünde de kullanılmaktadır.

Süper sülfat çimentosu, esas itibarıyla yüksek fırın cürufunun alçıtaşı ve bir miktar klinkerle öğütülmesiyle elde edilir. Zararlı sulara karşı dayanıklılığı çok yüksektir.



8.1 Portland Çimentosu

Geniş hacimli bir malzeme kütlesini temsil eden normal portland çimentosu İngiliz Standart Şartnamesi B.S. 12’de “normal ve çabuk serleşen portland çimentosu” olarak belirtilen çimento şöyle tanımlanmaktadır:

“Çimento, ister normal ister çabuk donan türden olsun, çoğunlukla kalsiyum silikatlardan oluşan ve esas olarak kireç (CaO) ve silis (SiO₂) ile daha az miktarda alümin (Al₂O₃) ve demir oksit (Fe₂O₃) in homojen ve önceden saptanmış miktarlara göre karışımının kısmi ergimeye kadar pişirilmesi ile oluşan klinkerin öğütülmesi ile elde edilmektedir. (bkz. B.S. 4627: 1970’in 301 no’lu paragraf)”

Çimento da aşağıda belirtilenlerden başka hiçbir katkı maddesi ihtiva etmeyecektir.

“Su, veya alçıveya anhidrit, veya diğer CaSO₄ türevleri, veya bunların kombinasyonları, katkı miktarı sülfürik anhidrid ve kızdırma kaybı limit değerlerini geçmeyecek şekilde olacaktır.”

Normal Portland Çimentosu’na (NPÇ) ve çabuk donan Portland Çimentosu’na (ÇDPÇ) ilaveten aşağıdaki iki özel çimento tipi de bu tanımlamanın kapsamına girmektedir.

Beyaz Portland Çimentosu bileşim bakımından beyazlığını sağlamak üzere, gri çimentodan farklı olmakla beraber B.S.12’ye uymaktadır.

Sülfata mukavim Portland Çimentosu (SMPÇ) ise şimdi ayrı bir İngiliz standart şartnamesi çerçevesine girmektedir. B.S 40227: Bölüm 2:1972 “Sülfata Mukavim Portland Çimentosu” [19].

Portland çimentoları (PÇ), 28 günlük basınç dayanımlarına göre;
Portland Çimentosu 32.5 (PÇ32.5),
Katkılı Portland Çimentosu 42.5 (PÇ42.5),



Portland Çimentosu 52.5 (PÇ52.5),
olmak üzere üç tiptir.

Portland Çimentosu'nun kimyevi özellikleri çizelge 8.1'de verilen değerlere uygun olmalıdır [9].

Çizelge 8.1 Portland Çimentosu'nun Kimyevi Özellikleri

Bileşenler	% En Çok (m/m)
Kükürt Trioksit (SO ₃)	3.5
Magnezyum Oksit (MgO)	5
Kızdırma Kaybı	4
Çözünmeyen Kalıntı	1.5

Portland çimentolarının basınç mukavemetleri çizelge 8.2'de verilen değerlerden az olmamalıdır.

Çizelge 8.2 Portland Çimentolarının Basınç Mukavemet Değerleri

Çimento Tipi	Basınç Mukavemetleri (En Az) N/mm ²		
	2 Gün	7 Gün	28 Gün
PÇ 32.5	10	21	32.5
PÇ 42.5	20	31.5	42.5
PÇ 52.5	25	35.5	52.5

8.2 Portland Çimentosunun Bileşim Faktörleri

8.2.1 P.Ç. Klinkerinin Temel Yapısı

İsteğe uygun ham karışımın kısmi ergime derecesine kadar (%29-30 sıvı faz) pişirilmesiyle elde edilen klinker başlıca 4 kristal yapıda kalsiyum bileşiği karışımından oluşur. Bunların ikisi silis, biri alümin ötekide alümin ve ferrit oksitlerinin birlikte bulunduğu kalsiyum bileşikleridir. Klinkerde bu başlıca dört kireç (CaO), silis (SiO₂),



alümin (Al_2O_3) ve demir oksit (Fe_2O_3) ana yapı taşından başka, alkali metal oksitler (Na_2O , K_2O), magnezyum (MgO) ve kükürt (başlıca alkali metal ve kalsiyum sülfatları olarak) içeren ve klinkerin % 2-6'sı oranında bir miktarını oluşturan bir çok ikincil bileşikler de bulunmaktadır.

Portland çimentosu'nu oluşturan oksitler ve miktarları çizelge 8.3'te verilmiştir [19].

Çizelge 8.3 Portland Çimentosu'nu Oluşturan Oksitler ve Miktarları

	Oksit	Çimento Kimyasına Göre Sembolü*	Miktarı %
Kireç	CaO	C	60-67
Silis	SiO ₂	S	17-25
Alümin	Al ₂ O ₃	A	3-8
Demir Oksit	Fe ₂ O ₃	F	0.5-6
Kükürt Trioksit	SO ₃	S	1-3
Magnezyum Oksit	MgO	M	0.1-4
Alkaliler	Na ₂ O+K ₂ O	N+K	0.2-1.3

* Çimento kimyasına göre su, H₂O, sadece H harfiyle gösterilmektedir. Bu durumda kalsiyum hidroksit, (CaOH)₂sadece CH ve alçıtaşı, CaSO₄.2H₂O veya CaO.SO₃.2H₂O, ise CSH₂ olarak ifade edilmektedir [7].

Klinkerin 4 ana bileşkesi şunlardır;

1) Trikalsiyum silikat $3CaO.SiO_2$, C_3S olarak belirtilir. Buna genelde 'Alite' denir, C_3S saf olmayıp katı halde, özellikle MgO ve Al_2O_3 bazı gibi ikincil bileşiklerle modifiye olduğu ifade edilmektedir.

2) Dikalsiyum silikat $2CaO.SiO_2$ veya C_2S 'e Belit denilir. C_2S 'nin değişik kristal yapıları bulunup en çok mevcut olan β - C_2S 'de gayri safiyetler nedeniyle



stabilize olmuş bir yapıdır. Bir başka şekli de Y-C₂S olup hiç bir hidrolik özellik taşımadığından mevcudiyeti hiç istenmez.

3) Trikalsiyum alüminat 3CaO.Al₂O₃ olup C₃A olarak gösterilir. Bu bileşik, % 15'i nadiren aşan genellikle % 9-12 miktarlarda bulunmaktaysa da çimento karakteristiği üstünde, önemli bir rolü vardır.

4) Kalsiyum alüminoferrit. Bu bileşik genel olarak tetra kalsiyum alüminoferrit 4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃ veya C₄AF olarak ifade edilir ise de dikalsiyumferrit C₂F ve dikalsiyum alüminat C₂A kombinasyonları ile temsil edilen geniş bir aralığa yayılmış olup C₄AF veya C₂A.C₂F bu kombinasyon aralığının sadece belli bir bileşimini oluşturmaktadır.

8.2.1.1 Çimentonun Kimyasal Bileşimi

P.Ç'nin kimyasal bileşimi, içinde bulunan komponentlerin miktarına göre değişir; Çizelge 8.4 tipik bir P.Ç'nin analizini vermekte olup her komponentin rastlanabilecek varyasyonları da hizalarında gösterilmiştir.

Beyaz P.Ç'nin tipik bir analizi ile sülfata mukavim P.Ç'ninki ayrıca verilmiştir. Görüleceği gibi, her iki tip çimento da, normal P.Ç'nin normal içeriği dışında bulunan komponentler de yer almaktadır ve bu çimentolara kendilerine özgü karakteristikleri bu komponentler vermektedir.

Çimentonun kimyasal yapısı çimento özelliklerini belirleyen değişik faktörler cinsinden ifade edilmektedir; bu faktörler çizelge 8.4'te ki analizlere göre tartışılacaktır.

Bu faktörler, silikat modülü, alümin modülü, kireç doygunluk (KDF) faktörü ve kireç bağlama (KBF) faktörüdür.



Çizelge 8.4 Adi, Beyaz ve Sülfata Mukavim Portland Çimentosunun Tipik Analizi

	NPÇ (%)	BEYAZ P.Ç. (%)	S.M.P.Ç. (%)
SiO ₂	20.70 (18.0-24.0)	22.50	20.50
L.R. (Ç.K.)	0.50 (Kadar-1.5*)	0.10	0.20
Al ₂ O ₃	5.75 (4.0-8.0)	4.50	3.75
Fe ₂ O ₃	2.50 (1.5-4.5)	0.30	5.50
Mn ₂ O ₃	0.50 (0.03-0.50)	0.03	0.05
TiO ₂	0.30 (0.20-0.40)	0.33	0.30
P ₂ O ₅	0.15 (0.05-0.30)	0.17	0.15
CaO	64.00 (62.0-66.0)	67.50	64.50
MgO	1.00 (0.7-4.0*)	8.35	0.75
SO ₃	2.75 (1.5-3.0*)	2.50	2.20
L.O.I	1.50 (Kadar-3.0*)	1.50	1.50
K ₂ O	0.60 (0.1-1.5)	0.10	0.40
Na ₂ O	0.20 (0.1-0.9)	0.12	0.20
	100.00	100.00	100.00
Serbest kireç	2.0 (0.5-3.0)	2.5	1.0
LSF (KDF)	93.4 (88-102)	95.9	96.2
K.S. (KBF)	90.04	92.2	94.6
S/A+F	2.51 (1-4)	4.69	2.22
A/F	2.30 (1-4)	15.00	0.68
Minerolojik yapı			
(Bogue)	%	%	%
C ₃ S	45.1	55.8	63.4
C ₂ S	25.3	22.4	11.0
C ₃ A	11.0	11.4	0.6
C ₄ AF	7.6	0.9	16.7
Serbest kireç	2.0	2.5	1.0

* BS Spesifikasyon limiti

L.O.I.= Kızdırma kaybı

Standart Şartnamelerde bulunması gereken miktarların kısıtlandığı bir dizi komponent daha bulunmaktadır.

1) Çözünmez kalıntı (Ç.K). Bu asitle çözünmeyen maddeler olup genellikle ilave edilen alçı taşından gelen topraklardan oluşmaktadır. Şartnamede (T.S 687) belirtilen metoda göre tayin edildiklerinde % 1.5'u geçmemeleri gerekir.



2) Magnezyum Oksit. Çimentoda bulunan magnezyum oksit'in oranı geçmemelidir. Aslında Büyük Britanya'daki pek az sayıdaki çimentolarda magnezyum oksit, bu miktarın yarısını geçmektedir.

3) Kükürt trioksit (SO₃). Çimentoda müsaade edilebilen kükürt miktarı SO₃ cinsinden, C₃A % 7'den yüksekse % 3.0'ü, C₃A % 7 ya da daha düşükse % 2.5'u geçmemelidir.

4) Kızdırma kaybı (K:K). Vasat iklim koşullarında toplam kızdırma kaybı % 3'ü, tropikal iklimlerde ise % 4'ü geçmemelidir [19].

Portland Çimentosu klinkerinin kimyasal özellikleri çizelge 8.5'te verilmiştir.

Çizelge 8.5 Deney Çimentosunun Kimyasal Özellikleri

Kükürt Tri Oksit (SO ₃), en çok	% 3
Magnezyum Oksit (MgO), en çok	% 4
Kızdırma kaybı, en çok	% 3
Çözünmeyen kalıntı, en çok	% 1

8.2.1.2. Silikat Modülü

Bu, çimentodaki SiO₂ miktarının, Al₂O₃ ve Fe₂O₃ toplamına oranı olup şöyle ifade edilir;

$$\frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad \text{veya kısaca} \quad \frac{S}{A+F} \quad \text{veya} \quad S/R$$

Bu modülün anlamı için bileşim açısından şunu söyleyebiliriz. Silis oranı ne kadar yüksekse, diğer faktörler değişmediği takdirde çimentodaki kalsiyum silikat oranı da o kadar yüksek demektir.



8.2.1.3 Alümin-Demir Oksit Oranı (Alümin Modülü)

Alümin-demir oksit oranı çimentodaki alüminyum oksitin demir oksite oranı olup şöyle ifade edilir.

$$\frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad \text{veya kısaca } A/F$$

Bu oran çimentodaki C_3A 'nın C_4AF 'ye oranını tayin eder, bu oran ne kadar yüksekse C_3A 'nın oranı da o kadar yüksek demektir. Görüleceği gibi 0.64 gibi bir oran ferrit faz olarak C_4AF ile C_3A muhtevasının sıfır olduğunu ifade etmektedir.

8.2.1.4. Kireç Doygunluk Faktörü

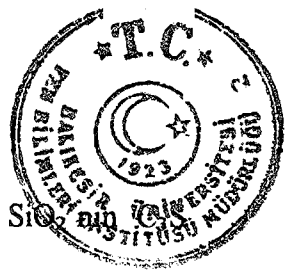
Genelde amaç, mümkün olduğu kadar yüksek C_3S içerikli bir klinker üretmektir, tabii ki bu, mevcut malzemenin toplam kompozisyonuna ve işletme koşullarına bağlı olan bir husustur. Bu potansiyeli B.S. 12'de verildiği gibi kireç doygunluk faktörü cinsinden ifade etmekteyiz.

$$LSF = \frac{\text{CaO} - 0.7(\text{SO}_3)}{2.8(\text{SiO}_2) + 1.2(\text{Al}_2\text{O}_3) + 0.65(\text{Fe}_2\text{O}_3)} (\times 100) \quad \% \text{ olarak ifade etmek için}$$

Burada parantez içindeki her sembol (toplam çimento ağırlığı itibarıyla) oksit yüzdesine tekabül etmektedir ve çözünmez kalıntıda mevcut olanı dikkate almamaktadır.

Görüleceği gibi bu ifade de SO_3 'ün tümünün CaO ile birleşmiş olduğu ve $0.7(\text{SO}_3)$ 'te CaSO_4 'teki SO_3 'e eşdeğer CaO temsil ettiği kabul edilmektedir.

Bu ifade, bu malzemelerin denge durumu kombinasyonlarının etütlerinden çıkartılmıştır. $LSF=1.0$ (veya % 100) olduğu zaman mevcut silisin maksimum bölümü C_3S şeklinde olup SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ve CaO sisteminde pişme ısıcılığında serbest



kireç bulunmamaktadır. LSF'nin 1.0'den daha düşük değerlerinde SiO₂ olarak oranı da giderek azalır ve C₂S oranı yükselir.

8.2.1.5 Kireç Standardı (K.S)

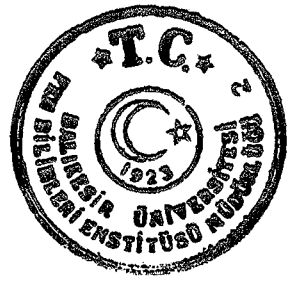
Bu deyim C₃S miktarı için kullanılmaktadır. Çünkü bütün normal çimentolarda bir miktar serbest kireç bulunmaktadır, yani, hiçbir komponente bağlanmamış olan kirecin C₃S üretilmesine hiç bir katkısı yoktur. İşte bu nedenle kireç standardı (K.S) diye bir faktör kullanılmaktadır, bu faktör kireç doygunluk faktöründen sadece serbest kireci hesaba katma açısından ayrılmaktadır.

$$K.S = \frac{(CaO) - 0.7(SO_3) - (Serbest CaO)}{2.8(SiO_2) + 1.2(Al_2O_3) + 0.65(Fe_2O_3)}$$

Bu duruma göre K.S=1.0 ise, mümkün olabilen en çok miktardaki silis C₃S şeklinde bulunuyor demektir; bütün bunlar silis, alüminyum, demir oksit ve kireç arasındaki kimyasal etkileşimin denge konumu araştırmaları ile ortaya konmuş olmaktadır.

8.2.1.6 P.Ç'nin Yapısı

Çimentonun özelliklerini gözden geçirirken çoğu zaman bu özellikler, sözü edilen 4 ana komponente göre bileşik kompozisyonları açısından incelenmektedir ve bunların çimentodaki miktarları da kimyasal analiz sonuçlarına göre hesaplanarak bulunmaktadır. Önerilen değişik hesaplama yöntemleri arasında Bogue yöntemi en kolay ve yaygın olarak kullanılan yöntem olup NPC için böyle bir hesaplama ile bulunan değerler Çizelge 8.4'teki analizlerde gösterilmiştir [19].



8.3 İkincil Elementlerin Durumu

Bunları, Çizelge 8.4'teki tipik analiz sırasına göre kısaca inceleyeceğiz.

8.3.1 Çözünmez Kalıntı

Bu komponent klinkere ilave edilen alçıtaşından ileri gelen bir komponenttir ve genellikle silisli kil türünden bir malzemedir. Az bir kısmında klinkerdeki birleşmenin silisli kalıntılardan veya klinkere geçen fırın astar malzemesinden oluşur.

8.3.2 Manganez

En çok Mn_2O_3 halinde bulunur ve C_4AF oluşumunda demire analog reaksiyon gösterir. Normalde etkisi önemsenmemekle beraber fazla miktarda mevcut bulunursa alümin ve silikat modüllerini düşürür.; ve LSF ve mineralojik kompozisyonlar hesaplanırken Fe_2O_3 'e ilave edilmesi gerekir.

8.3.3 Titanyum

TiO_2 halinde katı silikat çözeltisinde ve diğer fazlarda muhtemelen kalsiyum titanat halinde bulunur. Analizlerde Al_2O_3 gibi etki gösterir.

8.3.4 Fosfor

Bu elementin dikalsiyum silikat fazında katı çözeltide en fazla bulunduğu sanılmaktadır. Az miktarlarda mevcut olduğu zaman % 0.2-0.3, P_2O_5 optimum aralıklarında çimento üzerinde olumlu bir etkisi vardır.



8.3.5 Magnezyum Oksit

MgO belli bir oranda CaO gibi davranır ve böylece çimentonun LSF'sini etkin bir şekilde artırır ve kompozisyonu büyük ölçüde etkiler. Bu bileşiğin C_3S 'nin yapısına katı çözelti olarak alüminyum oksidin bir kısmı ile birlikte girdiği bilinmektedir. Magnezyum ve alüminyum oksit ikisi birlikte, mevcut alite'nin % 5'ini oluşturabilir ve Bogue hesapları ile elde edilen C_3S 'nin alite muhtevasında bir artış varmış intibamı uyandırabilir. Pişirme sıcaklığında sıvı faz C_3A ve C_4AF 'den oluşur, bu faza biraz silis ve kireç fazlası ile % 5'e kadar MgO (sıvı muhteva olarak) girebilmektedir. Klinker soğuduğu zaman MgO, C_3A ve C_4AF 'nin yapısına girer ve bir ölçüye kadar da C_2S 'de CaO'ya ikame edebilir. % 2'ye kadar MgO'nun (klinkerde) bu şekilde bünyede kalabildiğine ve çimento ana bileşikleri arasına girebildiğine inanılmaktadır. MgO'nun fazlası veya gayri muntazam dağılımından ötürü bünyeye girememiş olan MgO birleşmemiş MgO olarak periclase şeklinde bulunur.

Bu serbest MgO, hidratasyona uğramış çimento harçları ve betonun harabiyetine yol açar, çünlü hidratasyonun yavaş olması nedeniyle zaten sertleşmiş olan materyalde tahrip edici genişleme kuvvetleri doğacaktır. İşte sırf bu yüzden portland çimentosundaki MgO varlığı için bir spesifikasyon limiti konulmuştur (%4).

8.3.6 Kükürt Trioksit

Çimentodaki SO_3 'ün iki kaynağı vardır, ya alçıtaşı ile bir yada birden fazla $CaSO_4$ türü olarak bünyeye girer veya kullanılan yakıtta bulunan kükürdün yanması ile klinkere karışır ve klinker öğütüldüğü zaman çimentoya geçer. Klinker sülfatını genellikle alkali sülfatlar oluşturur, fakat %0.50 veya daha fazla SO_3 içeren klinkerlerde $CaSO_4$ oranı çimentodan SO_4 ve alkali konsantrasyonlarına göre giderek artar. Böyle durumlarda $CaSO_4$, K_2SO_4 ile bir çift tuz teşkil eder. $2CaSO_4$, K_2SO_4 ve bu şekliyle aktif bir çözünürle formda bulunur. Çok nadiren klinker sülfatları susuz



CaSO₄ şeklinde bulunur. Bu tür CaSO₄ çok yavaş çözündüğü için geciktirilmesi açısından oldukça inaktiftir.

8.3.7 Kızdırma Kaybı

Bu, su ve CO₂'den oluşur. En basit şekliyle, su kısmen ilave edilen alçıtaşından gelen CaSO₄'e bağlı bulunur, kısmen de serbest kirecin bir kısmına Ca(OH)₂ olarak bağlanmıştır. CO₂ miktarı az olabilir, bu da serbest veya bağlı kirecin öğütme sırasında kısmi bir karbonasyonundan meydana gelir, ya da % 1'e kadar bir kısım, genel ilave edilen alçıtaşında mevcut olabilecek CaCO₃'ten ileri gelebilir. Bu ikinci durumda, bilinen LSF hesaplamaları gerçek rakamdan % 2 kadar yüksek çıkabilir, bunun sebebi de bu CaCO₃'den oluşan CaO'nun bağlı kireç gibi mütalaa edilmesidir.

Havalandırılmış (aerated cement) çimentoda genellikle suyun içinde eser miktarda da Ca alüminat ve silikat hidratlara bağlı hidratasyon suyu bulunur ve çimento komponentlerinin CO₂ bağlaması nedeniyle de CO₂ oranı yükselir.

8.3.8 Alkaliler

Alkaliler, özellikle K₂O, sülfat şeklinde bulur ama hemen daima klinkerde bunları tamamen bağlayacak yeterli miktarda sülfat bulunmamaktadır. Sülfat şekline giremeyen alkaliler çimento klinkerinin ana komponentlerine CaO'ü kame etmek üzere girerler ve böylece tıpkı MgO'da olduğu gibi kireç doygunluk faktörünün, etkili bir biçimde yükselmesine ve bileşim kompozisyonunun C₃S miktarı artacak yönde değişmesine yol açarlar. Aslında alkalilerin büyük bir kısmı eğer sülfat şeklinde bağlanmamış ise kalsiyum alüminat ve silikat fazlarında yer almayı tercih etmektedirler [19].



9. ÖZEL PORTLAND ÇİMENTOLARI

Beyaz P.Ç ile sülfata mukavim P.Ç. iki ekstrem bileşimi temsil eder. Bunların tipik analizleri Çizelge 7.4'te verilmiştir.

T.S 19 Portland Çimentoları isimli standartta tarif edilen üç tip portland çimentosuna (P.Ç 32.5, P.Ç 42.5 ve P.Ç 52.5) ek olarak, Türkiye'deki diğer çimento tipleri ve bunlarla ilgili Türk Standartları Çizelge 9.1'deki gibidir [7].

Çizelge 9.1 Türkiye'de Üretilen Portland Çimentosu Dışındaki Diğer Çimento Tipleri

Çimento Tipi	Sembolü	İlgili Standart No'su	En Son Yayınlandığı Yıl
Trashlı Çimento	TÇ 32.5*	TS 26	1992
Uçucu Küllü Çimento	UKÇ 32.5	TS 640	1992
Katkılı Çimento	KÇ 32.5	TS 10156	1992
Cürüflu Çimento	CÇ32.5*	TS 20	1992
Cürüflu Çimento	CÇ 42.5**	TS 20	1992
Süper Sülfat Çimentosu	SSÇ 32.5	TS809	1994
Sülfata Dayanıklı Çimento	SDÇ 32.5	TS 10157	1992
Erken Dayanımı Yüksek Çimento	EYÇ 52.5	TS 3646	1994
Beyaz Portland Çimentosu	BPÇ 32.5	TS 21	1994
Beyaz Portland Çimentosu	BPÇ 42.5	TS 21	1994
Harç Çimentosu	HÇ 16	TS 22	1992

* Sembollerdeki sayılar 28 günlük en az dayanımı N/mm^2 ile göstermektedir.

** Cürüflu çimentolar, "Yüksek Fırın Cürüflu Çimentolar" olarak ortak bir isimle tanımlanmaktadır.



Türkiye’de üretilmekte olan çimentolara ait deneylerin yapılabilmesi için Türk Standartları Çizelge 8.2’de belirtilmektedir [7].

Çizelge 9.2 Türk Çimento Deneylerinin Standartları.

Standart Numarası	Adı	En Son Yayınlandığı Yıl
TS 23	Çimento Numune Alma Metotları	1986
TS 24	Çimentoların Fiziki ve Mekanik Deneyleri	1985
TS 687	Çimentonun Kimyevi Analiz Metotları	1994
TS 819	RILEM Cembureau Standart Kurumu	1976

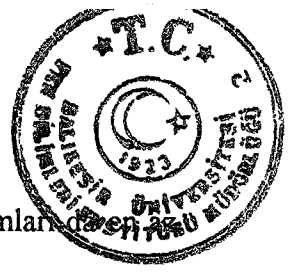
9.1 Beyaz Portland Çimentosu

Beyaz Portland Çimentosu, özel nitelikli kireçtaşının birlikte pişirilmesiyle elde edilen beyaza yakın renkli klinkerin bir miktar alçıtaşı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ile birlikte öğütülmesiyle elde edilen, beyaz renkli hidrolik bir bağlayıcıdır.

Beyaz portland çimentosunun kimyasal özellikleri Çizelge 9.3’te verilen değerlere uygun olmalıdır.

Çizelge 9.3 Beyaz Portland Çimentosunun Kimyasal Özellikleri

Bileşenler	% En Çok
Magnezyum Oksit (MgO)	5
Kükürt Trioksit (SO_3)	4
Demir Oksit (Fe_2O_3), Mangan Oksit(MnO) Toplamı	0.8
Çözünmeyen Kalıntı	1
Kızdırma Kaybı	6



Beyaz portland çimentosunun basınç ve eğilmede çekme dayanımları Çizelge 9.4'te verilen değerler kadar olmalıdır [10].

Çizelge 9.4 Beyaz Portland Çimentosunun Dayanım Değerleri

Çimentonun Cinsi	Basınç Dayanımları N/mm ²		Eğilmede Çekme Dayanımları N/mm ²	
	7 Gün	28 Gün	7 Gün	28 Gün
BPÇ 32.5	20.6	31.9	3.9	5.4

Analizlerden ve bileşik kompozisyonlarından da görüleceği gibi bununla normal p.ç. arasındaki esas fark demirin düşük miktarda olması nedeniyle C_4AF 'nin de miktarının düşük olmasındandır. Bunun böyle olması gereği şundan kaynaklanır; p.ç'nun 4 ana fazından sadece Ca alüminoferrit renkli bir fazdır ve n p ç'ye karakteristik rengini bu faz verir. Bu faz ne kadar fazla ise renk de o da koyu gri olmaktadır. Genelde beyaz bir çimento yapmak için Fe_2O_3 muhtevasını, % 0.40'ın civarına düşürmek gerekmektedir. Bu miktar daha da düşürülürse beyazlığın artmasında daha fazla etkili olmamaktadır. Bu düşük Fe_2O_3 , MgO ve alkali miktarı saf kireçtaşı veya kaolen kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Beyaz p.ç'nin en önemli ikincil yapı taşları Manganez ve kromoksittir; kromdan p.ç'de sadece %0.001-0.005 miktarında bulunduğu için kaliteyi hiç etkilemediğinden daha önce söz edilmemiştir. Beyaz p.ç'de Cr_2O_3 % 0.001 bile bulunması beyazlığı etkiler, % 0.035 düzeyindeki Mn_2O_3 için de bu geçerlidir. Bu bileşiklerin mevcudiyeti, beyaz çimento yapılabilecek uygun bir klinker üretebilmek için yüksek sıcaklıkta redükleyici koşullar altında çalışmayı gerektirmektedir [19].

9.2 Sülfata Dayanıklı P.Ç.

Sülfatlara dayanıklı çimento, C_3A (Triksiyum Alüminat) miktarı en çok % 5 olan portland çimentosu klinkerinin bir miktar alçıtaşı ile öğütülerek elde edilen hidrolik bir bağlayıcıdır



Bu çimento, sülfatlı su ile temas etmesi muhtemel yapılarda betonun tahribatına uğramaması için kullanılır, en çok kullanma alanı barajlardır. Böyle bir SO_4 tansiyon $CaSO_4$ ve hidrate kalsiyum alüminat arasında oluşan bir etkiye sonucu ettringite adı verilen ve şu kimyasal formüle sahip bir kompleks maddenin oluşması nedeniyle oluşmaktadır.



Bunun oluşumu, sertleşmiş beton strüktürlerde SO_4 reyonları ve suyun etkimesi ile ortaya çıkan genişleme kuvvetlerinin çatlaklar meydana getirmesi ve strüktürü tahrip etmesine yol açmaktadır.

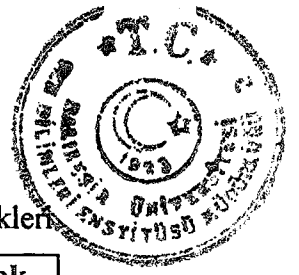
Sülfata dayanıklı çimentolar, bu problemin, C_3A miktarını düşürüp (ilave hammadde olarak Fe_2O_3 kullanılır) betonun kalsiyum alüminat hidrat miktarını, ettringite oluşumu nedeniyle betonun tahribatına imkan vermeyecek bir düzeyde tutmak suretiyle üstesinden gelmektedirler.

Çizelge 8.4'teki tipik analizden de görüleceği gibi bunu yapmak için kompozisyonun uygun miktarda düşük bir C_3A miktarı seçilerek A/F oranı düşürecek şekilde ayarlanması gerekmektedir. Diğer konular açısından bu çimentonun n.p.ç'den farkı yoktur [19].

TS 10157'ye göre üretilebilecek bu tip çimentolarda bulunması gereken C_3A ve C_4AF+2C_3A oranları, sırasıyla, en çok % 5 ve % 25 olarak sınırlandırılmıştır.

Sülfatlara dayanıklı çimento, ASTM Tip V çimentosuna oldukça benzer bir çimentodur [7].

Sülfatlara dayanıklı çimentonun kimyevi özellikleri Çizelge 9.5'de verilen değerlere uygun olmalıdır [18].



Çizelge 9.5 Sülfatlara Dayanıklı Çimentonun Kimyevi Özellikleri

Kimyevi Özellik	% En Çok
Kızdırma Kaybı	5.0
Çözünmeyen Kalıntı	1.5
Kükürt Trioksit (SO ₃)	3.5
Magnezyum Oksit (MgO)	5.0
Trikalsiyum Alüminat (C ₃ A)	5.0
Tetrakalsiyum Alümina Ferrit+ 2 Trikalsiyum Alüminat (C ₄ AF+2C ₃ A)	25.0

Sülfatlara dayanıklı çimentonun basınç mukavemetleri Çizelge 9.6'daki gibi olmalıdır [18].

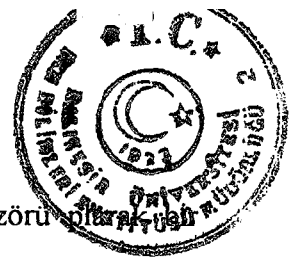
Çizelge 9.6 Sülfatlara Dayanıklı Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri

Basınç Mukavemeti N/mm ² (En az)	
7 gün	8 gün
21	32.5

9.3 Süper Sülfat Çimentosu

Süper sülfat çimentosu özel bir çimentodur. Bu çimentonun üretiminde kullanılan malzemeler arasında en büyük payı (en az %65'ini) granüle yüksek fırın cürufu almaktadır. Ancak bu çimento, içerdiği nispeten yüksek miktardaki kalsiyum sülfattan ötürü, cürufli çimentolar gibi yüksek fırın cüruf çimentoları sınıfına dahil edilmemektedir.

Sülfatlı cüruf çimentosu üretimi için kullanılan malzemeler şunlardır: Granüle yüksek fırın cürufu ile kalsiyum sülfat (anhidrit olarak, CaSO₄) ve az miktarda (en çok % 15) Portland çimentosu veya portland çimentosu klinkeri. Bu maddelerin karışımı öğütülmektedir. Burada kullanılan az miktardaki portland çimentosunun



veya portland çimentosu klinkerinin görevi kalsiyum sülfatın katalizörü olarak küçük miktar kalsiyum hidroksit sağlayabilmektir.

Granüle yüksek fırın cürufu (en az % 65)+kalsiyum sülfat, CaSO_4 +portland çimentosu veya klinkeri (en çok % 5) \longrightarrow Süper sülfat çimentosu.

Süper sülfat çimentosunun hidratasyon mekanizması diğer çimentolardan farklılık göstermektedir. İlk günlerdeki dayanım daha çok kalsiyum-alüminosülfhidrat (ettringite) oluşumundan ve daha sonraki dayanımlar C-S-H oluşumlarından sağlanmaktadır.

Bu tür çimentolar (İngiltere’de supersulfated cement, Almanya’da sulfathuttenzement, Belçika’da ve Fransa’da ise ciment sursulfate isimleriyle) daha çok Avrupa ülkelerinde üretilmekte ve ABD’de üretilmektedir. Türkiye’de TS 809 no’lu ve süper sülfat çimentosu isimli bir standart bulunmakla beraber, bu çimento ancak özel istek karşısında üretilebilmektedir.

Süper sülfat çimentosu sertleşmiş betonda genleşme ve dolayısı ile yıpranmalara yol açabilecek sodyum ve kalsiyum sülfat etkilerine (hücumlarına) karşı oldukça dayanıklıdır. Yüksek fırın cürufu çimentolara göre biraz daha az hidratasyon ısısına ve daha yüksek sülfat dayanıklılığına sahiptir. Literatüre göre, bu tür çimentolarla yapılan betonların soğuk havalarda ve $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ üzerindeki sıcak ortam koşullarında dayanım kazanma hızlarının düşük olduğu, buhar küre için uygun olmadıkları ve uzun süre sulu ortamda bakım görmeleri (kür edilmeleri) gerektiği belirtilmektedir.

Süper sülfat çimentosu, diğer çimentolarla karıştırılarak kullanılmamalıdır.

Süper sülfat çimentosu ile yapılan betonlarda su-çimento oranının 0.5’ten az olmaması tavsiye edilmektedir. Süper sülfat çimentosu, diğer çimentolardan daha ince olarak üretilmektedir.



Türk standartlarına göre, (normal) portland çimentosunda ve yüksek cüruf çimentolarında aranan en az incelik $2800 \text{ cm}^2/\text{g}$ iken sülfatlı çimentolarında aranan bu değer $4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 'dir.

Süper sülfat çimentosu, deniz yapıları, sülfatlı ortamlara maruz temeller, kanalizasyonlar gibi yerlerde kullanılacak betonlar ile kütle betonlarda kullanılmaktadır [7].

Süper sülfat çimentosunun basınç mukavemetleri çizelge 9.7'de verilen değerlere uygun olmalıdır [11].

Çizelge 9.7 Süper Sülfat Çimentosunun Basınç Mukavemet Değerleri

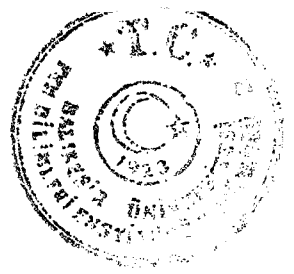
Basınç Mukavemeti, En az, (N/mm^2)		
2 gün	7 gün	28 gün
10.0	28 gün	32.5

Süper sülfat çimentosunun kimyevi özellikleri Çizelge 9.8'de verilen değerlere uygun olmalıdır [11].

Çizelge 9.8 Süper Sülfat Çimentosunun Kimyevi Özellikleri

Bileşenler	% (m/m)
Magnezyum oksit (MgO), en çok	9
Çözünmeyen kalıntı, en çok	3
Kükürttrioksit (SO_3), en az	4.5
Klorür (Cl), en çok (*)	0.1
Cüruf, en az	65

* Klorür miktarı % 1'i geçtiği takdirde gerçek miktar belirtilerek satışa sunulabilir.



9.4 Yüksek Fırın Cüruf Çimentoları

Yüksek fırın cürüflü çimentolar, granüle yüksek fırın cürufu ile portland çimentosu klinkeri karışımının küçük bir miktar alçıtaşı ile birlikte öğütülmeler, sonucu elde edilirler.

Granüle yüksek fırın cürufu, yüksek fırında demir cevherinin işlenmesi sırasında pik demirle aynı anda yan ürün olarak ortaya çıkan, ana bileşenleri kalsiyum ve alüminyum silikatlar olan ve ani olarak soğutulma sonucunda puzzolanik aktivite kazanarak granüle hale gelen bir malzemedir. Hem puzzolanik özelliğe hem de kalsiyum oksit oranının nispeten yüksek olmasından dolayı kendi başına bir miktar bağlayıcı özelliğe sahiptir. Yüksek fırın cüruf çimentoları ile aynı incelikteki portland çimentosunun özellikleri arasındaki fark, yüksek fırın cüruf çimentosunun üretiminde kullanılan katkı malzemesinin (cürufunun) miktarına bağlıdır.

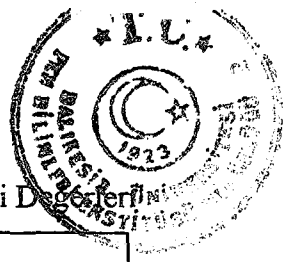
Yüksek fırın cüruf çimentoları, içerisindeki cüruf miktarına bağlı olarak, aşağıdaki özellikleri gösterirler. Deniz suyu ve diğer sülfatlı ortamlara karşı portland çimentosundan daha dayanıklıdır. İlk günlerdeki dayanım kazanma hızı ve hidratasyon ısısı portland çimentosununkinden daha azdır [7].

Yüksek fırın cüruf çimentolarının kimyevi özellikleri Çizelge 9.9'da verilen değerlere uygun olmalıdır [12].

Çizelge 9.9 Yüksek Fırın Cüruf Çimentolarının Kimyevi Özellikleri

Bileşenler	% En Çok (m/m)	
	CÇ 32.5	CÇ 42.5
Kükürt Trioksit (SO ₃)	3.5	3.5
Magnezyum Oksit (MgO)	10	10
Kızdırma Kaybı	5	5

Yüksek fırın cüruf çimentolarının basınç ve eğilmede çekme dayanımları en az Çizelge 9.10'da verilen değerler kadar olmalıdır [12].



Çizelge 9.10 Yüksek Fırın Cüruf Çimentolarının Basınç Mukavemeti Değerleri

Çimento Tipi	Basınç Mukavemetleri (En az) N/mm ²	
	7 gün	28 gün
CÇ 32.5	16	32.5
CÇ 42.5	21	42.5

9.5 Katkılı Çimento

Katkılı çimento üretiminde portland çimentosu klinkerinin bir bölümü puzzolanik madde ile değiştirilmekte ve elde edilen klinker ve puzzolan karışımı, yine küçül bir miktar alçıtaşı ile birlikte öğütülmektedir.

TS 10156 No'lu Katkılı Çimento Standardına göre KÇ 32.5 elde edebilmek için katılabilecek puzzolanik madde miktarı klinkerin en çok % 19'unu oluşturabilir. Özetle,

Portland çimentosu klinkeri+alçıtaşı →Portland Çimentosu

Portland çimentosu klinkeri (en az % 81)+ puzzolanik madde (en çok % 19)+ alçıtaşı →Katkılı Çimento. [7]

Katkılı Çimentonun kimyevi özellikleri Çizelge 9.11'de verilen değerlere uygun olmalıdır [13].

Çizelge 9.11 Katkılı Çimentonun Kimyevi Özellikleri

BİLEŞENLER	% En çok m/m
Kükürt Trioksit (SO ₃)	3.5
Magnezyum Oksit (MgO)	5
Kızdırma Kaybı	4
Çözünmeyen Kalıntı	15



Katkılı çimentonun basınç mukavemetleri’de Çizelge 9.12’de değ erlerden az olmamalıdır [13].

Çizelge 9.12 Katkılı Çimentonun Basınç Mukavemet Değ erleri

Basınç Mukavemetleri (En az) N/mm ²	
7 gün	28 gün
21	32.5

Katkılı çimento, genel iş lerde kullanılan (normal) portland çimentosunun kullanıldığı amaçlarla kullanılabilir. Aslında bu çimentoyu “puzzolan takviyeli portland çimentosu” olarak da tanımlayabilmek mümkündür. Katkılı olarak kullanılan puzzolan miktarı %10-15 (en çok %19) olduğ undan puzzolanik madde etkisi ile ilk günlerde dayanım kazanma hızındaki yavaşlık ve hidrasyon sıcaklığındaki azalma çok belirgin bir şekilde kendisini göstermemektedir [7].

Katkılı çimentolar normal portland çimentosu ile karşılaştırıldıklarında, üretim maliyetinin düşük olmasının yanı sıra, aşağıdaki açıklanan avantajları nedeniyle bazı özel uygulamalarla tercih edilirler:

Son dayanımlar daha yüksektir;

Aşındırıcı ortam (sülfatlı sular)’a karşı direnç artar;

Hidrasyon ısı ve termal bü zülme azalır;

Alkali agrega aktivitesi daha düş üktür;

İşlenebilirlikleri daha iyidir;

Su geçirmezliği daha fazladır. Ve ayrıca:

Puzzolanlar çimentonun hidrasyonu sırasında meydana gelen serbest kireci bağ larlar.

Diğ er yandan bazı dezavantajlar da göz önüne alınmalıdır:

Erken dayanımı portland çimentosuna göre genel olarak daha düş üktür;

Su gereksinimi ve kuru havada bü zülme artar;

Erime ve donmaya karşı direnç daha düş üktür [4].



9.6 Traslı Çimento

Tras, silisli ve alüminli maddeleri içeren volkanik bir tüftür. Kendi başına bulunduğu zaman bağlayıcı özellik göstermediği halde, çok ince öğütüldüğü takdirde ve kalsiyum hidroksitle biraraya getirilerek hidrasyon olanağı bulunduğu, bağlayıcı özellik gösterir. Bir başka deyişle, tras, “doğal puzzolanlar” sınıfına dahil bir malzemedir. Tras, her ne kadar doğal puzzolanlar sınıfına dahil malzemelerden birinin adı ise de Türkiye’de “tras” sözcüğü, genelleşmiş olarak, “doğal puzzolan” anlamında kullanılmaktadır. Traslı çimento doğal puzzolan içeren bir “portland puzzolan çimentosu”dur.

Traslı çimentonun üretiminde portland çimentosu klinkerinin bir bölümü doğal puzzolan (tras) ile değiştirilerek elde edilen “klinker ve tras karışımı” bir miktar alçıtaşı ile birlikte öğütülmektedir.

Türk standartlarına göre klinker ve tras karışımının ağırlıkça % 20-40 kısmı tras, karşılıklı olarak, % 80-60 kısmı klinkerden oluşmaktadır. Özetle, Portland çimentosu klinkeri (% 80- % 60)+doğal puzzolan (%20-%40)+alçıtaşı→Traslı çimento

Traslı çimento gibi % 20- % 40 mertebesinde puzzolan içeren çimentolar, normal işlerde kullanılan ve aynı incelikteki portland çimentolarına göre aşağıdaki farklı özellikleri gösterirler:

Traslı çimentonun ilk günlerde dayanım kazanma hızı portland çimentosuna göre daha yavaştır. Bu çimento ile yapılan betonların ilk günlerindeki basınç dayanımları biraz düşük tür. Ancak zamanla basınç dayanımında bir artma olur ve uzun vadede portland çimentosunun dayanımına erişebilirler.

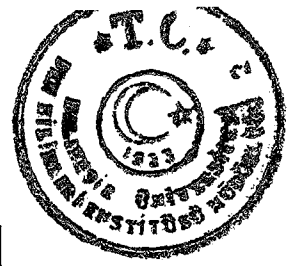
Traslı çimentonun hidrasyon ısısı portland çimentosununkinden daha azdır.



Serleşmiş betonda genleşmeler ve beton kırılmalarına yol açarak beton dayanıklılığını azaltan sülfat reaksiyonları ve alkali agrega reaksiyonlarına karşı, traslı çimento portland çimentosundan daha da dayanıklıdır.

Puzzolan katkıli çimentoların üretimi için öğütülecek klinkerin bir kısmı puzzolanla değiştirildiği düşünülecek olursa, örnek olarak % 30 puzzolan (tras) ve % 70 klinker diyelim, küçük bir miktarda alçıtaşı ile öğütülen klinker ve puzzolandan elde edilen portland puzzolan çimentosunun yaklaşık % 70'ini portland çimentosu ve % 30'unu puzzolan oluşturacaktır. Bu çimento su ile birleştiğinde önce % 70'lik bölümü oluşturan portland çimentosundaki bileşenler kimyasal reaksiyona başlayacaklardır. % 30'luk kısmı oluşturan puzzolanın kimyasal reaksiyonları yapılabilmesi için kalsiyum hidroksite (kirece) ihtiyacı vardır ve bu kireci portland çimentosundaki kalsiyum silikat bileşenlerine hidrasyon sonucunda elde edebilir. Bir başka deyişle, portland çimentosunda 100 kısımlık klinkerden oluşan bir bölümün tamamı reaksiyona başlayıp devam ederken, puzzolan katkıli çimentoda önce 70 kısımlık portland çimentosundaki bileşenler reaksiyona başlayacak ve 30 kısımlık puzzolanların devreye girmeleri ancak klinker bileşenlerinin reaksiyonu sonucu ortaya çıkan kalsiyum hidroksitlerle birleşerek mümkün olabilecektir. Bu nedenle, puzzolan katkıli çimentolarda açığa çıkan hidrasyon ısısının hızı portland çimentolarına göre, normal olarak daha azdır. Yine, traslı çimentoların ilk zamanlardaki (günlerdeki) dayanımları, portland çimentolarına göre daha azdır. Ancak, 28 günden sonraki basınç dayanımları portland çimentosuna dayanımına erişmekte hatta bazen daha büyük olabilmektedir [7].

Traslı çimentonun kimyevi özellikleri Çizelge 9.13'te verilen değerlere uygun olmalıdır.



Çizelge 9.13 Traslı Çimentonun Kimyevi Özellikleri

Bileşenler	% En Çok (m/m)
Magnezyum Oksit (MgO)	5
Kükürt Trioksit (SO ₃)	3.5
Kızdırma Kaybı	5

Traslı çimentonun basınç mukavemeti Çizelge 9.14'te verilenlerden az olmamalıdır [14].

Çizelge 9.14 Traslı Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri

Basınç Mukavemetleri (En az N / mm ²)	
7 Gün	28 Gün
21	32.5

9.7 Uçucu Küllü Çimento

Uçucu kül, termik santrallarda elektrik üretimi için yakıt olarak kullanılan öğütülmüş kömürden artık malzeme olarak elde edilen yapay bir puzzolanik malzemedir. Uçucu küllü çimento bu yapay puzzolanı içeren bir “portland puzzolan çimentosudur”.

Traslı çimento üretiminde olduğu gibi, uçucu küllü çimento üretiminde de portland çimentosu klinkerinin bir kısmı puzzolanla değiştirilerek elde edilen, puzzolan ve klinker karışımı alçı taşı ile beraber öğütülür. Yalnız burada kullanılan puzzolanın cinsi uçucu küldür. TS 640 no'lu Uçucu Küllü Çimento Satandardına göre klinker ve uçucu kül karışımının ağırlıkça % 10- % 30 kısmı uçucu kül, karşılıklı olarak % 90- % 70 kısmı klinkerden oluşmaktadır.

Uçucu küllü çimento ile ilgili bir Türk Standardı (TS 640) bulunmasına rağmen bu çimento türü Türkiye'de üretilmemektedir [7].



Uçucu küllü çimentoların kimyevi özellikleri Çizelge 9.15'te verilmiş ve uygun olmalıdır [15].

Çizelge 9.15 Uçucu Küllü Çimentoların Kimyevi Özellikleri

Bileşenler	% En çok m/m
Magnezyum oksit (MgO)	5
Kükürt Trioksit (SO ₃)	4
Çözünmeyen Kalıntı	29
Kızdırma Kaybı	5

Uçucu küllü çimentonun basınç mukavemetleri Çizelge 9.16'da verilen değerlerden az olmamalıdır [15].

Çizelge 9.16 Uçucu Küllü Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri

Basınç Mukavemetleri (En az N/mm ²)	
7 Gün	28 Gün
21	32.5

9.8 Erken Dayanımı Yüksek Çimento

“Erken dayanımı yüksek çimento”, standart portland çimentosu gibi kireçtaşı ve killi maddelerin pişirilmesi ile elde edilen klinkerin küçük bir miktar alçı taşı ile birlikte öğütülmesiyle elde edilir. Yalnız erken dayanımı yüksek çimentoda priz başlama ve sona erme süreleri portland çimentolarındaki gibi 1 ile 10 saat değil, 4.5 ile 6 saattir ve özgül yüzey (incelik) portland çimentolarındaki gibi en az 2800 cm²/g değil en az 3500 cm²/g'dir. Bir başka deyişle, erken dayanımı yüksek çimento, daha ince öğütülmüş bir çimentodur. Özellikle 2 ve 7 günlük olmak üzere basınç dayanımı standart portland çimentosunununkinden oldukça yükseltir. Bu çimentonun portland çimentolarına göre daha erken dayanım kazanması, inceliğin daha fazla olması ve o nedenle hidrasyonun daha erken yer almasından kaynaklanmaktadır. Erken



dayanımı yüksek çimento, EYÇ 52.5, ve portland çimentosu 52.5 karşılaştırıldığında dahi, bu çimentonun 2 ve 7 günlük basınç dayanımları daha yüksektir [7].

Erken dayanımı yüksek çimentonun kimyevi özellikleri Çizelge 9.17’de verilen değerlere uygun olmalıdır [16].

Çizelge 9.17 Erken Dayanımı Yüksek Çimentonun Kimyevi Özellikleri

Bileşenler	% (m/m) en çok
Kükürt Trioksit (SO ₃)	3.5
Magnezyum Oksit (MgO)	5
Kızdırma Kaybı	4
Çözünmeyen Kalıntı	1.5
Klorür (Cl)	0.1

Bu çimentonun basınç mukavemetler’de Çizelge 9.18’de verilen değerlerden az olmamalıdır [16].

Çizelge 9.18 Erken Dayanımı Yüksek Çimentonun Basınç Mukavemet Değerleri

Basınç Mukavemeti En Az (N/mm ²)		
2 Gün	7Gün	28Gün
30	40	52.5

9.9 Harç Çimentoları

“Harç çimentosu” ağırlıkça en az % 40 kısım portland çimentosu klinkeri ile en çok % 60 kısım puzzolanik madde (doğal puzzolan-tras veya uçucu kül) karışımının küçük bir miktar alçı taşı ile birlikte öğütülmesi sonucunda elde edilir. Üretimde, tras veya uçucu kül yerine, granüle yüksek fırın cürufu da kullanılabilir. Üretim yöntemi bakımından katkılı çimento veya traslı çimento üretiminden farkı yoktur. Ancak, bu üç ayrı tip çimentonun üretiminde portland çimentosu klinkeri ile puzzolanik maddeden oluşan karışımın içerisindeki puzzolan miktarları değişmektedir. Harç çimentosundaki puzzolan oranı % 60’a kadar çıkabilmektedir.



Harç çimentosunun içerdiği puzzolanik madde miktarı çok yüksek olduğu için bu çimentonun priz alma süresi, portland çimentosuna, katkı çimentoya veya trassli çimentoya göre, daha uzundur. Diğer çimentolarda priz başlama süreleri 1 ve 10 saat olarak belirlenmiş iken harç çimentosunda bu süreler 1 ve 24 saattir. Harç çimentosunun dayanım kazanma hızı yavaştır. TS 22 harç çimentosu standardına göre 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, sırasıyla, en az 10 N/mm² ve 16 N/mm² olmalıdır.

Harç çimentosu yüksek basınç dayanımı istenmeyen betonlarda ve isminden de anlaşılacağı gibi harç işlerinde kullanılabilir [7].

Harç çimentosunda bulunacak çözünmeyen kalıntı değeri kütlece % 50'den fazla olmamalıdır. Bu çimentonun basınç mukavemetleri de en az Çizelge 9.19'da verilen değerlerden az olmamalıdır [17].

Çizelge 9.19 Harç Çimentosunun Basınç Mukavemeti Değerleri

Basınç Mukavemetleri (En Az N/ mm ²)	
7 Gün	28 Gün
10	16

9.10 Düşük Hidratasyon Isılı Çimento

Bu da öteki çimentolar gibi, herhangi bir katkı maddesi katılmaksızın kompozisyonu modifiye edilmiş bir p.ç'dir. Standarda göre kaba öğütme de hidratasyon ısı teşekkülüne mani olmak için spesifik yüzeyin alt limiti 320 kg/m² olarak belirlenmiştir.

Portland çimentosunun hidratasyonu sırasında reaksiyon ısı betonun sertleşmesi sırasında bir ısı yüklemesine yol açar. Barajlar gibi masif yapılarda bu ısı tehlikeli genleşme kuvvetleri oluşturur. Çimentonun hidratasyonu esnasında en çok ısı yüklemesi C₃A'dan oluşur, ondan sonraki ikinci önemli öge de C₃S'dir.



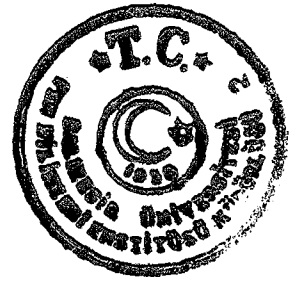
Düşük hidrasyon ısı çimento elde etmek için C_3A miktarı düşük ve yüksek mukavim portland çimentosunda olduğu gibi düşük tutulur C_3S azaltılmış ve diğer mukavemet özellikleri kazandıracak derecede düşük LSF sağlanmasına çalışılır [19].

9.11 Petrol Kuyularında Kullanılan Çimento

Bu çimento genellikle özel olarak hazırlanmış bir sülfata mukavim portland çimento olup $CaSO_4$ ilvesiyle (ve bazı başka tipten katkı maddeleri ile) klinkerin öğütülmesi ve sıg, orta ya da derin petrol kuyularına uygun özellikte bir çimento üretilmiş olur. Burada maç çimento ve sudan oluşan bir çamurun daha sertleşmeden, istenen konuma göre basınç ve ısının ekstrem koşullarından etkilenmeksizin pompalanabilmesidir [19].

9.12 Çok Çabuk Sertleşen Çimento

Bu çimento öğütme sırasında içine % 2 $CaCl_2$ katılmış, çok ince öğütülmüş bir çimentodur. $CaCl_2$, donma ve serleşme sürecini hızlandırarak npç'den daha kısa bir süre içinde donmayı sağlar. Betonarme de kullanılması yasaktır, çünkü $CaCl_2$, metalik korozyonu artırır [19].



10 PORTLAND ÇİMENTOLARININ HİDRATASYONU

10.1 P.Ç Bileşiklerinin Hidratasyon Karakteristikleri

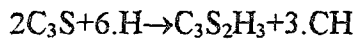
Çimento ve suyun birleşerek kimyasal reaksiyonların yer alması olayına “çimentonun hidratasyonu” denilmektedir.

Çimentoların katılaşması (prizi) ve sertleşmesi bu reaksiyonlar sonucunda meydana geldiğinden çimentonun hidratasyonu sözcüğü genellikle çimentonun su ile birleşerek sertleşmesi olayını ifade etmektedir.

Çimento ve suyun birleşmesiyle çimentoda bir dizi çok karmaşık kimyasal reaksiyonlar oluşur. Çimentonun hidratasyonunda, ana bileşenlerinin her birinin su ile ayrı ayrı kimyasal reaksiyona girdikleri var sayılmaktadır. Çimentonun hidratasyonu sonucu ortaya çıkan sonuç her ana bileşenin ayrı ayrı hidratasyon sonucunda ortaya çıkan sonuçların toplamını almaktır [7].

Trikalsiyum silikat, orta karar bir reaksiyon hızı vererek hidrate olur.

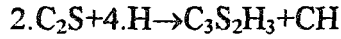
Reaksiyon hızı her hidrate olmuş C_3S partikülünün üstünde meydana gelen kalsiyum silikat hidrat tabakasının özelliğine bağlı olarak kontrol altına alınır. Başlangıçta bu reaksiyon hızı hidrat tabakası kalınlaştıkça giderek yavaşlar. Reaksiyonu şöyle ifade edebiliriz.



Burada H, suyu (H_2O) ifade etmektedir. CH, kalsiyum hidroksit ($CaO.H_2O$ veya $Ca(OH)_2$ $C_3S_2H_3$ 'te) meydana gelen kalsiyum silikat hidratın yaklaşık bir formülasyonudur. Bu reaksiyon betonun 7 ve muhtemelen 28 günlük mukavemetlerini kazandıran bir reaksiyondur.



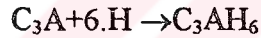
β , dikalsiyum silikat hidrat çok daha yavaş olur ve bu da betonun 28 günlük ve daha sonraki son dayanımını kazandıran bir reaksiyondur, bakiye (kaba taneli) hidrate olmamış C_3S ile birlikte etki yapar. Bu reaksiyon da şöyle ifade edilebilir.



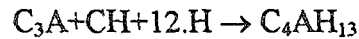
Özetle, kalsiyum silikatlar (C_2S ve C_3S) ve su (H) reaksiyona girerek kalsiyum-silikat-hidrat (kısaca C-S-H) denilen bir ürün ($C_3S_2H_3$) ile kristal yapıya sahip kalsiyum hidroksit (CH) meydana getirirler. ($C_3S_2H_3$ jelinin ismi tobermorittir; ancak son yıllarda C-S-H olarak isimlendirilmesi daha yaygındır).

Aslında, çimentoya bağlayıcılık özelliğini kazandıran husus C-S-H ürününün oluşabilmesidir. C-S-H büyüklüğü moleküler mertebededir ve yaklaşık olarak çimento tanesinden 1000 defa daha küçüktür. C-S-H'nin oluşması ile, bu parçacıkların arasındaki çekim kuvveti bağlayıcı özellik yaratmaktadır [7].

Trikalsiyum alüminat kendi başına suyla çok çabuk hidratasyona uğrar ve aşağıdaki reaksiyona göre büyük bir enerji açığa çıkarır.



Kalsiyum hidroksit bileşiğindeki hidratasyon ise daha değişik bir reaksiyonla olur;



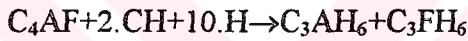
Kalsiyum alümina ferrit çok daha yavaş reaksiyona girer ve C_3A ile birlikte betonun yapısını ve mukavemetini çok az etkiler. Reaksiyonun son ürünleri tıpkı C_3A hidratasyonundaki gibidir, ancak SO_4 iyonlarının etkimesi açısından bir farklılık gösterir [3].

C_3A ile suyun birleşmesi çimento da “ani sertleşme” yaratarak taze betonun kullanımı ve betonun bağlayıcılık kazanabilmesini engeller. Bu durumu önlemek için



üretim esnasında çimentoya küçük bir miktar alçıtaşı katılmaktadır. Böylece ve alçı ayrı bir reaksiyona girerek iğne gibi uzun, hegzagonal kristal yapıya sahip $C_6AS_3H_{30-32}$ (ettringite) ve plaka şeklinde kristal yapıya sahip C_4ASH_{12} (monosülfoalüminat) olarak kalsiyum sülfoalüminatların oluşmasına yol açar. Bu ürünler, özellikle $C_6AS_3H_{32}$, sertleşmiş çimento ve betonda genleşme yaratırlar ve çok miktarda oluştukları takdirde son derece zararlı hacim değişikliklerine yol açarlar. Ancak, küçük bir miktar alçı kullanılmasıyla zararlı olmayacak sonuçlar elde edilmekte ve C_3A bu reaksiyonları sürdürürken kalsiyum silikatların reaksiyonu ve C-S-H'ın oluşması da sıhhatli bir şekilde cereyan edebilmektedir. C_3A ana bileşeni ilk saatlerde ve ilk gün içerisinde çimentonun bağlayıcılık değerine küçük bir miktar katkıda bulunmakla birlikte çimento için en tehlikeli bileşen olabilmektedir.

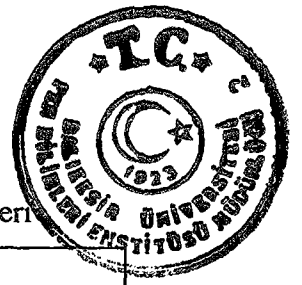
Alçı ve su, C_4AF ile reaksiyona girerek muhtemelen



sonucunda karar kılarlar. C_4AF 'nin su ve alçı ile birleşmesi sonucunda elde edilen özellikler C_3A 'nın sonuçlarına benzer fakat daha etkilidir. Ancak C_4AF 'nin çimentodaki oranı çok küçük olduğundan sonuç üzerindeki rolü büyük değildir.

Kısaca denilebilir ki, C_3A ve C_4AF bileşenleri, uygun miktarda alçıtaşı ile kullanıldıklarında, çimentonun bağlayıcılık özelliğini ilk zamanlarda bir miktar etkiler. Ancak, çimento ve betonun esas bağlayıcılık değeri ise C_3S ve C_2S bileşenleri tarafından sağlanmaktadır.

Çimentonun su ile birleşmesi sonucunda ana bileşenlerin kazandıkları özellikler Çizelge 10.1'de gösterilmektedir [7].



Çizelge 10.1 Portland Çimentosu Ana Bileşenleri Özellikleri

Çimento Özellikleri	Bileşenlerin Özellikleri			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Reaksiyon Hızı	Orta	Yavaş	Hızlı	Orta
Hidratasyon Isısı	Orta	Az	Çok	Orta
Bağlayıcılık Değeri				
İlk Zamanlar	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük
Sonunda	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük

Bileşenlerin özellikleri (göreceli) olarak verilmiştir; C₃A ve C₄AF'nin özellikleri yukarıdaki tabloya yansıtılırken bu bileşenlerin hidratasyonunda alçının etkisi de gözönünde tutulmuştur.

10.1.1 Hidratasyon Isısı

Çimentoyu oluşturan ana bileşenlerin su ile birleşerek başlattıkları kimyasal reaksiyonlar ekzotermik, yani dışarıya ısı çıkaran türdendir. Kimyasal reaksiyonlar devam ettiği müddetçe ısının açığa çıkması da devam eder. Ancak, bilindiği gibi, hidratasyon ilk saatlerde oldukça hızlı tempoda yer almakta ve zaman ilerledikçe hidratasyon hızı yavaşlamaktadır.

Çimentonun hidratasyon ısısı çimentonun belirli bir sıcaklık koşulunda hidratasyona başlayıp hidratasyon sonuna kadar açığa çıkardığı ısı miktarıdır.

Hidratasyon ısısı kalori/gram (cal/g) veya joule/gram (J/g) birimleriyle ifade edilir 1Cal/g=4.19 J/g'dır.

Portland çimentolarının hidratasyon ısısı yaklaşık olarak 90-110 cal/g arasındadır; literatürde ortalama ve en yüksek ortalama ısıları 100 cal/g ve 120 cal/g olarak belirtilmektedir.



Portland çimentosunu oluşturan ana bileşenlerinin her birinin farklı hidratasyon ısıl kapasiteleri vardır. Bu ana bileşenlerin (saf olmaları durumunda) hidratasyon ısıları Çizelge 10.2'deki gibidir.

Çizelge 10.2 Portland Çimentosunun Ana Bileşenlerinin Hidratasyon Isıları

Bileşenler	Hidratasyon Isısı cal/g
C ₃ S	120
C ₂ S	62
C ₃ A	207
C ₄ AF	100

Çizelge 10.2'den anlaşılacağı gibi portland çimentolarının hidretasyon ısıları belirli bir tipteki çimentoyu oluşturan bileşenlerin oranlarına göre farklılıklar göstermektedir. Literatüre göre, tipik bir portland çimentosunun 3 gün ve 1 yıl sonundaki hidretasyon ısılarını aşağıdaki formüllerle J/g cinsinden (1 cal/g = 4.19 J/g), hesaplayabilmek mümkündür.

$$H_{3\text{gün}}=240(\%C_3S)+50(\%C_2S)+880(\%C_3A)+290(\%C_4AF)$$

$$H_{1\text{yıl}}=490(\%C_3S)+225(\%C_2S)+1160(\%C_3A)+375(\%C_4AF)$$

Hidratasyon ısısının açığa çıkma hızı çimento bileşenleri ile su arasında yer alan kimyasal reaksiyonların hızına bağlıdır.

Hidratasyonu etkileyen en önemli faktör zamandır. Çimentonun su ile karıştırılmasını takip eden ilk birkaç dakika (yaklaşık 5 dakika) hidratasyon ısısının açığa çıkma hızı çok yüksektir; daha sonra durgun bir dönem (yaklaşık 1-2 saat) yaşanır ve katılaşmanın (prizin) başlaması ile ısı açığa çıkma hızı tekrar artar ve priz dönemi sonunda (en çok 10 saat) çok yüksektir. Daha sonraları hidratasyon ısı (gittikçe azalan bir hızla) artmaya devam eder. Kimyasal reaksiyonlarla açığa çıkan ısı miktarı ilk günlerde daha çok ve daha sonraları daha azdır.



Literatürdeki bilgiye göre, portland çimentoları ilk 1 ile 3 gün arasında toplam ısılarının yaklaşık yarısını açığa çıkartmaktadırlar. 7 gün sonra açığa çıkan hidrasyon ısı, toplamın yaklaşık dörtte üçü kadar ve altı ay içerisinde açığa çıkan ısı ise toplamın % 83- % 91'i kadardır.

Hidrasyon hızını ve hidrasyon ısısının açığa çıkma hızını etkileyen diğer önemli faktörler ise çimentodaki ana bileşenlerin yüzdeleri, çimentonun inceliği ve hidrasyonun yer aldığı sıcaklık koşullarıdır [7].

10.2 Çimentonun Donması

Eğer çimento klinkeri yalnız başına öğütülüp suyla muamele edilecek olursa C_3A süratle reaksiyona girer ve C_3S 'nin tedricen işe karışmasıyla ısıda belirgin bir yükselme meydana gelir ve irreversibl serleşmeyi takiben bir donma meydana gelir, buna "ani donuş" denir. Bunu önlemek ve serleşme eraksiyonunu kontrol altına alabilmek için pç yapılırken klinker, alçıtaşı ile birlikte öğütülür.

Çimento suyla karıştığında aynı zamanda şu iki olay meydana gelir;

- 1) Su, $CaSO_3$ ve CaO 'yu çözerek alkali bir kalsiyum sülfat çözeltisi oluşturur.
- 2) C_3A suyla ani bir reaksiyona girerek kalsiyum alüminat hidrat oluşturur.

Çözelti kalsiyum sülfatla, kalsiyum alüminat hidrat arasında derhal bir reaksiyon oluşa gelir, ama bu kez pastaya dışarıdan su ve sülfat girmez. Etringite, alkali kalsiyum sülfat çözeltisinde çok kolay çözünür ve hidrasyona girer. C_3A 'nın yüzeyine toplanarak hidrasyonun daha ileri gitmesini engeller ve ettringite tabakasında suyun difüzyon hızı, reaksiyon hızı üzerinde etkin olur. Bu şekilde, çabuk donmanın önüne geçilerek reaksiyon hızı kontrol altına alınmış olur.

Bu reaksiyonlarla hidrasyon suyu tutulur, çimento/su karışımı katılaştır ve sonunda donar. Bundan sonra, özellikle C_3S 'nin hidrasyonu başlayarak karışım



mukavemet kazanmaya başlar. Eğer ilave edilen alçıtaşı miktarı çimentoda bulunan C_3A 'ya kıyasla çok düşükse çabuk donmaya karşı bir eğilim ortaya çıkar [19].

10.3 Çimentoda Yalancı Donma

Çimentoda üretimi sırasında değirmene alçıtaşı ilave edilmekteyse de, öğütme sırasında meydana gelen ısı ve sıcak klinker kullanılmasından ötürü değirmenden çıkan çimentonun ısısı $150^{\circ}C$ ve daha fazla olabilir ve çimentodaki kalsiyum sülfat az çok dehidrate duruma gelebilir. En uygun durumlarda bile alçıtaşı ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ve kalsiyum sülfat hemihidrat ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$) karışımı şeklinde bulunur, ama daha ziyade ya hepsi hemihidrat veya hemihidrat ile birlikte tamamen dehidrate olmuş çözümlü anhidrit karışımı şeklinde bulunur.

Hemihidrat ve “çözümlü anhidrit” suda alçıtaşından daha fazla çözünmektedir, onun için suyla karıştırıldığı zaman alçıtaşı bakımından aşırı doymuş bir çözelti oluşturmaktadır. Böyle aşırı doymuş bir çözeltinin çözünmesi, alçıtaşının çözümlüden çökmesine yol açar. Eğer bu durum ortaya çıkarsa statik hidrasyona uğrayan çimento pastasında alçı-donması ya da yalancı donma denen bir sertleşme meydana gelir. Bu gibi durumlarda karıştırmak suretiyle kütleyle plastisite kazandırılabilir.

Ülkedeki karıştırma pratiğiyalancı donmanın karıştırma suretiyle giderilmesini sağlamaktadır, karıştırma zamanını kısaltmak, yalancı donma olayının meydana gelmesi ihtimalini daha da arttırmaktadır.

Aslında çare, çimento öğütme koşullarını iyi ayarlayıp çıkış ısını mümkün olduğu kadar düşük tutmak ve bu suretle mümkün olduğu kadar çok miktarda alçı taşının tabii şeklinde kalmasını sağlamaktır; bu hususta içten ve dıştan su püskürtmesi de yardımcı olabilir.



10.4 Çimentonun Havayla Sertleşmesi

Depolanan çimento torbaları havaya maruz kaldığı zaman nem ve CO₂ çekerek topaklaşır ve kullanılmaz hale gelir.

Bu durum eğer torbalar sıkışık durumda ise daha da vahim bir hal alır, bir kaç sıralı torba yığınlarında bu daha da belirginleşir. Çimento da havayla sertleşme olayı yavaş cereyan eden bir olaydır, öyle ki çoğu zaman problem olmaz. Yüksek alkali, yüksek klinker sülfatlı çimentolarda ise klinkerde mevcut potasyum sülfat ve alçıtaşı olarak katılan CaSO₄ arasında meydana gelen reaksiyon nedeniyle bir sorun olarak ortaya çıkar. Bu reaksiyon sonucu syngenile adı verilen bir hidrate çift sülfat meydana gelir. (K₂SO₄.CaSO₄.H₂O) bunun oluşmasıyla torba içinde sıkışan çimento partikülleri arasında bir bağ oluşarak sertleşme ve topaklaşma meydana gelir. Bu reaksiyonun başlaması için sadece suya ihtiyaç vardır, eğer kalsiyum sülfatta yeterince hidrat suyu varsa reaksiyon kendi kendine meydana gelir [19].



11. TÜRK STANDARTLARINCA ÇİMENTOLARDA ARANAN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

Türk Standartları'nın çimentolarda aradığı ve sınır değerler belirttiği fiziksel ve mekanik özellikler aşağıdaki gibidir:

Dayanım

-Basınç dayanımı

İncelik

-Özgül yüzey (Blaine aleti ile)

Priz Süresi

-Priz başlama

-Priz sona erme

Dayanıklılık

-Le Chatelier aleti ile hacim genişmesi araştırması

Çizelge 11.1 portland çimentolarında ve katkıli çimentoda Türk Standartları'nın aradığı fiziksel özelliklere ait sınır değerleri özetlemektedir.

Çizelge 11.2 ise portland çimentoları ve katkıli çimento dışındaki diğer çimentolarda Türk Standartlarınca aranan fiziksel ve mekanik özelliklere ait sınır değerleri gösterilmektedir.



Çizelge 11.1 Portland Çimentolarının ve Katkılı Çimentonun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Fiziksel ve Mekanik Özellikler	Portland Çimentosu PÇ 32.5 TS 19	Portland Çimentosu P.Ç 42.5 TS 19	Portland Çimentosu PÇ 52.5 TS 19	Katkılı Çimento KÇ 32.5 TS 10156
Basınç dayanımı min. N/mm ² *				
2 günlük	10	20	25	10
7 günlük	21	31.5	35.5	21
28 günlük	32.5	42.5	52.5	32.5
İncelik, özgül yüzey en az cm ² /g	2800	2800	2800	2800
Priz süresi, Başlama, en az saat	1	1	1	1
sona erme, en çok saat	10	10	10	10
Hacim genleşme				
Le Chatelier aleti ile en çok mm	10	10	10	10

* 100 kgf/cm²=9.807 N/mm² veya 1N/mm²=10.197 kgf/cm²

Türk Standartlarının sınır değerler vererek aramadığı fakat çok önemli olan fiziksel özellikler arasında “özgül ağırlık” ve “hidratasyon ısı” na dair deney yöntemleri TS 24 Çimentoların Fiziki ve Mekanik Deneyleri isimli standartda belirtilmektedir [7].



Çizelge 11.2 Portland Çimentosu ve Katkılı Çimento Dışında Türkiye Üretilen Diğer Çimentoların Fiziksel Özellikleri

Fiziksel Özellikler	Traslı Çimento	Uçucu Küllü Çimento	Harç Çimentosu	Yüksek Fırın* Cürufu Çimentolar TS 20	Sülfatlara Dayanımlı Çimento	Süper Sülfat Çimentosu	Erken Dayanımı Yüksek Çimento	Beyaz Portland Çimentoları**
	TS 26	TS 640	TS 22		TS 10157	TS 809	TS 3646	TS 21
Basınç dayanımı, en az N/mm ²								
2 günlük	10	10		10(10)		10	30	10(20)
7 günlük	21	21	10	16(21)	21	21	40	21(32.5)
28 günlük	32.5	32.5	16	32.5(42.5)	32.5	32.5	52.5	32.5(42.5)
Özgül yüzey, Blaine en az cm ² /g	2800	2800	2800	2800(2800)	2800	2800	3500	2800(2800)
Priz başlama süresi, en az dakika	60	60	60	60(60)	45	45	45	45(45)
Prizin sona erme süresi en çok saat	10	10	24	10(10)	10	10	6	10(10)
Hacim genişmesi, Le Chatelier alati ile en çok,mm	10	10	10	10(10)	10	10	10	10(10)

* Yüksek Fırın Cürufu Çimentolar için parantez içerisinde belirtilen değerler, Cürufu çimento CÇ 42.5 tipine aittir; Parantez içerisinde olmayan değerler, Cürufu çimento CÇ 32.5 tipine aittir.

** Beyaz portland çimentoları için parantez içerisinde belirtilen değerler, Beyaz Portland Çimentosu BPC 42.5 tipine aittir; Parantez içerisinde olmayan değerler, Beyaz Portland Çimentosu BPC 32.5 tipine aittir.



12. TÜRKİYE'DE BULUNAN ÇİMENTO FABRİKALARI

Türkiye'de ilk çimento fabrikası daha öncede belirtildiği gibi 1911 yılında 20 000 ton/yıl kapasite ile İstanbul Darıca'da kurulmuştur. Daha sonra bu fabrika 1923 yılında tevsi edilerek kapasitesi 40 000 ton/yıl'a yükseltilmiştir.

1950'li yıllara kadar Ankara, Zeytinburnu (İstanbul), Kartal (İstanbul) ve Sivas'ta 4 yeni fabrika kurulmuş ve toplam kapasite yılda 370 000 ton/yıl'a ulaşmıştır. 1950 yılında, kişi başına çimento tüketimi (KBT) 25 kg olmuştur.

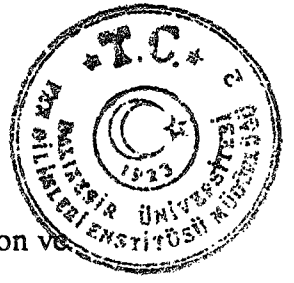
Türkiye'de çimento ihtiyacının artması ve özel sektör yatırımlarının bu sahada yeterli olmaması nedeni ile değişik bölgelerde artan talebi yerinde ve minimum taşıma maliyeti ile karşılayacak şekilde çimento üretmek üzere 23/10/1953 tarih, 4/1565 sayılı Bakanlar Kurulu kararına istinaden bir Kamu İktisadi Teşekkülü olan Türkiye Çimento Sanayii T.A.Ş (ÇİSAN) kurulmuştur.

Şirketin kurucu ortakları; Türkiye Emlak Kredi Bankası, Sümerbank, Türkiye İş Bankası, Anlara Çimento Sanayii T.A.Ş ve Sivas Çimento Sanayii Müessesesi olup, başlangıç sermayesi 50 Milyon TL'dir.

Şirket, 1983 yılında yapılan yasa düzenlemeleri sonucu Etibank ve Sümerbank'ın Seramik ve Refrakter Fabrikalarını da devralarak hizmet alanını daha da genişletmiş ve ünvanını "Türkiye Çimento ve Toprak sanayii T.A.Ş" kısa adı ile ÇİTOSAN olarak değiştirilmiştir.

ÇİSAN'ın kurulması ve bunun sonucu olarak üretimin artması ile birlikte çimento, süratle tüketilen temel maddelerden biri haline gelmiş, bu tüketim özellikle planlı dönemlerle birlikte büyük sıçramalar göstermiştir.

Yurt içi çimento tüketimi 1962 yılında yani planlı yıllara geçmeden önce 2.3 milyon ton civarında ve KBT 80 kg idi. Bu tüketim ve KBT;

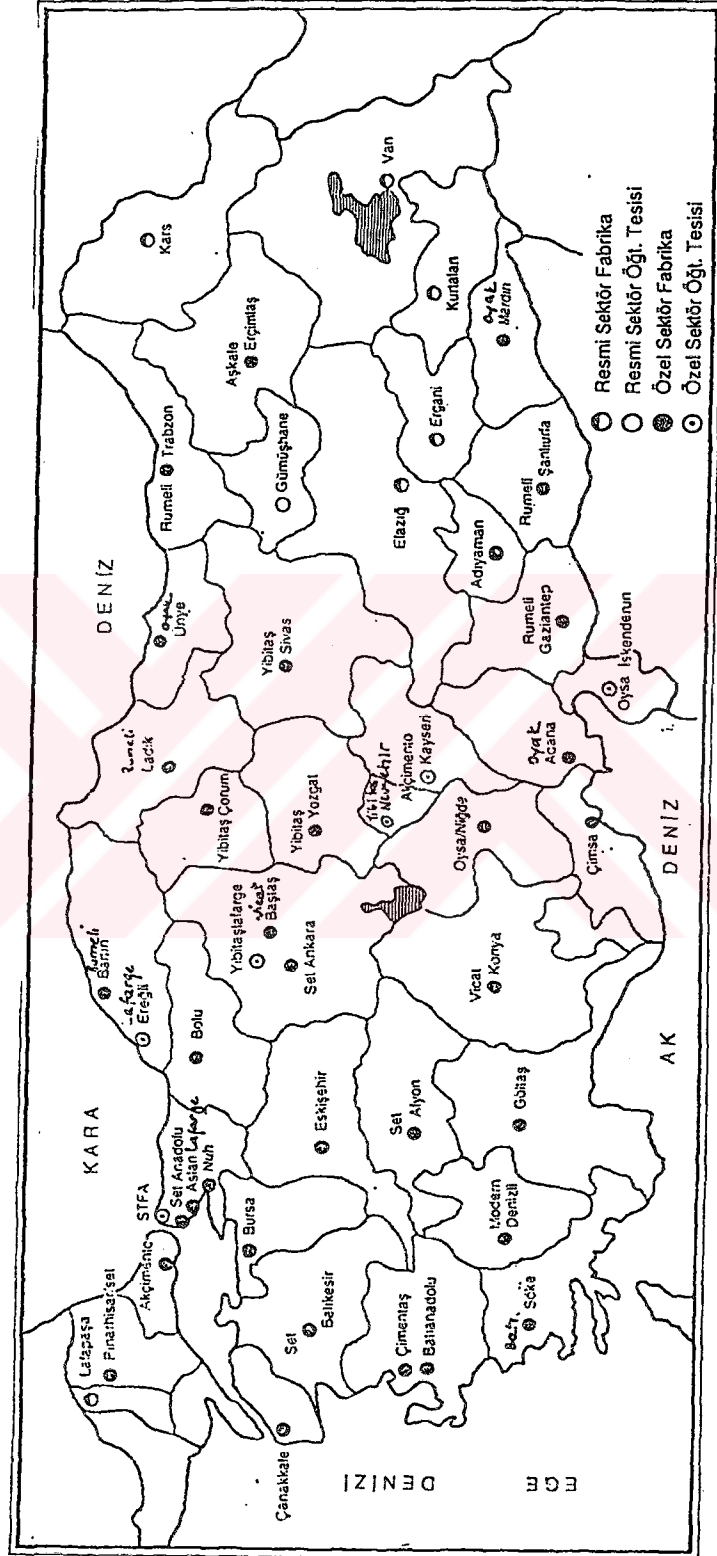


- I. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1967) 4.4 milyon ton ve 135 kg,
- II. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1972) 7.3 milyon ton ve 194 kg,
- III. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1977) 12.9 milyon ton ve 307 kg,
- IV. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1983) 11.5 milyon ton ve 240 kg,
- V. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1989) 23.4 milyon ton ve 426 kg,
- VI. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1994) 26.7 milyon ton ve 436 kg, olarak gerçekleşmiştir.

- I. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1967) 4.2 milyon ton,
- II. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1972) 8.4 milyon ton,
- III. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1977) 13.8 milyon ton,
- IV. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1983) 13.6 milyon ton,
- V : 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1989) 23.8 milyon ton,
- VI. 5 Yıllık Kalkınma Planı Dönemi Sonunda (1994) 29.5 milyon ton, olarak realize edilmiştir.

1994 yılı sonu itibariyle ülkemizde 48 adet çimento fabrikası bulunmakta olup, bunların 8 adedi sadece öğütme ve paketleme tesisidir. Bunlar ter olarak Şekil 12.1'de gösterilmiştir. Toplam çimento üretim potansiyeli 35 milyon ton civarındadır ve bu kapasitenin bölgeler itibariyle dağılımı Çizelge 12.1'de verilmiştir [2].

Bu fabrikalar Çitosan kuruluşları, özelleştirilen ve K.O.İ'ye devredilen Çitosan fabrikaları, özelleştirilen Çitosan iştiraki çimento fabrikaları, özel sektör tarafından kurulan çimento fabrikaları olup; bunların teknolojisi, kapasitesi, ürün türü ve ana ünitelerinin karakteristikleri EK'te ayrıca gösterilmiştir.



Şekil 12.1 Türkiye'deki Çimento Fabrikaları

Çizelge 12.1 Çimento Fabrikalarının Bölgesel Dağılımı
(1994 Yıl Sonu İtibarıyla)

BÖLGELER	Fabrikalar (Adet)	Kuru Klınker Üretim		Optimum Klınker Üretim		Optimum Çimento Üretim		Çimento Değirmeni	
		(%)	(1000 ton)	(%)	(1000 ton)	(%)	(1000 ton)	(%)	(1000)
1.MARMARA BÖLGESİ	10 ⁽¹⁾	20.83	8 835	29.94	8 660	30.61	10 735	30.80	16 900
2 EGE BÖLGESİ	5 ⁽²⁾	10.42	3 400	11.52	3 510	12.41	4 270	12.25	5 295
3 AKDENİZ BÖLGESİ	4 ⁽³⁾	8.33	4 340	14.71	3 995	14.12	4 830	13.86	4 830
4KARADENİZ BÖLGESİ	8 ⁽⁴⁾	16.67	3 340	11.32	3 305	11.68	4 070	11.68	4 825
5 İÇ ANADOLU BÖL.	11 ⁽⁵⁾	22.92	4 935	16.73	4 680	16.54	6 640	18.59	8 450
6.DOĞU ANADOLU BÖL.	4	8.33	1 155	3.91	1 025	3.62	1 245	3.57	1 705
7.GÜNEY-DOĞU									
ANADOLU BÖLGESİ	6	12.50	3 500	11.86	3 155	11.01	3 225	9.25	4 295
TÜRKİYE	48	100.00	29 505	100.00	28 290	100.00	34 855	100.00	46 300

(1) Bir Adedi Çimento Öğütme Tesisidir. (STFA Doğal)

(2) Bir Adedi Çimento Öğütme ve Paketleme Tesisidir. (Öztüre Kireççilik)

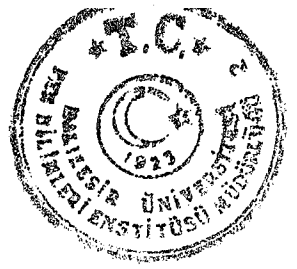
(3) Bir Adedi Çimento Öğütme ve Paketleme Tesisidir. (İskenderun)

(4) İki Adedi Çimento Öğütme ve Paketleme Tesisidir. (KDZ Ereğli, Gümüşhane)

(5) Üç Adedi Çimento Öğütme ve Paketleme Tesisidir. (Yibitaş-Lafarge, Yibitaş-Neveşehir, Akkayseri)



Çizelge 12.1 Çimento Fabrikalarının Bölgesel Dağılımı



12.1 Üretim ve Tüketim

Cumhuriyetin kurulması ile birlikte bir kalkınma hamlesi içerisine giren ülkemizde, çimento üretimi ve tüketiminin gelişmesi 1960'lı yıllara kadar olan dönemde ancak yılda 2 milyon ton seviyelerine ulaşabilmiştir.

Çizelge 12.2'de 1927 ve 1962 yılları arasındaki 35 yıl içerisinde çimento üretimi ve tüketimi, tahmini nüfus ile kişi başına düşen çimento tüketimi olarak verilmiştir.

Çizelge 12.2 1962 Yılına Kadar Olan Çimento Üretimi ve Tüketimi

Yıllar	Çimento Üretimi (1000 ton)	Çimento Tüketimi (1000 ton)	Nüfus* (1000 kişi)	KBT (Kg/Kişi)
1927	41	97	13562	7
1930	82	142	14448	10
1935	176	177	16046	11
1938	268	332	16916	20
1947	350	358	19493	18
1950	396	529	20809	25
1955	819	1419	23859	59
1960	2038	1949	27509	71
1962	2323	2328	28933	80

* Yıl ortası tahmini nüfus

Bilindiği gibi ülkemizde 1963 yılından itibaren planlı dönemlere girilmiştir. Plan dönemleri itibariyle çimento üretim ve tüketim miktarları, dönemsel artış/azalış yüzdeleri ve ortalama yıllık artış/azalış yüzdeleri Çizelge 12.3'te, son on yıl itibariyle üretim, tüketim ve KBT değerleri ve bunların artış/azalış yüzdeleri Çizelge 12.4'te verilmiştir.



Çizelge 12. 3 Çimento Sektörü'nde Planlı Dönem Sonları İtibarı ile Çimento Üretimi ve Tüketimleri

YILLAR	ÇİMENTO ÜRETİMİ (1000 ton)	ARTIŞ VE AZALIŞ (%)		ÇİMENTO TÜKETİMİ (1000 ton)	ARTIŞ VE AZALIŞ (%)	
		Beş Yıllık	Yıllık Ortalama		Beş Yıllık	Yıllık Ortalama
1962	2323			2328		
1967	4249	82.91	12.84	4455	91.37	13.86
1972	8425	98.28	14.67	7267	63.12	10.28
1977	13832	64.18	10.42	12924	77.85	12.20
1978	15343		10.92	14186		9.76
1983	13595	- 11.39	- 2.39	11562	- 18.50	- 4.01
1984	15738		15.76	13831		19.62
1989	23801	51.23	8.62	23377	69.02	11.07
1994	29519	24.02	4.40	26698	14.21	2.69

Çizelge 12. 3'te görüldüğü gibi 1962 yılında iki milyon üçyüz yirmi üçbin olan çimento üretimi 1978 yılına kadar onbeş milyon üçyüz kırk üç bin ton'a çıkmıştır. Çimento tüketimi de aynı yıllar arasında iki milyon üçyüz yirmisekiz bin ton'dan ondört milyon yüzseksen altı bin'e çıkmıştır. Fakat 1978 ile 1983 yılı arasındaki 5 yıllık dönemde üretim 13.5 ton civarında, tüketim de 11.5 ton civarına düşerek üretimdeki düşüşün % 11.9, tüketimdeki düşüşün de % 18.50 olduğu gözlenmiştir. Bu düşüş 1984 itibaren düzelerek 1994 yılında üretimin 29.5 milyon ton'a, tüketimin de yaklaşık olarak 27 milyon ton civarına çıktığı görülür.



Çizelge 12. 4 Çimento Sektöründe Son On Yıl İtibarı ile Çimento Üretim ve Tüketimi
Kişi Başına Tüketimleri

YILLAR	ÇİMENTO ÜRETİMİ (1000 ton)	ÇİMENTO TÜKETİMİ (1000 ton)	KİŞİ BAŞINA TÜKETİM (Kg/Kişi)	ARTIŞ AZALIŞ		
				ÜRETİM (%)	TÜKETİM (%)	KBT (%)
1985	17581	15797	312	11.71	14.21	11.43
1986	20004	18934	366	13.78	19.86	17.31
1987	21980	23362	442	9.88	23.39	20.77
1988	22675	23748	439	3.16	1.65	-0.68
1989	23801	23377	423	4.97	-1.56	-3.64
1990	24416	23799	421	2.58	1.81	-0.47
1991	26261	24329	422	7.56	2.23	0.24
1992	28607	26005	441	8.93	6.89	4.50
1993	31366	29778	494	9.64	14.51	12.02
1994	29519	26698	433	- 5.89	-10.34	-12.35

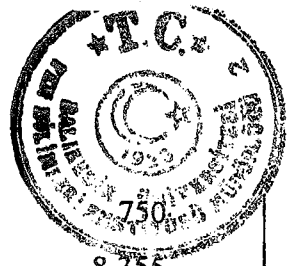
Çizelge 12 .4'te Çizelge 12. 3'ten farklı olarak son on yıl itibarı ile her yıl üretilen ve tüketilen çimento miktarları görülmektedir. Burada görülen değerlere göre 1993 yılına kadar her yıl çimento üretimi ve tüketimi belirli oranlarda artmıştır. Fakat 1993-1994 yılları arasında üretimde % 5.89, tüketimde ise % 10.34, KBT'de de % 12.35'lik bir düşüş oranı olduğu görülür.

1994 yıl sonu bölgeler ve fabrikalar itibarı ile klinker ve çimento kapasiteleri Çizelge 12.5'te verilmiştir. Bu çizelgede bölgelerde ki fabrikaların klinker üretim kapasiteleri, teorik çimento üretim kapasitesi ve çimento öğütme kapasitesi her birinin ayrı ayrı belirtilmiştir. Bu tablonun sonucuna baktığımızda 1994 yılı sonunda klinker üretim kapasitesinin 28 milyon 327 bin ton, teorik çimento üretim kapasitesinin 36 milyon 836 bin ton, çimento öğütme kapasitesinin ise 47 milyon 855 bin ton olduğu görülür.

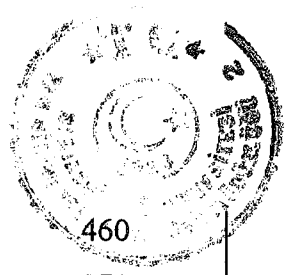


Çizelge 12. 5 Bölgeler ve Fabrikalar İtibariyle Klinker ve Çimento Kapasiteleri
(1994 Sonu)

BÖLGE, FABRİKA	Klinker Üretim Kapasitesi	Teorik Çimento Üretim Kapasitesi	Çimento Öğütme Kapasitesi
Marmara Bölgesi			
Akçimento	1.850	2.405	3.500
Anadolu	435	565	610
Aslan	1.080	1.404	2.000
Nuh	1.350	1.755	3.750
Bursa	840	1.092	1.100
Balıkesir	350	455	465
Çanakkale	1.815	2.360	4.000
Trakya	600	780	1.000
Lalapaşa	510	663	945
STFA	—	—	145
Bölge Değerleri	8.830	11.482	17.515
Ege Bölgesi			
Batıçim	1.400	1.820	2.500
Batı/Söke	210	273	500
Çimentaş	1.500	1.950	1.700
Denizli	600	780	945
Öztare Kireç			150
Bölge Değerleri	3.710	4.824	5.795
İç Anadolu Bölgesi			
Afyon	350	455	520
Ankara	800	1.040	1.400
Bastaş	620	806	1.200
Eskişehir	500	650	750
Konya	527	685	1.180
Niğde	450	585	375
Sivas	350	455	
Yibiaş Grubu	700	910	2.180



Ak/Kayseri			
Bölge Değerleri	4.297	5.587	8.355
Karadeniz Bölgesi			
Bartın	241	313	320
Bolu	1.200	1.560	1.000
Çorum	450	585	420
Ladik	525	682	550
Trabzon	355	462	450
Ünye	560	728	1.000
Gümüşhane			150
Ereğli			270
Bölge Değerleri	3.331	4.330	4.160
Akdeniz Bölgesi			
Adana	1.490	1.937	1.850
Çımsa	1.400	1.820	1.100
Göлтаş	1.200	1.560	280 (B:Ç)
İskenderun			1.800
Bölge Değerleri	4.090	5.318	1.200
			5.950
			280 (B:Ç)
G.Doğu Anadolu Bölgesi			
Adıyaman	510	663	945
Şanlıurfa	500	650	475
Gaziantep	500	650	480
Mardin	525	482	900
Ergani	510	663	900
Kurtalan	510	663	475
Bölge Değerleri	3.055	3.972	4.375
Doğu Anadolu Bölgesi			
Aşkale	300	390	330



Elazığ	310	403	460
Kars	215	279	270
Van	190	247	365
Bölge Değerleri	1.015	1.320	1.425
TÜRKİYE			
TOPLAMI	28.327	36.836	47.855

B.Ç: Beyaz Çimento

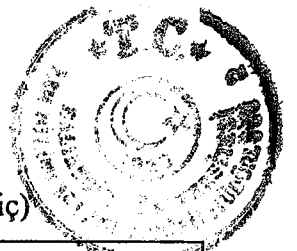
1995 Yılı Ocak-Eylül ayları arasında bölgeler itibariyle Çimento ve Klinker üretimleri Çizelge 12. 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 12. 6 1995 Yılı (Ocak-Eylül) Bölgeler İtibariyle Çimento ve Klinker Üretimleri

BÖLGELER	ÇİMENTO ÜRETİM	KLİNKER ÜRETİM
Marmara	8 666 116	6 241 745
Ege	3 201 832	2 587 884
Akdeniz	3 356 126	2 936 196
Karadeniz	2 982 211	2 404 850
İç Anadolu	4 261 523	3 208 674
Doğu Anadolu	918 316	692 461
G. Doğu Anadolu	1 867 039	1 760 270
TOPLAM	25 253 163	19 832 080

Çizelge 12. 4'te verilen değerlere göre 1994 yılında 29.5 milyon ton olan çimento üretimi 1995 yılı sonunda 25 milyon ton civarına düşmüştür.

Dünya çimento üretiminde ihraç klinker hariç Türkiye 1991-1994 yılı verilerine göre 30.1 milyon ton ile 10'uncu sırada yer almaktadır. 1'inci sırada 405 milyon ton ile Çin, 16'ıncı sırada ise 20 milyon ton ile Fransa bulunmaktadır. Bu değerler Çizelge 12.7'de verilmiştir.



Çizelge 12. 7 Dünya Çimento Üretimi* (İhraç Klinker Hariç)

	1991	1992	1993	1994
Toplam	116.3	1239.5	1296.8	1388.4
Dünya				
1-Çin	218.5	308.0	360.0	405.0
2-Eski SSCB	122.4	100.0	90.0	95.0
3-Japonya	89.4	90.8	88.7	91.6
4-A.B.D	65.1	69.5	74.0	75.9
5- Hindistan	50.0	53.7	55.8	61.5
6-Güney Kore	38.5	42.7	47.0	51.7
7-Almanya	31.1	33.2	32.5	36.1
8-İtalya	40.8	41.4	34.7	33.0
9-Tayland	18.8	22.4	26.4	31.1
10-Türkiye	26.3	28.6	31.4	30.1
11-Meksika	25.1	26.9	27.6	27.6
12-İspanya	27.9	24.6	22.8	25.2
13-Brezilya	26.9	23.9	24.8	25.2
14-Tayvan	19.4	20.0	24.8	23.4
15-Endonezya	16.5	18.6	19.4	21.9
16-Fransa	25.0	21.5	19.2	20.0

* Milyon Ton

12. 2 Çimento İthalat ve İhracatı

1970' li yıllara kadar Türkiyede'ki çimento üretimi , ülke ihtiyacını tamamiyle karşılayabilecek bir düzeyde olmadığından ülkemiz çimento ithalatçısı görünümündeydi. Daha sonra yeni çimento fabrikalarının kurulması, mevcut tesislerin kapasitelerinin artırması ile birlikte Türkiye 1970 yılından itibaren çimento ihraç etmeye başlamış ve bu ihracat günümüze kadar devam etmiştir. Türkiye 1994 yılında yapmış olduğu 5.2 milyon ton çimento ve klinker ihracatı ile Avrupa ülkeleri arasında ihracat yönünden ikinci durumdadır.



1987-1993 yılları arasında gerçekleşen çimento ithalatı, esas itibarıyla özellikle Marmara ve Ege Bölgeleri olmak üzere bölgesel kapasitenin ihtiyacı karşılayamamasından ve Doğu Bloku ülkeleri ile Irak ve Suriye'den yapılan dumping fiyatlı çimento ithalatından kaynaklanmaktadır. Yöresel dengesizliği giderebilmek için aynı yıllarda bölgeler arası büyük miktarlarda çimento ve klinker aktarmaları da gerçekleştirilmiştir.

1987-1994 yılları arasında çimento ihracat ve ithalatı çizelge 12. 8'de, klinker ihracat ve ithalat değerleri ise Çizelge 12. 9'da verilmiştir.

Çizelge 12. 8 Çimento İthalat ve İhracat'ı*

Yıl	Üretim	İç Satış	İhracat	İthalat
1987	21.979	21.695	226	1.630
1988	22.675	22.458	235	1.284
1989	23.800	22.929	837	447
1990	24.406	22.638	1.719	1.143
1991	26.260	23.841	2.403	486
1992	28.607	25.711	2.834	230
1993	31.365	29.603	1.889	1.742
1994	29.519	26.697	2.805	

* Bin Ton

Çizelge 12. 9 Klinker İhracat ve İthalat'ı (Bin Ton)

Yıl	Üretim	İhracat	İthalat
1987	17.829	116	406
1988	18.423	20	356
1989	19.773	260	49
1990	20.251	643	92
1991	22.704	1.170	109
1992	23.153	1.586	124
1993	24.940	1.312	71
1994	25.879	2.403	196



1994 yılı Ocak-Eylül ayları arasında Türkiye’de çimento ithalatı hiç yapılmamıştır. klinker de ise sadece Marmara Bölgesinde 50.624 ton ithalat yapılmıştır. Çizelge 12. 10’da bölgeler itibariyle 1994 yılı çimento ihracat değerleri, Çizelge 12. 11’de ise klinker ithalat ve ihracat değerleri verilmiştir.

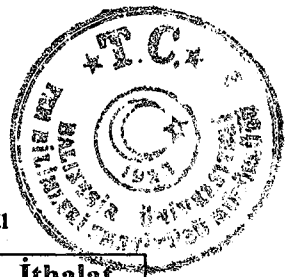
Çizelge 12. 10 1994 (Ocak-Eylül) Çimento İhracatı

Bölgeler	Üretim	İç Satış	İhracat
Marmara	7 787 184	6 772 595	1 034 277
Ege	3 116 683	2 734 883	396 938
Akdeniz	2 995 579	2 572 550	429 209
Karadeniz	2 676 600	2 658 374	3
İç Anadolu	3 779 204	3 764 833	
Doğu Anadolu	811 606	819 882	
G.Doğu Anadolu	1 516 419	1 514 981	1 600

Çizelge 12.11 1994 (Ocak-Eylül) Klinker İhracat ve İthalatı

Bölgeler	Üretim	İhracat	İthalat
Marmara	6 117 249	373 068	50 624
Ege	2 682 267	342 005	—
Akdeniz	2 935 520	485 605	—
Karadeniz	2 266 218	70 914	—
İç Anadolu	2 290 815	149 242	—
Doğu Anadolu	703 36		—
G. Doğu Anadolu	1 502 475	114 274	—

1995 yılında da yine bölgeler itibariyle Ocak-Eylül ayları arasında bölgelere göre çimento ihracat ve ithalatı Çizelge 12. 12’de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi 1995 yılında herhangi bir çimento ithalatı olamamıştır. Klinker’de ise bu değerler Çizelge 12. 13’de verilmiştir. ve sadece Marmara Bölgesi’nde 212 748 ton’luk bir klinker ithalatı gerçekleşmiştir.



Çizelge 12. 12 1995 (Ocak-Eylül) Çimento İhracat ve İthalatı

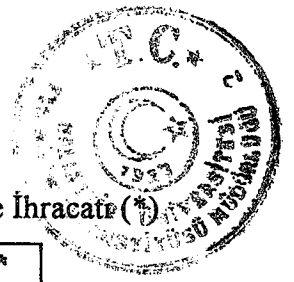
Bölgeler	Üretim	İç Satış	İhracat	İthalat
Marmara	8 666 116	6 983 092	1 691 011	—
Ege	3 201 832	2 914 718	272 950	—
Akdeniz	3 356 126	3 072 387	274 639	—
Karadeniz	2 982 211	2 971 388	13 248	—
İç Anadolu	4 261 523	4 261 584	8 003	—
Doğu Anadolu	918 316	918 374	16 586	—
G.Doğu Anadolu	1 867 039	1 872 918	1 420	—

Çizelge 12.13 1995 (Ocak-Eylül) Klinker İhracat ve İthalatı

Bölgeler	Üretim	İhracat	İthalat
Marmara	6 421 745	333 591	212 748
Ege	2 587 884	253 490	—
Akdeniz	2 936 196	548 855	—
Karadeniz	2 404 850	102 267	—
İç Anadolu	3 208 674	87 048	—
Doğu Anadolu	692 461	15 920	—
G.Doğu Anadolu	1 760 270	20 000	—

Çimento sektöründe son 10 yıl itibarıyla klinker dahil olarak çimento ithalat ve ihracat miktarları çizelge 12.14'de toplu olarak verilmiştir.

T.C. YATIRIM MENKUL DEĞERLER A.Ş.
DOKÜMAN TAYIN MÜHÜRÜ



Çizelge 12.14 Çimento Sektöründe Son On Yıldaki Çimento İthalat ve İhracatı (%)

YILLAR	İTHALAT**	İHRACAT**
1985		1853
1986	61	1247
1987	2037	343
1988	1646	257
1989	509	1098
1990	1220	2682
1991	596	3573
1992	433	4417
1993	245	3203
1994	51	5209

(*) Klinker Dahil

(**) Bin Ton

12.3 Çimento Satışı

Türkiye’de satışı yapılan çimentoların son on yıl itibariyle tiplere göre dağılımı çizelge 12.15’de verilmiştir. Buna göre 1985 yılında 15 milyon 797 bin ton olan çimento satışının 1994 yılı sonunda 26 milyon 698 bin ton olduğu görülür.

Çizelge 12.15 Üretilen Çimento Tipleri İtibariyle Son On Yıldaki Çimento Satışları

YILLAR	PÇ	KÇ	CÇ	TÇ	BPÇ	DİĞER TİPLER	TOPLAM
1985	1022	11682	563	2387	91	50	15797
1986	1000	14387	621	2766	122	38	18934
1987	2442	17261	491	2829	155	250	23362
1988	3079	16932	618	2773	167	180	23748
1989	1804	16931	179	4099	190	173	23337
1990	2489	15713	15	4801	200	581	23799
1991	1637	13227	74	8818	216	357	24329
1992	1959	14080	30	9331	231	374	26005
1993	2914	16273	217	10020	263	91	29778
1994	3414	12633		10352	237	62	26698



Türkiye’de satışı yapılan çimentoların, son on yıl itibariyle, satış şekline göre dağılımı Çizelge 12.16’da verilmiştir.

Çizelge 12.16 Son On Yıldaki Dökme ve Ambalaj Çimento Satışları*

YILLAR	DÖKME ÇİMENTO	TORBALI ÇİMENTO	TOPLAM
1885	2618	13179	15797
1986	3342	15592	18934
1987	4435	18926	23362
1988	5194	18554	23748
1989	5640	17737	23337
1990	5213	18586	23799
1991	5614	18715	24329
1992	6179	19826	36005
1993	7968	21810	29778
1994	7529	19169	26698

* Bin Ton

1994 yılında bölgelere göre ambalaj tipleri itibariyle (dökme ve torbalı) iç satış dökümü Çizelge 12.17’de verilmiştir.

Çizelge 12.17 1994 Çimento Ambalaj Tipleri İtibariyle İç Satış Dökümü

BÖLGELER	DÖKME	TORBALI
İç Anadolu	1 197 251	3 445 691
Akdeniz	894 206	2 447 169
Marmara	3 374 110	5 410 400
Karadeniz	499 454	2 863 011
Doğu Anadolu	159 365	863 556
G. Doğu Anadolu	226 818	1 735 371
Ege	1 178 134	2 403 193
TOPLAM	7 529 338	19 138 391
GENEL TOPLAM	26 667 729	(TON)

Çimento satışı anlatılırken çimento maliyet yapısına da değinmek gerekir. Çimento maliyeti hesaplanırken maliyet kalemi içerisinde hammadde ve yardımcı madde, işletme malzemesi, kağıt torba, yakıt, elektrik, işçilik, amortisman ve diğer değerler dahil edilmektedir. Bunların yüzde payları toplanarak sınıai maliyet, genel



idari giderler ve finansman giderleri'nin yüzde payları toplanarak da ticari maliyet bulunur.

Bir ton ambalajlı çimento'nun maliyet yapısının nasıl yapıldığı aşağıda gösterilmiştir.

<u>Maliyet Kalemi</u>	<u>Genel Maliyet Payı %</u>
Hammadde ve Yardımcı Madde	12.35
Diğer İşletme Malzemesi	3.81
Kağıt Torba	9.51
Yakıt	18.72
Elektrik	18.36
İşçilik	19.35
Amortisman	6.25
Sair	<u>11.65</u>
	100.00 Sınai Maliyet
Genel İdari Giderler	14.28
Finansman giderleri	<u>14.45</u>
	128.73 Ticari Maliyet

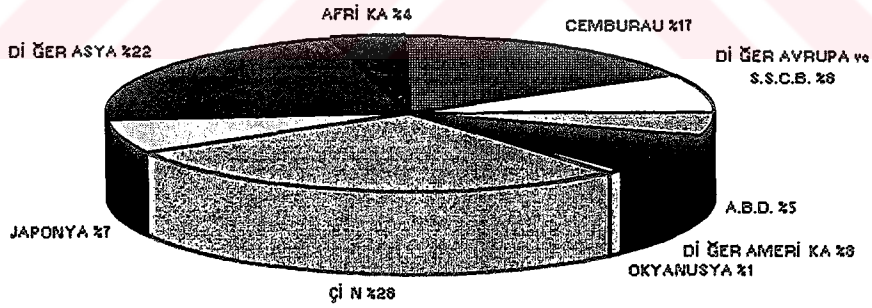


13. AVRUPA ve DÜNYA ÜLKELERİ İLE KIYASLAMA

1824 yılında İngilterede'deki ilk üretimden bu yana "çimento" tüm dünya ülkelerinin en önemli inşaat malzemesi olmuştur. Su ile temasında sertleşen ve etrafındaki maddeleri birbirine yapıştırma özelliğine sahip bu hidrolik bağlayıcının dünyadaki üretimi ve tüketimi ise 1992 yılı sonu itibariyle 1.2 milyar ton olmuştur. [6]

1994 yılı verilerinin tamamı temin edilemediğinden kıyaslamalar 1993 yılı verileri esas alınarak yapılmıştır. Üretim miktarı yönünden Türkiye, Dünya ülkeleri arasında 8'inci, Avrupa ülkeleri arasında 12'inci sıradadır.

1994 yılı Dünya Çimento Üretimi 1.4 milyar ton civarındadır. Dünya çimento üretim pastası Şekil 13.1'de gösterilmiştir. Şekil 13.1'de görüldüğü gibi Çin % 28 ile bu pastanın büyük bir bölümünü kaplamaktadır. % 22 ile Asya Çin'i takip eder.



Şekil 13.1 1994 Yılı Dünya Çimento Üretimi



Dünya'daki büyük çimento üreticisi büyük ülkelerin üretim miktarları Çizelge 13.1'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre Türkiye 32.7 milyon ton ile İtalya'dan sonra gelerek 8'inci sırada yer alır.

Çizelge 13.1 En Büyük Çimento Üreticisi Ülkeler*

(Sıralama 1993 Yılı Verilerine Göre Yapılmıştır)****

ÜLKELER	1989	1990	1991	1992	1993
Çin	210.3	211.7	244.1	308.7	350.0
Japonya	81.9	87.0	89.4	95.8	94.8
S.S.C.B	140.4	137.3	110.0	90.0	90.0
A.B.D	70.0	71.3	66.8	70.2	74.0
Hindistan	46.6	47.3	53.6	54.1	57.3
Güney Kore	31.4	33.9	38.8	43.3	49.7
İtalya	40.5	40.9	40.8	41.4	34.8
Türkiye**	24.1	25.4	27.4	30.2	32.7
Almanya***	25.5	27.7	31.1	33.2	32.5
Tayland	15.4	18.0	18.8	22.4	27.8
Meksika	23.7	23.9	25.1	26.9	27.6
Brezilya	25.9	25.8	27.5	23.9	24.8
Tayvan	18.0	18.5	19.4	21.9	24.3
İspanya	28.2	28.7	28.0	25.1	23.9
Fransa	26.8	27.1	25.8	22.6	20.5

* İhraç edilen klinker dahildir.

** Türkiye Dünya Çimento Üretiminde 8.'inci, Avrupa Ülkeleri arasında 2.'nci sırada yer almaktadır.

*** 1989-1990 yılları Batı Almanya değerleridir.

**** Milyon ton

Cambereau ülkeleri çimento üretim ve tüketim durumu Çizelge 13.2'de verilmiştir. Buna göre Türkiye Avrupa Ekonomik Topluluğu ülkeleri arasında İsviçre'den sonra 32 milyon 679 bin ton ile 2'nci sırada yer almaktadır.



Çizelge 13.2 1993 Yılı Batı Avrupa Ülkeleri Çimento Sektörü ve Türkiye'nin Durumu

ÜLKE ADI	Çimento* Üretimi (1000 Ton)	Çimento Tüketimi (1000 Ton)	İthalat** (1000 Ton)	İhracat** (1000 Ton)
Belçika	7612	4827	710	2902
Fransa	20464	18238	1507	2222
Almanya	32481	30582	7502	1731
Yunanistan	13925	7137	42	6918
İtalya	34771	34504	2938	255
Lüksemburg	1209	491	66	718
Hollanda	3078	2720	2800	468
Portekiz	7617	7507		71
İspanya	23928	20186	2466	3736
İrlanda	1450	1155	254	289
Danimarka	1758	823	215	943
İngiltere	11000	11000	1400	383
AVRUPA BİRLİĞİ	157755	139170	19900	20636
Avusturya	4854	4822	444	40
Finlandiya	835	871	169	2
İslanda	87	86		
Norveç	1711	1114	86	533
İsveç	2162	1325	123	865
AVRUPA EKONOMİK TOPLULUĞU	167332	147388	20722	22076
İsviçre	4042	4000	344	42
Türkiye	32679	29604	245	3202
CEMBUREAU ASİL ÜYELERİ	203853	180922	21311	25320
Çek Cumhuriyeti	5423	3625	76	1741
Macaristan	2533	2331	153	145
Polonya	13039	9811		3275
Slovak Cumhuriyeti	2610	1506		1091
TOPLAM CEBUREAU	226568	198265	21540	31572

* İhraç edilen klinker dahil

** Çimento ve klinker (Bin Ton)

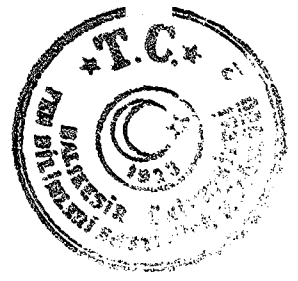


Türkiye Avrupa Birliği Ülkeleri arasında kişi başına çimento tüketimleri bakımından 494 kg ile İspanya'dan sonra 6'ncı sırada yer almaktadır. Bu değerler Çizelge 13.3'te verilmiştir.

Çizelge 13.3 AB Ülkeleri ve Türkiye'de Kişi Başına Çimento Tüketimi (kg/kişi)

ÜLKELER	1989	1990	1991	1992	1993
İtalya	739	748	751	770	661
Almanya*	416	432	414	455	458
İspanya	668	733	738	666	581
Fransa	440	444	423	376	337
İngiltere	320	283	243	209	208
Yunanistan	731	755	739	739	695
Portekiz	672	723	753	769	761
Belçika	517	547	555	579	554
Hollanda	386	3669	350	344	318
İrlanda	426	454	414	406	395
Danimarka	266	259	238	241	200
Lüksemburg	1034	1132	1214	1247	1306
TÜRKİYE	423	421	422	441	494

* 1989-1990 Yılları Batı Almanya değerleridir.



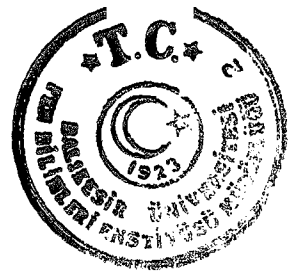
14. SONUÇLAR

Çimento, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomik özelliklerinden dolayı önemli bir maddedir. Türkiye’de gelişmekte olan bir ülke olduğu için çimentonun önemli bir yeri vardır. Bu öneminden dolayı çimentonun tarihçesinden, tanımından ve ülkemizde üretilen çimento çeşitlerine kadar bu tezde araştırıldı ve incelendi.

Bu incelemenin sonunda elde edilen bilgilere göre ülkemizde 48 adet çimento fabrikası bulunmaktadır. Bunlardan 8 tanesi öğütme tesisidir. (Ak - Kayseri, Gümüşhane, İskenderun, STFA doğal kaynaklar, Ereğli, Yibitaş - Lafarge, Yibitaş - Nevşehir, Öztüre Kireç). 7 fabrika özelleştirme kapsamındadır. (Elazığ, Ergani, Kars, Kurtalan, Lalapaşa, Van, Gümüşhane). Teklifler verilmiş olup çok kısa bir süre içinde özelleşmiş olacaktır. Bütün fabrikalara ait değerler EK de verilmiştir. Bölgeler itibariyle de tezin içerisinde ayrıntılı bilgi verilmiştir. Çimento hammaddeleri de ülkemizde mevcuttur, dış ülkelere bağımlılık yoktur.

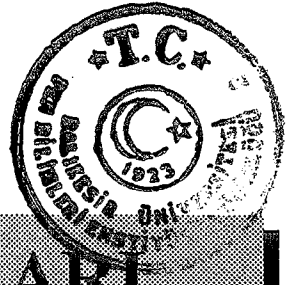
Bölgeler itibariyle 1995 yılı sonu verilerine göre ülkemizde çimento üretimi toplam 25 milyon ton, klinker üretimi ise 20 milyon ton civarındadır. Bu değerler ile Türkiye Dünya’da sekizinci sırada, Avrupa’da ise ikinci sırada yer almaktadır. Kişi başına çimento tüketiminde ise Avrupa birliği Ülkeleri arasında 494 kg ile altıncı sıradadır.

Çizelge 12.9’da görüldüğü gibi 1987 yıllarından sonra ülkemizden dış ülkelere büyük ölçüde klinker ihracatı yapıldığı görülmektedir. Bu görünüş ÇİTOSAN tarafından verilen Ek’teki grafiklere yansıtılmamıştır. Tabloların incelenmesinde ülkemizdeki klinker üretimi ile çimento üretimi arasında çok az fark görülmekte ve ülkemizde hemen hemen üretimin tamamının portland çimentosu olduğu kanaati uyandırılmaktadır. Bu inceleme sonucunda grafiklerin yalnızca çimento üretimine ait olduğu, klinker üretiminin de büyük oranlarda ihraç malzemesi olarak kullanıldığı sonucuna varılmıştır.



KAYNAKÇA

- [1] Taşkın, C., Türkiye Çimento Hammadde Kaynakları, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 8-10, 11-12, 2, 4, 45-48, 50-52, 99-102, 104-105, 142-147
- [2] Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, (1995), 1-2, 3-5, 9
- [3] Özden, N., Çimento Teknolojisi, Türkiye Çimento Sanayii T.A.Ş., Ankara, (1981), 1-2
- [4] Leckebush, R., Turan, C., Göğüş, G., Şahin, M., Türkiye'deki Doğal Puzzolnların Çimento Katkı Maddesi Olarak Kullanımı Üzerine İncelemeler, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara, (Haziran 1994), 2, 3, 5
- [5] Ali, A. M., Cement Industry in OIC Member Countries, First Edition 1410 H, Jeddah Saudi Arabia, (February 1990), 1-5,9
- [6] Türkiye Çimento ve Toprak Sanayii T.A.Ş., Çitosan 40. Yıl, Çitosan Halkla İlişkiler Müdürlüğü, Ankara, (1994), 10
- [7] Erdoğan, T. Y., Betonu Oluşturan Malzemeler Çimentolar, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul (1995), 64, 65, 76, 82, 86, 91, 96
- [8] TS 3441 (Kasım 1979), 1, 2
- [9] TS 19 (Nisan 1992),2
- [10] TS 21 (Nisan 1883), 1, 2
- [11] TS 809 (Nisan 1994), 1, 2
- [12] TS 20 (Nisan 1992),2
- [13] TS 10156 (Nisan 1992), 1, 2
- [14] TS 26 (Nisan 1992), 1, 2
- [15] TS 640 (Nisan 1975), 1, 2
- [16] TS 3646 (Şubat 1994),1, 2
- [17] TS 22 (Nisan 1992), 2
- [18] TS 10157 (Nisan 1992), 1, 2
- [19] Çimento ve Yan Mamulleri Sanayii Holding A.Ş., 1, Çimento Teknolojisi, Çimhol A.Ş., No:2, Ankara, (Temmuz 1989),15, 16,17-20, 26-28, 29, 123-124, 131



Ek. 1

ÇİTOSAN KURULUŞLARI

ÇİMENTO GRUBU

Elazığ Çimento Sanayii T.A.Ş.

Ergani Çimento Sanayii T.A.Ş.

Gümüşhane Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kars Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kurtalan Çimento Sanayii T.A.Ş.

Van Çimento Sanayii T.A.Ş.

Edirne-Lalapaşa Çim. Fab. Müd.



Ek. 1.1. Elazığ Çimento Sanayii T.A.Ş.

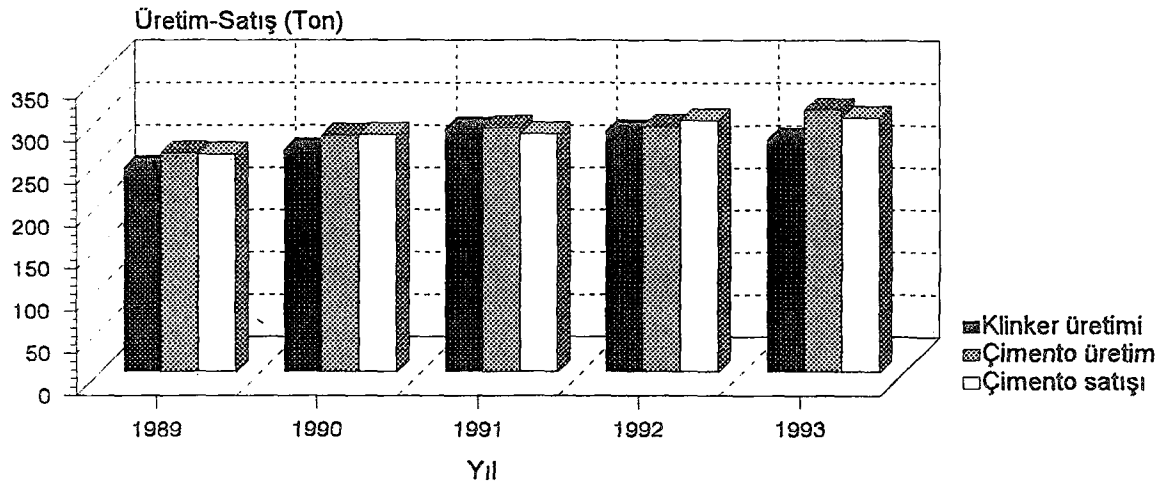
Yeri	: Elazığ
Kuruluş Yılı	: 1959
Sermayesi	: 31.5 Milyar TL.
Teknoloji	: Lepol Yarı-kuru Sistem
Optimum Klinker Kapasitesi	: 310 000 ton/yıl
Optimum Çimento Kapasitesi	: 365 000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5 Türk ve Dünya Standartlarına Uygun Diğer Çimentolar
Personel	: Memur:73, İşçi:247
Kullanılan Yakıt Cinsi	: Kömür - Fuel Oil
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Tras - Uçucu Kül

ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat		Farin Değirmeni Ton / Saat		Döner Fırın Ton / Gün		Çimento Değirmeni Ton / Saat			Paketleme Ton / Saat		
I	II	I	II	I	II	I	II	III	I	II	III
80	80	43	43	500	470	16	16	45	100	100	100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi	242.000	262.800	287.750	285.000	276.000
Çimento Üretimi	259.000	280.100	289.300	291.000	310.200
Çimento Satışı	258.000	281.300	282.332	297.563	301.437





Ek. 1.2. Ergani Çimento Sanayii T.A.Ş.

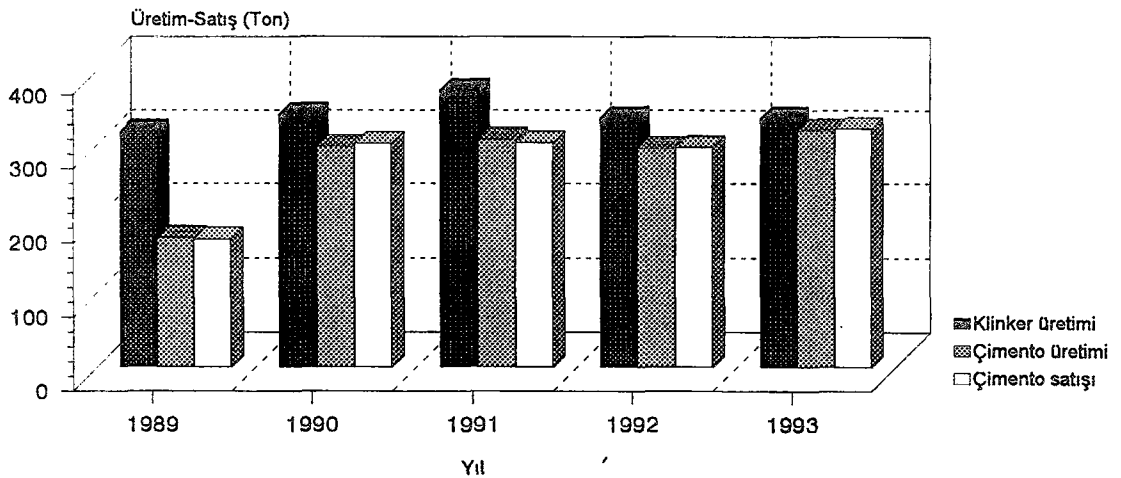
Yeri	: Ergani / Diyarbakır
Kuruluş Yılı	: 1984
Sermayesi	: 130 Milyar TL.
Teknoloji	: Kuru Sistem
Optimum Klinker Kapasitesi	: 510 000 ton/yıl
Optimum Çimento Kapasitesi	: 640 000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5 Türk ve Dünya Standartlarına Uygun Diğer Çimentolar
Personel	: Memur:43, İşçi:250
Kullanılan Yakıt Cinsi	: Kömür - Fuel Oil
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Curuf

ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat	Farin Değirmeni Ton / Saat	Döner Fırın Ton / Gün	Çimento Değirmeni Ton / Saat	Paketleme Ton / Saat
I 350	I 137	I 1700	I II 75 75	I II 100 100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi	319.000	341.541	375.000	337.225	337.400
Çimento Üretimi	175.372	297.633	308.024	294.995	320.450
Çimento Satışı	173.000	302.283	303.308	296.589	321.839





Ek. 1.3. Gümüşhane Çimento Sanayii T.A.Ş.

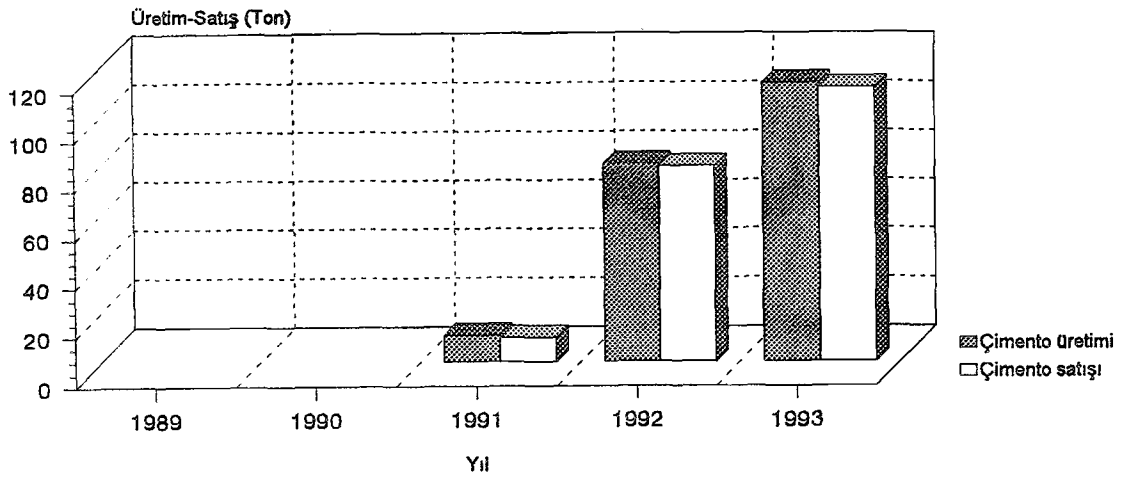
Yeri	: Arzular Köyü Mağarakıran Mevkii
Kuruluş Yılı	: 1991
Sermayesi	: 14 Milyar TL.
Teknoloji	: Öğütme - Paketleme
Optimum Klinker Kapasitesi	: -
Optimum Çimento Kapasitesi	: 150 000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5
Personel	: Memur:28, İşçi:45
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Tras

ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat		Farin Değirmeni Ton / Saat		Döner Fırın Ton / Gün		Çimento Değirmeni Ton / Saat		Paketleme Ton / Saat
I	II	I	II	I	II	I		I
	80	-	-	-	-	25		100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi					
Çimento Üretimi			10.832	81.027	113.500
Çimento Satışı			9.662	80.286	112.318





Ek. 1.4. Kars Çimento Sanayii T.A.Ş.

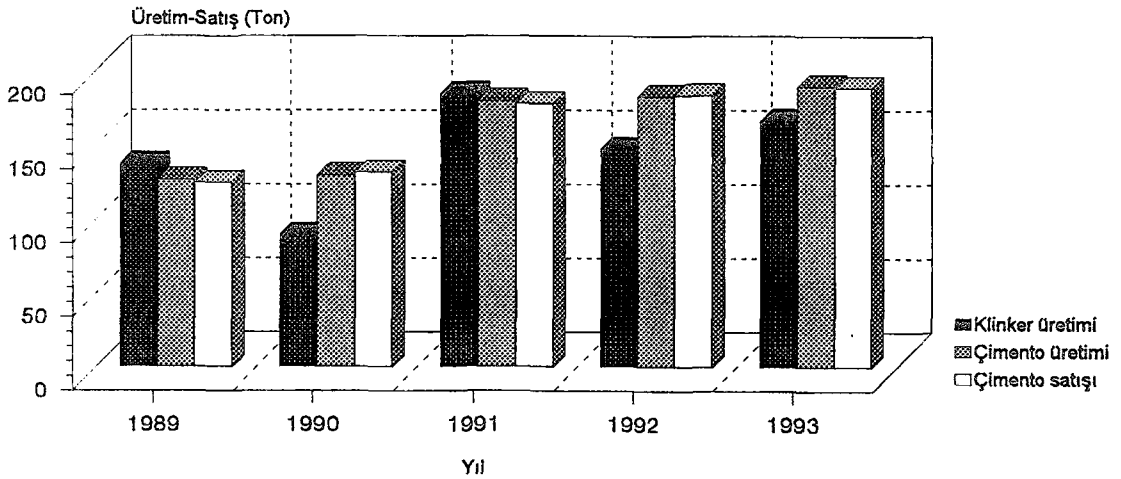
Yeri	: Kars
Kuruluş Yılı	: 1976
Sermayesi	: 40 Milyar TL.
Teknoloji	: Ön Isıticılı Kuru Sistem
Optimum Klinker Kapasitesi	: 215 000 ton/yıl
Optimum Çimento Kapasitesi	: 250 000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5 - PÇ 32.5 Türk ve Dünya Standartlarına Uygun Diğer Çimentolar
Personel	: Memur:52, İşçi:186
Kullanılan Yakıt Cinsi	: Kömür - Fuel Oil
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Tras

ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat	Farin Değirmeni Ton / Saat	Döner Fırın Ton / Gün	Çimento Değirmeni Ton / Saat	Paketleme Ton / Saat
I 250	I 72	I 700	I 60	I II 100 100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi	138.000	89.750	185.000	147.900	166.500
Çimento Üretimi	127.000	129.666	180.000	183.340	189.700
Çimento Satışı	125.000	131.682	178.100	183.693	188.714





Ek. 1.5. Kurtalan Çimento Sanayii T.A.Ş.

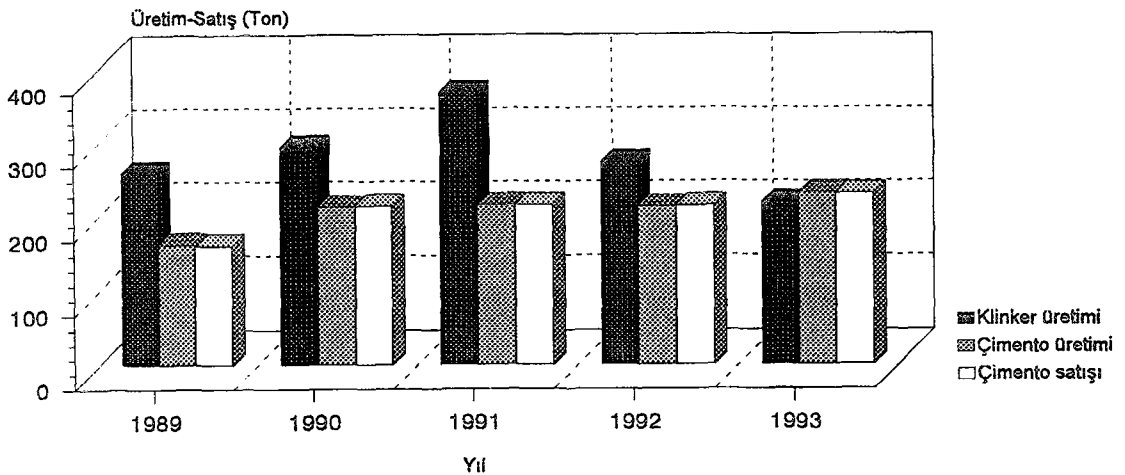
Yeri	: Siirt - Kurtalan
Kuruluş Yılı	: 1984
Sermayesi	: 150 Milyar TL.
Teknoloji	: Ön Isıtıcı Kuru Sistem
Optimum Klinker Kapasitesi	: 510 000 ton/yıl
Optimum Çimento Kapasitesi	: 475 000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5 Türk ve Dünya Standartlarına Uygun Diğer Çimentolar
Personel	: Memur:48, İşçi:234
Kullanılan Yakıt Cinsi	: Kömür - Fuel Oil
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Curuf

ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat	Farin Değirmeni Ton / Saat	Döner Fırın Ton / Gün	Çimento Değirmeni Ton / Saat	Paketleme Ton / Saat
I 350	I 138	I 1700	I 75	I II 100 100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi	259.795	294.820	368.500	274.437	219.000
Çimento Üretimi	163.000	212.961	216.097	212.849	232.000
Çimento Satışı	161.000	214.312	216.177	212.692	229.702





Ek. 1.6. Lalapaşa Çimento Sanayii T.A.Ş.

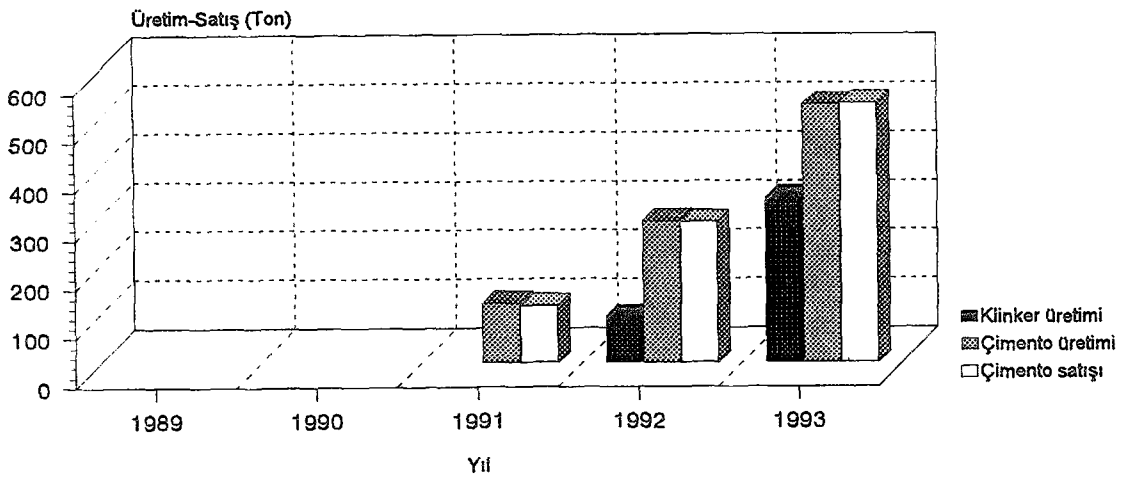
Yeri	: Edirne - Lalapaşa
Kuruluş Yılı	: 1992
Sermayesi	: -
Teknoloji	: Kuru Sistem
Optimum Klinker Kapasitesi	: 510 000 ton/yıl
Optimum Çimento Kapasitesi	: 640 000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5 Türk ve Dünya Standartlarına Uygun Diğer Çimentolar
Personel	: Memur:40, İşçi:167
Kullanılan Yakıt Cinsi	: Kömür
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Tras

ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat	Farin Değirmeni Ton / Saat	Döner Fırın Ton / Gün	Çimento Değirmeni Ton / Saat	Paketleme Ton / Saat
I 350	I 142	I 1700	I II 75 75	I II 100 100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi				274.437	219.000
Çimento Üretimi			216.097	212.849	232.000
Çimento Satışı			216.177	212.692	229.702





Ek. 1.7. Van Çimento Sanayii T.A.Ş.

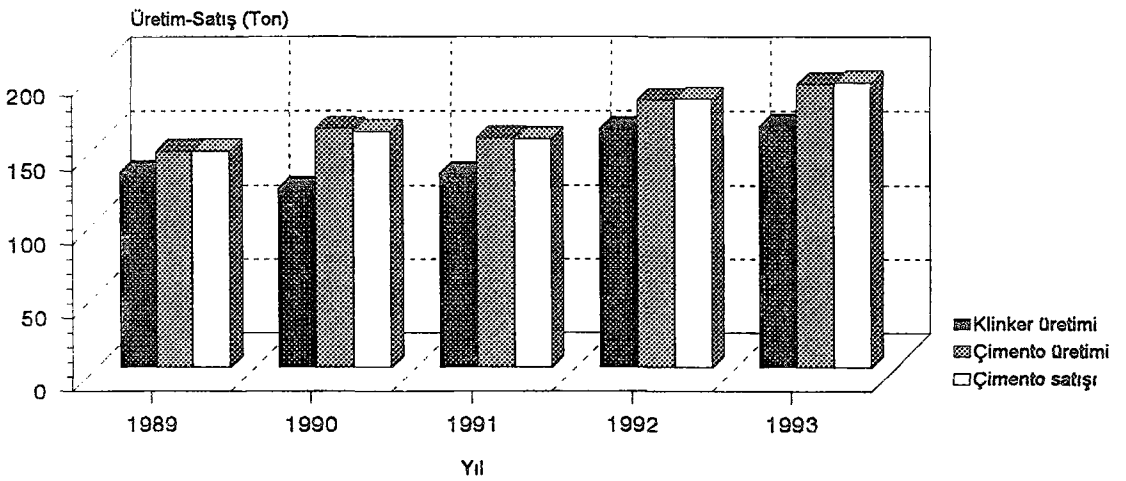
Yeri	: Edremit
Kuruluş Yılı	: 1969
Sermayesi	: 30 Milyar TL.
Teknoloji	: Kuru Sistem
Optimum Klinker Kapasitesi	: 190 000 ton/yıl
Optimum Çimento Kapasitesi	: 225.000 ton/yıl
Üretilen Çimento Türü	: TS 10156 KÇ 32.5 Türk ve Dünya Standartlarına Uygun Diğer Çimentolar
Personel	: Memur:59, İşçi:136
Kullanılan Yakıt Cinsi	: Kömür - Fuel Oil
Kullanılan Katkı Maddesi Cinsi	: Tras

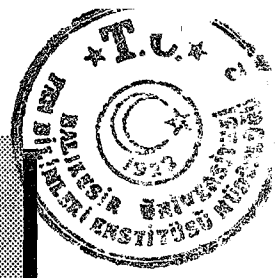
ÜRÜN KAPASİTELERİ

Konkasör Ton / Saat	Farin Değirmeni Ton / Saat	Döner Fırın Ton / Gün	Çimento Değirmeni Ton / Saat	Paketleme Ton / Saat
I 120	I 52	I 600	I II 45 25	I II 100 100

ÜRETİM-SATIŞ (TON)

	1989	1990	1991	1992	1993
Klinker Üretimi	133.004	121.610	132.378	162.453	164.100
Çimento Üretimi	146.646	161.554	155.618	180.503	191.872
Çimento Satışı	146.527	159.986	154.521	182.274	192.917





ÖZELLEŞTİRİLMEK
ÜZERE KOI'YE
DEVREDİLEN
FABRİKALAR

Ek. 1.2.1

Ek. 1.2

ÖZELLEŞEN
CİMENTO
FABRİKALARI





Ek. 1.2.1 Set Çimento Ankara Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1953

Teknoloji : Kuru sistem

Kapasite : 858 000 ton/yıl klinker 1 100 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5 PÇ 42.5 SDÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KDH	Çekiçli	250 Ton/Saat
KONKASÖR	FCB	Çekiçli	300 Ton/Saat
KONKASÖR	BEDESCHI	Merdaneli	150 Ton/Saat
FARİN	KDH	Hava Akımlı	45 Ton/Saat
FARİN	KDH	Hava Akımlı	75 Ton/Saat
FARİN	FCB	Hava Akımlı	120 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	IHI	Valsli	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1100 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FCB	Ön Isıtmalı	1500 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KDH	Hava Akımlı	11 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	55 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Separatörlü	100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	400 Ton/Saat

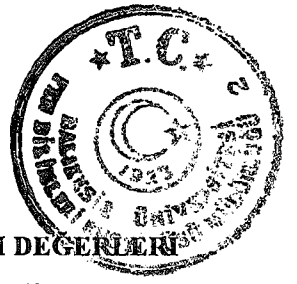
Ek. 1.2.2 Set Çimento Afyon Çimento Sanayii

Kuruluş Yılı: 1953

Teknoloji : Lepol sistem

Kapasite : 365 000 ton/yıl klinker 525 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : TÇ 32.5 KÇ 32.5 Özel Tip (Erken Dayanımı Yüksek Çimento)



ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	FIVE-LILLE	Çekiçli	80Ton/Saat
KONKASÖR	ÇEKOSLAVAK	Çekiçli	120 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Hava Akımlı	43 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Hava Akımlı	52 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	Yerli	Hava Akımlı	6 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	FIVES-LİLLE	Hava Akımlı	5 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FIVES-LİLLE	Lepol	500 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	POLYSIUS	Lepol	750 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FIVES-LİLLE	Açık Devre	2×17 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	F.L. SMIDTH	Hava Akımlı	50 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×70 Ton/Saat

Ek. 1.2.3 Set Çimento Balıkesir Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1957

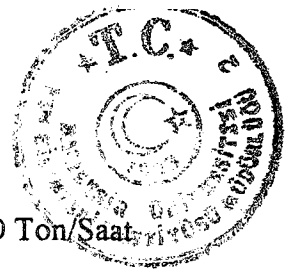
Teknoloji : Kuru sistem

Kapasite : 275 000 ton/yıl klinker 400 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : TÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	60Ton/Saat
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	72 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	7Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	800 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Seperatörlü	16 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Seperatörlü	60 Ton/Saat
PAKETLEME	Haver Boecker	Döner Kantar	100 Ton/Saat



PAKETLEME

Yerli

Döner Kantar 3×100 Ton/Saat

Ek. 1.2.4 Set Çimento Trakya Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1958

Teknoloji : Kuru sistem- Yaş Sistem

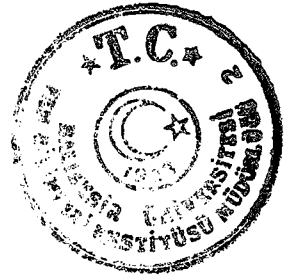
Kapasite : Yaş Sistem 75 000 ton/yıl klinker 120 000 ton/yıl çimento

Kuru Sistem 480 000 ton/yıl klinker 600 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5 PÇ 32.5 TÇ 32.5 BPC 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KRUPP	Çekiçli	80Ton/Saat
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250 Ton/Saat
ÇAMUR DEĞİRMENİ	KRUPP	Yaş Sistem	26 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	72 Ton/Saat
FARİN	IHI	Valsli	65 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	5 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	16 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	7 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	IHI	Valsli	11 Ton/Saat
DÖNER FIRIN (Yaş)	KRUPP	Zincirli	225 Ton/Saat
DÖNER FIRIN (Kuru)	KHD	Ön Isıtmalı	1600 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	16 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	12 Memeli	75 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	12 Memeli	100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat



Ek. 1.2.5 Rumeli Çimento Bartın Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1955

Teknoloji : Yaş Sistem

Kapasite : 231 000 ton/yıl klinker 340 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : PÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	FIVES LILLE	Çekiçli	80Ton/Saat
ÇAMUR DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Yaş Sistem	40Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FIVES LILLE	Yaş Sistem	700 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Hava Akımlı	7Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Hava Akımlı	24 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	14 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	14 Ton/Saat
PAKETLEME	FIVES LILLE	Sabit Kantar	2×50 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	100 Ton/Saat

Ek. 1.2.6 Rumeli Çimento Gaziantep Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1961

Teknoloji : Yarı Kuru Sistem-Kuru Sistem

Kapasite : 500 000 ton/yıl klinker 700 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : PÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KRUPP	Çekiçli	80Ton/Saat
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Hava Akımlı	43Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	95Ton/Saat



KÖMÜR DEĞİRMENİ	LOESHE	Valsli	20Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KRUPP-POLLY	Lepol Sistem	550 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1200 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Açık Sistem	70Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	80 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×100 Ton/Saat

Ek. 1.2.7 Rumeli Çimento Ladik Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1961

Teknoloji : Yarı Kuru Sistem-Kuru Sistem

Kapasite : 500 000 ton/yıl klinker 700 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : PÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
SIYIRICI	MIAG	—	2×100 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	132 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	PFEIFFER	Valsli	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1750 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FL SMIDTH	Hava Akımlı	2×75 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×100 Ton/Saat

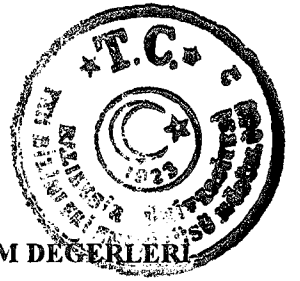
Ek. 1.2.8 Rumeli Çimento Şanlıurfa Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1986

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 550 000 ton/yıl klinker 600 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : PÇ 32.5 KÇ 32.5 TÇ 32.5



ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	350 Ton/Saat
SIYIRICI	MIAG	_____	2×200 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	142 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	IHI	Valsli	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1750 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	75 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	80 Ton/Saat

Ek. 1.2.9 Rumeli Holding Trabzon Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1966

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 350 000 ton/yıl klinker 480 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	80 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	LOASHE	Valsli	15 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1000 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	55 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	17 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×90 Ton/Saat



Ek. 1.2.10 Erçimsan Aşkale Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1971

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 300 000 ton/yıl klinker 375 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	75 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	MKE	Hava Akımlı	15 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	900 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	55 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	80 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×115 Ton/Saat

Ek. 1.2.11 Modern Çimento A.Ş. Denizli Çimento T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1988

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 560 000 ton/yıl klinker 700 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	350 Ton/Saat
SIYIRICI	MIAG	—	2×100 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	143 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	IHI	Hava Akımlı	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1700 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	80 Ton/Saat



ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	80 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat

Ek. 1.2.12 Oysa Iskenderun Çimento San. ve Tic. A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1974

Teknoloji : Öğütme ve Paketleme

Kapasite : 1 200 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: TÇ 32.5 CÇ 32.5 PÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	—	Çekiçli	30 Ton/Saat
KURUTUCU	KHD	Döner Kurutucu	75 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Açık Öğütme	45 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Kapalı Öğütme	75 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Kapalı Öğütme	75 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	100 Ton/Saat

Ek. 1.2.13 Oysa Niğde Çimento San. Ve Tic. A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1957

Teknoloji : Ön Isıtıcı, Kalsinatörlü Kuru Sistem

Kapasite : 380 000 ton/yıl klinker 450 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KkÇ 32.5 PÇ 32.5 PÇ 42.5 TÇ 32.5



ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	Yerli	Çekiçli	250 Ton/Saat
ÇAMUR DEĞİRMENİ	KRUPP	Yaş Sistem	25 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	77 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	LOASCHE	Valsli	15 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KRUPP	Yaş Sistem	14 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	50 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	17 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	75 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	100 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat

Ek. 1.2.14 Yibitaş Çorum Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1958

Teknoloji : Yaş+ Kuru Sistem

Kapasite : 450 000 ton/yıl klinker 585 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	FIVES LILLE	Çekiçli	80 Ton/Saat
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250 Ton/Saat
ÇAMUR DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Yaş Sistem	25 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	80 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Yaş Sistem	5 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	POLYSIUS	Hava Akımlı	15 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FIVES LILLE	Yaş Sistem	250 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1200 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Hava Akımlı	17 Ton/Saat



ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	70 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×100 Ton/Saat

Ek. 1.2.15 Yibitaş Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1958

Teknoloji :Yaş+ Kuru Sistem

Kapasite : 450 000 ton/yıl klinker 585 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	200 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	50 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	50 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	LOASCHE	Valsli	15 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	400 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	600 Ton/Saat
STOCHOL	KHD	Kapalı Açık	90 000 Ton
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	2×16 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	2×22 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat

EK. 1.2.16 Batisöke Söke Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1955

Teknoloji :Lepol Sistem

Kapasite : 200 000 ton/yıl klinker 300 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 TÇ 32.5



ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	FIVES LILLE	Çekiçli	60 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Hava Akımlı	43 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Bilyalı	5 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FIVES LILLE	Lepol	500 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Hava Akımlı	16 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Hava Akımlı	16 Ton/Saat
KATKI DEĞİRMENİ	FIVES LILLE	Hava Akımlı	16 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	110 Ton/Saat

EK. 1.2.1.1 Özelleştirilmek Üzere KOİ'ye Devredilen Fabrikalar

EK. 1.2.1.1.1 Adıyaman Çimento Sanayii T.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1983

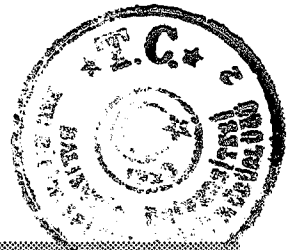
Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 510 000 ton/yıl klinker 640 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

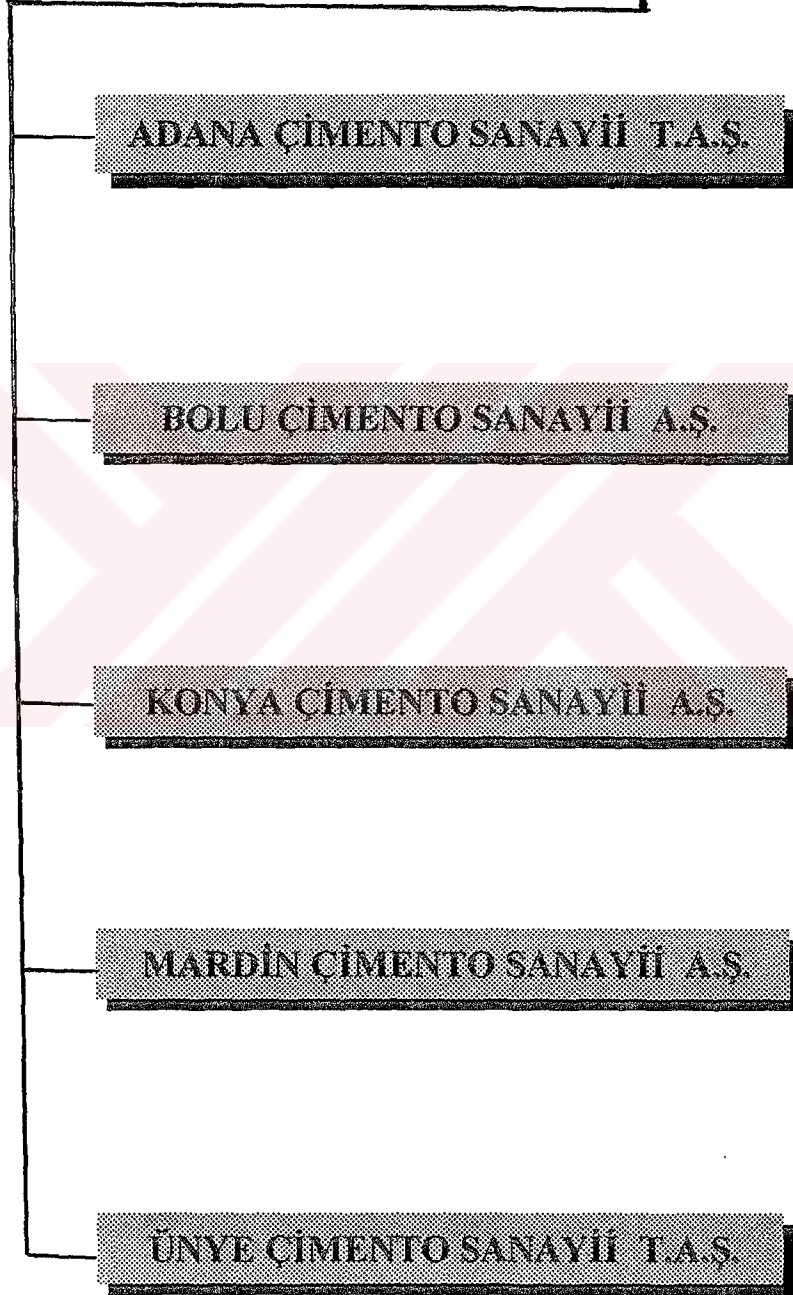
ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	132 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	PFEIFFER	Hava Akımlı	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1700 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Seperatörlü	80 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Seperatörlü	80 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	100 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat



Ek. 1.3

ÖZELLEŞTİRİLEN ÇİTOSAN İŞTİRAKİ ÇİMENTO FABRİKALARI



Ek. 1.3.1 Adana Çimento Sanayii T.A.Ş.



Kuruluş Yılı: 1957

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite :1 340 000 ton/yıl klinker 1 800 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: PÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	120 Ton/Saat
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	250 Ton/Saat
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	900 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	41 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	45 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	100 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	130 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KHD	Bilyalı	27 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KHD	Valsli	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	450 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	700 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1300 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1700 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	3×50 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	2×60 Ton/Saat
PAKETLEME	Trakya Makina	Rotatif	6×100 Ton/Saat
PREBLENDİNG	MTV-ASMAŞ	Chevcon	62.500 Ton



Ek. 1.3.2 Bolu Çimento Sanayii A.Ş

Kuruluş Yılı: 1957

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite :1 340 000 ton/yıl klinker 1 800 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: PÇ 32.5 KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
KONKASÖR	O-K	Çekiçli	350 Ton/Saat
KONKASÖR	BEDESHI	Çeneli	240 Ton/Saat
FARİN	LOESHE	Valsli	320 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	LOESHE	Valsli	30 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Hava Akımlı	2×75 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	130 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×100 Ton/Saat

Ek. 1.3.3 Konya Çimento Sanayii A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1954

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 500 000 ton/yıl klinker 700 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KRUPP	Çekiçli	100 Ton/Saat
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	250 Ton/Saat
FARİN	KHD	Tandem Kırıcılı	130 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KRUPP	Hava Akımlı	7 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	12.5 Ton/Saat



DÖNER FIRIN	KHD	Ön Kalsinasyonlu	1700 Ton/Gün
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×100 Ton/Saat

Ek. 1.3.4 Mardin Çimento Çimento Sanayii A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1969

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 550 000 ton/yıl klinker 525 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 PÇ 32.5 PÇ 42.5 SDÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	140 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	Yerli	Hava Akımlı	16 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1590Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	2×60 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×120 Ton/Saat

Ek. 13.5 Ünye Çimento Sanayii Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1969

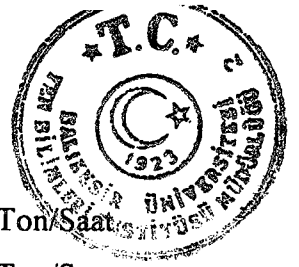
Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 550 000 ton/yıl klinker 750 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 TÇ 32.5

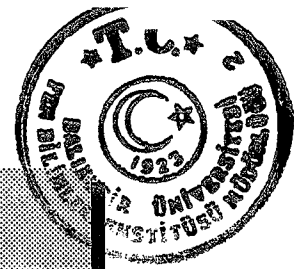
ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	125 Ton/Saat



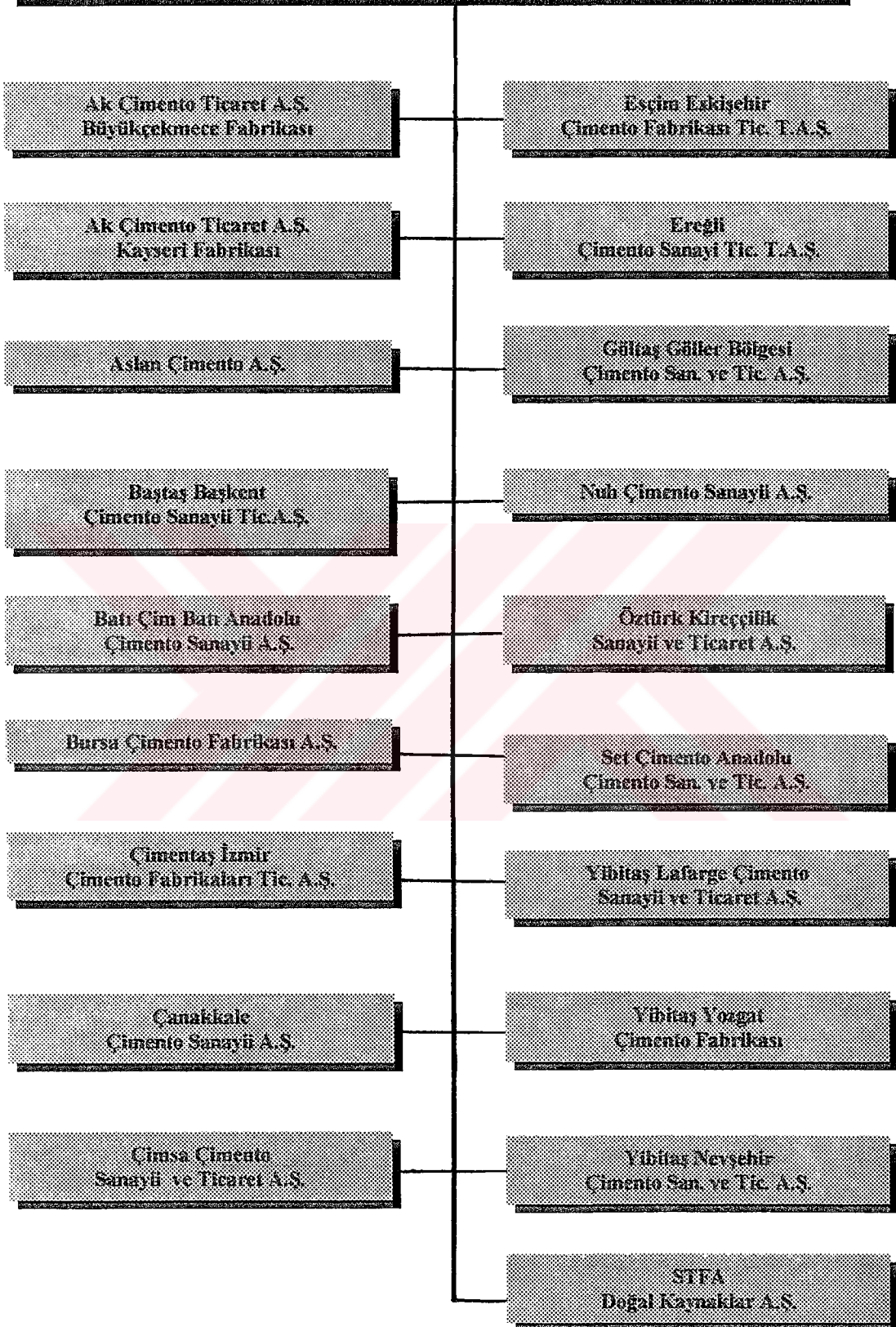
KÖMÜR DEĞİRMENİ	Yerli	Hava Akımlı	12 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	PFEIFFER	Hava Akımlı	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1700Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	2×75 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×100 Ton/Saat





Ek. 1.4

ÖZEL SEKTÖR TARAFINDAN KURULAN ÇİMENTO FABRİKALARI





Ek. 1.4.1 Ak Çimento Ticaret A.Ş. Büyükçekmece Fabrikası

Kuruluş Yılı: 1967

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 1 760 000 ton/yıl klinker 2 200 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: PÇ 42.5 PÇ 32.5 KÇ 32.5 TÇ 32.5

ÜNİTE	ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ		
	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	2×250 Ton/Saat
KONKASÖR	F.L.SMIDTH	Çekiçli	300 Ton/Saat
KONKASÖR	HAZEMAG	Çekiçli	600 Ton/Saat
ÖN HOMOJEN.	F.L.SMIDTH	Dairesel	230 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	90Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	170Ton/Saat
FARİN	F.L.SMIDTH	Hava Akımlı	110Ton/Saat
KÖMÜR HOMOJ.	F.L.SMIDTH	Uzun Disk Kaz.	100 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	LOASCHE	Valsli	3×15 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Ist.-Prekal	1200Ton/Gün
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Ist.-Prekal	2800Ton/Gün
DÖNER FIRIN	F.L.SMIDTH	Ön Ist.-Unax Soğ.	1560Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİR.	F.L.SMIDTH	Hava Akımlı	2×80 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	F.L.SMIDTH	Hava Akımlı	2×120 Ton/Saat
TRAS DEĞİR.	PEFIFFER	Valsli Dik Değ.	80 Ton/Saat
PAKETLEME	F.L.SMIDTH	Döner Kantar	4×100 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	2×120 Ton/Saat



Ek. 1.4.2 Ak Çimento Ticaret A.Ş. Kayseri Fabrikası

Kuruluş Yılı: 1992

Teknoloji :Öğütme-Paketleme

Kapasite : 600 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: PÇ 42.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	F.L.SMIDTH	Hava Akımlı	100 Ton/Saat
TRAS DEĞİRMENİ	F.L.SMIDTH	Hava Akımlı	20 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	2×120 Ton/Saat

Ek. 1.4.3 Aslan Çimento A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1911

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 1 000 000 ton/yıl klinker 1 600 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 PÇ 32.5 PÇ 42.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KRUPP	Çekiçli	2×250 Ton/Saat
FARİN	LOESCHE	Hava Akımlı	2×60 Ton/Saat
FARİN	LOESCHE	Hava Akımlı	150Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	LOESCHE	Hava Akımlı	30 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	POLYSIUS	Prekalsinasyon A.T.	3000 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİR.	POLYSIUS	Hava Akımlı	2×125 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	KRUPP	Hava Akımlı	30 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	4×100 Ton/Saat

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Ek. 1.4.4 Baştaş Başkent Çimento Sanayii Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1970

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 640 000 ton/yıl klinker 850 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	WEDAG	Çekiçli	250 Ton/Saat
FARİN	WEDAG	Hava Akımlı	140 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	Yerli	Valsli	12.5 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	WEDAG	Bilyalı	10.5Ton/Saat
DÖNER FIRIN	WEDAG	Ön Isıtmalı	2000 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİR	WEDAG	Hava Akımlı	2×80 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	4×100 Ton/Saat

Ek. 1.4.5 Batı Çim Batı Anadolu Çimento Sanayii A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1966

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 1 300 000 ton/yıl klinker 1 615 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 PÇ 32.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KHD	Çekiçli	2×250 Ton/Saat
KONKASÖR	KRUPP	Çekiçli	1000 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	2×160 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	KHD	Kapalı Devre	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	2000 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1700 Ton/Gün



ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Açık Devre	60 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	KHD	Kapalı Devre	80 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	KHD	Kapalı Devre	180 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	8×100 Ton/Saat

Ek. 1.4.6 Bursa Çimento Fabrikası A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1966

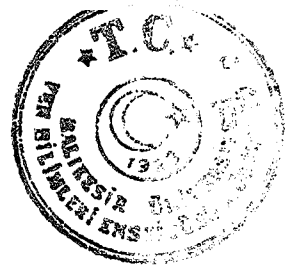
Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 840 000 ton/yıl klinker 1 200 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 PÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	250 Ton/Saat
KONKASÖR	HAZEMAG	Çarpmalı	300 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Hava Akımlı	2×52 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Valsli	100 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	PFEIFFER	Valsli	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	POLYSIUS	Ön Isıtmalı	700 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	POLYSIUS	Prekalsinasyonlu	1850 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Kapalı Devre	60 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Kapalı Devre	70 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Kapalı Devre	115 Ton/Saat
VALSLİ PRESS	POLYSIUS	Ön Ezici	300 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	280 Ton/Saat
PAKETLEME	MÖLLERS	Döner Kantar	200 Ton/Saat



Ek. 1.4.7 Çimentaş İzmir Çimento Fabrikası Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1951

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 1 280 000 ton/yıl klinker 1 700 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: Klinker PÇ 32.5 TÇ 32.5 KÇ 32.5 Mıçır

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	HISCHMANN	Çekiçli	600 Ton/Saat
FARİN	FLS	Trax	90 Ton/Saat
FARİN	FLS	Trax	160 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Roller Mill	120 Ton/Saat
KÖMÜR KURUT.	FLS	Drum-Dryer	20 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	FLS	Tirax Unidan	8 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	FLS	Tirax Unidan	15.5 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	PFEIFFER	Roller Mill	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	POLYSIUS	Ön Kalsinasyon	2100 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	FLS	Ön Isıtmalı	2100 Ton/Gün
ROLLER PRESS	POLYSIUS	_____	240 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Hava Akımlı	2×25 Ton/Saat
PAKETLEME	FLS	Döner Kantar	4×100 Ton/Saat
KATKI KIRICI	OK	Darbeli	125 Ton/Saat
MICIR TESİSİ	NA-CE	Çeneli	200 Ton/Saat
MICIR TESİSİ	NA-CE	Darbeli	2×175 Ton/Saat

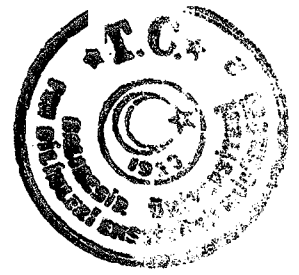
Ek. 1.4.8 Çanakkale Çimento Sanayii A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1974

Teknoloji :Kuru Sistem

Kapasite : 1 749 000 ton/yıl klinker 2 010 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: Klinker TÇ 32.5 KÇ 32.5



ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	HAZEMAG	APPP2022	636 Ton/Saat
FARİN	LOASCHE	Troyler Valsli	2×200 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	RAYMOND	Valsli	32 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	LOASCHE	Troyler Valsli	29 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FULLER	Ön Isıtmalı	500 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİR.	FULLER	Raymond Sep	93 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FULLER	. Sepa Separatörlü	118 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FULLER	Sepa Separatörlü	100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	3×100 Ton/Saat
YÜKLEYİCİ	PHB		2000 Torba/Saat
YÜKLEYİCİ	PHB		100 Torba/Saat

Ek. 1.4.9 Çimsa Çimento Sanayii Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1974

Teknoloji :SP-ILC

Kapasite : 1 400 000 ton/yıl klinker 1 740 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: Beyaz ve gri klinker PÇ 32.5 TÇ 32.5 BÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	FLS	Çekiçli	300 Ton/Saat
FARİN	FLS	Hava Akımlı	2×115 Ton/Saat
FARİN	PFEIFFER	Valsli Dik	60 Ton/Saat Beyaz 155 Ton/Saat Gri
KÖMÜR DEĞİR.	PFEIFFER	Valsli Dik	25 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	FLS	Hava Akımlı	25 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FLS	Ön Isıtmalı	3400 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	FLS	Ön Kalsinasyonlu	900 Ton/Gün Beyaz



ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Bil-Separatörlü	2×140 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Separatörlü	100 Ton/Saat
PAKETLEME	FLS	Kantar	600 Ton/Saat

Ek. 1.4.10 Esçim Eskişehir Çimento Sanayii Ticaret AŞ.

Kuruluş Yılı: 1956

Teknoloji : Önkalsinasyonlu Kuru Sistem

Kapasite : 500 000 ton/yıl klinker 600 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü: KÇ 32.5 PÇ 32.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	100 Ton/Saat
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	130 Ton/Saat
FARİN	MIAG	Hava Akımlı	130 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	MIAG	Bilyalı	8 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	Yerli	Hava Akımlı	5 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	MIAG ve POLYSIUS	Önkalsinatörlü	1500 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİR.	MIAG	Hava Akımlı	30 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	MIAG ve POLYSIUS	Hava Akımlı	75 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×80 Ton/Saat

Ek. 1.4.11 Ereğli Çimento Sanayii Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1990

Teknoloji : Öğütme-Paketleme

Kapasite : 300 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5



ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	SKET	Hava Akımlı	1000 Ton/Gün
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	200 Ton/Saat

Ek. 1.4.12 Göltaş Göller Bölgesi Çimento San. ve Tic.A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1969

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 600 ton/yıl klinker 950 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : PÇ 32.5 KÇ 32.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	250 Ton/Saat
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
KONKASÖR	NA-CE	Çeneli	150 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Hava Akımlı	140 Ton/Saat
FARİN	POLYSIUS	Çift Valeli	90 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.		Çift Valeli	16 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	FLS	Tırax	20 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	POLYSIUS	Ön Isıtmalı	1700 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	1700 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİR.	FLS	Hava Akımlı	60 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİR.	POLYSIUS	Kapalı Devre	70 Ton/Saat
TRAS KURUTUCU	Yerli	Tomwell Kurutucu	2×100 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	4×120 Ton/Saat



Ek. 1.4.13 Nuh Çimento Sanayii A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1966

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 1 350 00 ton/yıl klinker 1 700 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : PÇ 32.5 KÇ 32.5-H.Beton-Makina İmalatı

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	KRUPP	Çekiçli	500 Ton/Saat
KONKASÖR	ÇİMMAŞ	Çekiçli	350 Ton/Saat
KONKASÖR	MIAG	Çeneli	250 Ton/Saat
HAMMADDE	FLS	Dairesel Kapalı	50 000 Ton
HAMMADDE	NUH	Uzun Kapalı	10 000 Ton
PROSES ANALİZÖR	GAMMA METRIX	On Line	1000 Ton/Saat
FARİN	LOESCHE	Dik	250 Ton/Saat
FARİN	LOESCHE	Dik	200 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	100 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİR.	LOESCHE	Dik	12 Ton/Saat
ÖN ISITICI	ACT	4 Kademe Pasec Sis.	3000 Ton/Gün
ÖN ISITICI	VAI	4 Kademe Pasec Sis	3000 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	2×3000 Ton/Gün
TRAS DEĞİR.	POLYSIUS	Dik	125 Ton/Saat
PAKETLEME	NUH	Döner Kantar	100 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOEC.	Döner Kantar	120 Ton/Saat
PAKETLEME	NUH	Sabit Kantar	30 Ton/Saat



Ek. 1.4.14 Öztüre Kireççilik San. ve Tic. A.Ş. Çimento Fabrikası

Kuruluş Yılı: 1993

Teknoloji : Kapalı Devre Dinamik Separatörlü

Kapasite : 150 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : Muhtelif Standartlarda

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	Mutafçılar	Çeneli	90 Ton/saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava akımlı	40 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	60 Ton/Saat

Ek. 1.4.15 Set Çimento Anadolu Çimentoları Anadolu A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1929

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 410 000 ton/yıl klinker 585 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	FLS	Çeneli	250 Ton/Saat
KONKASÖR	FLS	Çekiçli	240 Ton/Saat
FARİN	FLS	Hava Akımlı	40 Ton/Saat
FARİN	FLS	Hava Akımlı	70 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	10 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	FLS	Ön Isıtmalı	580 Ton/Gün
DÖNER FIRIN	FLS	Ön Isıtmalı	690 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	2×10 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	50 Ton/Saat
PAKETLEME	FLS	Döner Kantar	70 Ton/Saat

PAKETLEME

FLS

Döner Kantar

80 Ton/Saat



Ek. 1.4.16 Yibitaş Lafarge Çimento Sanayii ve Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1990

Teknoloji : Öğütme-Paketleme

Kapasite : 475 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5 TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	BURÇELİK	Çarpmalı	100 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KRUPP-POLYS	Hava Akımlı	70 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Rottobaker	200 Ton/Saat
PAKETLEME	H&BOECKER	Döner Kantar	200 Ton/Saat

Ek. 1.4.17 Yibitaş Yozgat Çimento Fabrikası

Kuruluş Yılı: 1973

Teknoloji : Kuru Sistem

Kapasite : 660 000 ton/yıl klinker 450 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5 PÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	MIAG	Çekiçli	350 Ton/Saat
FARİN	KHD	Hava Akımlı	150 Ton/Saat
KÖMÜR DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	12 Ton/Saat
DÖNER FIRIN	KHD	Ön Isıtmalı	2000 Ton/Gün
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	FLS	Hava Akımlı	2x75 Ton/Saat
PAKETLEME	Trakya Makina	Döner Kantar	100 Ton/Saat



Ek. 1.4.18 Yibitaş Nevşehir Çimento Sanayii ve Ticaret A.Ş.

Kuruluş Yılı: 1992

Teknoloji : Öğütme Paketleme

Kapasite : 500 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : TÇ 32.5

ANA ÜNİTELERİN KARAKTERİSTİKLERİ

ÜNİTE	PROJE/İMALAT	ÖZELLİKLERİ	ÜRETİM DEĞERLERİ
KONKASÖR	Yibitaş Makina	Çekiçli	200 Ton/Saat
ÇİMENTO DEĞİRMENİ	KHD	Hava Akımlı	90 Ton/Saat
PAKETLEME	Yerli	Döner Kantar	2×100Ton/Saat

Ek. 1.4.19 STFA Doğal Kaynaklar

Kuruluş Yılı: 1988

Teknoloji : Öğütme Paketleme

Kapasite : 150 000 ton/yıl çimento

Ürün Türü : KÇ 32.5