

Çimento Endüstrisinde Yüksek Fırın Cürufundan İstifade*)

Memleketin endüstri inkişafı taşkömüre olan talepleri gittikçe çoğalmakta ve bu enerji kaynağının mahrukat olarak kullanılmasında yeni tasarruf yollarını aramaya mecbur kılmaktadır. Diğer taraftan yurdun inşaattaki ilerlemesi ve modern şehirlerin meydana gelmesi çimento istihsalâtını artırmağa sevketmektedir. Bundan dolayı bu

«Stahl und Eisen» 9. 4. 942 sayısından kısaltı larak alınmıştır.

makalemizde bu iki talebi gözönüne alarak çimento endüstrisinde yüksek fırınlardan cüruf olarak ayrılan bakiyelerden istifade ve mahrukattan tasarruf yolları aranacaktır.

Malûm olduğu veçhile portland çimentosunun esas bağlama maddesi marn (Mergel) ile kalker veya kireç taşından mürekkeptir. Bazı fabrikalar marn yerine irtibat ve bağlama maddesi olarak yüksek fırın

cürufunun ham ununu kullanırlar ve bu cürufla kireç taşı klinker şeklinde pişirilir. Bu tarzda yüksek fırın cürufunun tabiki neticesinde muayyen miktarda mahrukat yani taşkömürden tasarruf edilmiş olunur, çünkü cüruf pişirilmiş halde bulunduğundan hamızı karbonu ihtiva etmez. Bundan dolayı klinker imali için mam yerine yüksek fırın cürufu alındığı takdirde mahrukat sarfiyatı nisbeten azalır. Maa-mafih istenilen tasarrufun elde edilmesi için aşağıdaki vaziyet gözönünde tutulmalıdır.

Portland çimentosu istihsalâtı esnasında taşkömür tasarrufu yapılabilmesi için halihazırda mevcut çimento fabrikalarının tesisatı yeni bir tekâmüle ihtiyaç gösterir, çünkü ham unun kaba tarzda öğütülmesi çimentonun kalitesini ihlâl ettiği gibi, kolayca pişirilmediğinden sarfolunan mahrukat miktarının istenilen nisbette azalmasına da mani olur.

Binaenaleyh klinker yerine başka ve daha elverişli bir maddenin kullanılması meselesi meydana çıkar. Böyle bir madde olarak ta yüksek fırın cürufunun kullanılması ve öğütülme cihazlarının tam kapasitelerinden istifade sayesinde çimento istihsalâtının artırılmasına, aynı zamanda taşkömür sarfiyatının azaltılmasına imkân mevcuttur. Bunun için idrolik maddelerden olan cürufun daha ufak övütülmesi ve marn yerine muayyen nisbette çimento terkbine karıştırılması zaruridir.

Son yıllar zarfında klinker yerine övütülmüş yüksek fırın cürufunun kullanılması, çimento endüstrisinde yeni terakkilere sebep olmuştur, çünkü cüruf unu çimentonun sertleşmesi için gereken evsafı bahşeder. Bundan dolayı demir portland çimento cinsinde klinkerin % 30-u ve yüksek fırın çimentosunda ise % 60 ilâ % 80-i yüksek fırın cürufundan ibarettir. Bu terkipteki çimento nevelerinin mukavemet kabiliyetlerini artırmak için cürufun gayet ince olarak öğütülmesi şarttır. Öğütme ameliyesi için lüzumlu enerji istihsalinde fazla mahrukat ihtiyacı hissedilmesine rağmen, ham un imali ve «Klinkerin» pişirilmesi işine sarfolunan miktar nazarı itibara alınır, bu usulde elde edilen çimentonun % 60 ilâ % 70-i için taşkömür tasarrufuna imkân vardır.

Yüksek fırın cürufundan çimento imal olunurken, bilhassa bunun sertleşme vasfı ve ilâve olunan maddelerin terkb ve vasıfları nazarı itibara alınmalıdır. «Puzzolan» tesmiye olunan bu maddeler tek başına sertleşmezler. Gayet ince övütülmüş bir halde bile ismi geçen maddeler çimento yerini tutmazlar; tahrik edici maddelere ihtiyaç gösterirler. Bu tahrikçi maddelerin tesiri ve yüksek fırın cürufunun tahrik kabiliyetini kısaca gözden geçirmek isteriz:

Her hangi bir cüruf çimentosunun vasıfları için aşağıdaki cihetler nazarı itibara alınmalıdır:

1. Cürufun kimyevî terkbisi.
2. Cürufun fizikî vasfı.
3. İnce öğütülmesi ve tane bünyesi.
4. İdrolik vasıflar için gereken tahrik maddesinin nevi.

Tahrik maddesi olarak aşağıdaki materyel kullanılabilir:

a) Natriyum idroksit, natriyum karbonat, natriyum sülfat, natriyum silikat ve bunlara muadil kali tuzları şeklindeki kallevî maddeler .

b) Kalsiyum oksit veya kalsiyum hidrok sit. şeklinde kireç.

c) Kalsiyum sülfat şeklinde jips.
Estrih-jipsi veya kibritiyeti kalsiyum (Ca S O₄) Ştuk jipsi (Ca S O₄+1/2 H₂O)

Alcı taşı (Ca S O₄ + 2 H₂O) ve muhtelif tuzlarla meşbu veya mahlûl jips (klorürü kalsiyum, natriyum sülfat gibi).

d) Hamızla muameleye tâbi olan veya olmıyan taneli cüruf.

e) Tabîî ham maddeden (marn ve saire-den) elde edilen portland çimento «klin-keri», tahavvül etmiyen yüksek fırın cürufu veya tuz ruhu ile muamele olunan ve tebeddül eden cüruf.

Cürufun kimyevî terkibi yani cürufta mevcut münferit asitler cüruftan imal olunan çimento vasıflarına aşağıdaki tesiri ya-parlar:

Silisyum asidi idrolik vasıflar için gayri müsaittir. Daha 10 sene evvel asitli cüruf-lar öğütülerek çimento endüstrisinde kul-lanılmazlardı. Fakat öğütme tekniğinin te-kâmülü ile bu nevi cüruflardan da istifade olunmağa başlanmıştır. Hattâ asitli cüruf-lar tuzlu sulara dayanıklı veya cüzî çözme hararetine malik çimentoların imali için bazik cüruflara nazaran tercih olunmakta-dırlar. Başlangıçta zayıf mukavemete ma-lik olan bu nevi çimentolar nihayetinde çok iyi mukavimdirler. İlâve olunacak yüksek fırın cürufunun miktarı ve klinkerin nevi çimentodan istenilen vasıflara göre deği-şir. Terkipte mevcut kil toprağı (hamızı alüminyum), silisyum oksidinin nisbeti fazla değilse, çimentonun sertleşme kabili-yetini artırır. % 20 ilâ % 21 nisbetinde Al_2O_3 ü ihtiva eden bazik cüruflar çok kuv-vetli sertleşir ve hamızı alüminyum çimen-tosuna bir geçit safhası teşkil eder.

Kalker muhtevasının tezayüdü çimento vasfını iyileştirir, fakat CaO % 48-i aşarsa, bilhassa hamızı alüminyum (kil toprağı) cüzî kalırsa menfi neticeler doğurur, çün-kü bu terkipteki cüruflar fazla sıcak olurlar, ağır granüle olur (taneleşir), kolayca zucaciyetini kaybeder ve istenilen şekle sokma ameliyesini güçleştirir.

Magnezyumca zengin cüruflar bu madde tenoru fakir olan cüruflara nazaran çimen-tonun yeknesak şekildeki tuzlu sulara da-yanıklığını azaltırlar, çünkü magnezyum-

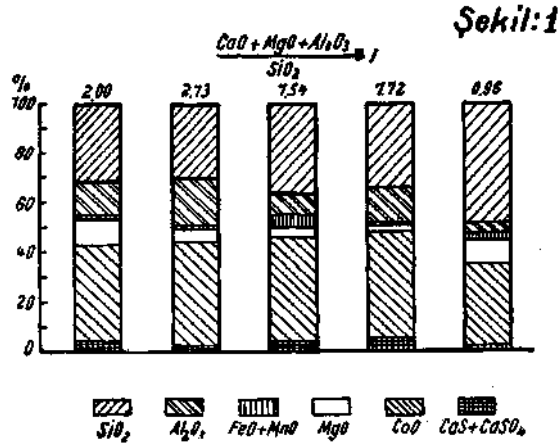
lar muayyen dereceye kadar kalsiyum ok-sidi yerine ikame olurlar, kâfi idrolik ka-biliyetini haizdirler ve öğütülmüş terkipte muvaffakiyetle kullanılabilirler.

Buna mukabil manganez, cürufların id-rolik kabiliyetini daima ihlâl eder. Cürufun terkipteki manganez muayyen mik-tarı veya nisbeti aşarsa cürufların teamül veya reaksiyon kabiliyeti fevkalâde azalır ve çimentonun sertleşme vasfına zarar ge-tirir. Bu nisbet cürufun kimyevî terkiptine göre değişir. Cüruf ne kadar hamızı olursa o nisbette manganezin menfi tesiri ço-ğalır.

Cürufta sulfidin mevcudiyeti onun idro-lik vasfını yükseltir. Evvelce zararlı olarak telâkki olunan cüruftaki kükürt tenoru son yılların nazariyesince reddedilmiştir, çünkü beton gibi kalkerce zengin bir sis-temin açık havada asitleşmesi neticesinde terkipteki kükürttten hamızı kibrit yerine jips teşekkül eder. Jips ise her çimentoya ilâve olunur ve zararsız bir madde olarak tanınmıştır.

Muhtelif izabehanelerde elde edilen yük-sek fırın cürufunun kimyevî terkibi I No-lu şekilde gösterilmiştir. Münferit terki-

MUHTELIF YÜKSEK FIRIN ÇURUFUNUN KİMYEVİ TERKİBİ



lerin karakteristik rakamı ve norm formülü şöyledir:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = 1 >$$

Bu formülde magnezyumlar surete dahil edilmiştir, maamafih bunlar kalkerini tamamen ikame edemezler, çünkü magnezyumca zengin cüruflar aynı nisbette kalke-ri havi cürufa nazaran daha yavaş teamül ederler. Menfi tesiri yapan magnezyumun mahreç kısmına konulması daha doğ-ru olurdu, fakat bunun menfi tesiri kâfi derecede gösterilmiş olmazdı, çünkü magnezyum tenoru %2 ilâ %3-ü aşarsa idrolik vasfı azaltır. Bundan dolayı norm formülünde magnezyumdan sarfınazar edilmiştir, çünkü cürufların magnezyum tenoru nisbe-ti %5ten aşağıdır. Karakteristik rakam ne kadar yüksek olursa iyice soğutulmuş cüru-fun idrolik kabiliyeti o nisbette artar. Maamafih bu iddia muayyen bir tahdide tâbidir çünkü yukarıdaki mülâhazadan anlaşıldığı veçhile kalkerin magnezyuma ve bazik tenörlerin kil toprağına olan nisbetleri ile magnezyum muhtevası terkipte mühim rol oynarlar.

Demek ki, fazla magnezyumu havi olan neveler müstesna, bütün cüruflar çimento istihsali için elverişlidirler. Maamafih portland çimentosu klinkerinin imali için yüksek derecede magnezyum ihtiva eden cüruflar kullanılamazlar.

Cürufun fizikî durumu cari nazariyelere göre zücaci olmalıdır. Fakat fazla asitli cüruflarda reaksiyon kabiliyetini artıran tane kristallerinin bolca teşekkülü istenilir. Magnezyumca zengin cüruflar epeyce kuvvetli polarizasyona tâbi olmalarına rağmen, bu optik faaliyet bunların sertleşme kabiliyetini azaltmaz. Maamafih bunlarda polarizasyon veya kutuplaşma nevi, mese-lâ çift inkisarı ziya vermesi, cüruf tanelerinin taksimi, nokta veya satih şeklinde

yıldızcıklar teşekkülü gibi durumlar nazarı itibara alınmalıdır.

Ancak zücacî cürufların sertleşmesi le-hindeki sebeblere gelince, zücacilerde oksitler gayri muntazam şekilde serbest bulunurlar. Taneli cüruflarda ise ince plak-menslerde görüldüğü gibi, Melilit'ler daha teşekkül etmezler. Bunların vücut bulmaları için lâzım olan enerji ve kristalleşme harareti zücacî cüruflarda mevcuttur. Bundan dolayı zücacî çimentonun tahallül harareti kimyevî bakımdan aynı terki-bi haiz taneli cüruflara nazaran daha yüksektir. Bunun için gereken enerji ince övütme, tahrikçi maddenin ilâvesi ve katılan su tesiri altmda meydana çıkar, cürufta silikat idratlarının teşekkülüne yardım eder ve sertleşmeyi hızlaştırır. Buna mukabil kristalleşmiş cüruflarda sertleşme ile neticele-nen bu gibi aksülamel (reaksiyon) cereyan edemez, çünkü bunlarda oksitler bağ-lanmış, kristalleşme esnasında tertib ve tanzim olunmuştur. Zücacî cürufların dahilî bünyesi gayri muntazam ve tertibsizdir. İstenilen intizam ise ancak sertleşme esnasında vukubulur. Demek ki kristalleşmiş cüruflar tam bir intizam içerisinde bulduklarından bir aksülamel (reaksiyon) geçirmezler. Cürufların şekil ve cinsi polarizasyon mikroskobu vasıtasıyla tesbit olunur. Zücacî cüruflar amorf (kristalleşmemiş), renksiz ve şeffaftır, magnezyum ihtiva ederlerse hafifçe sarımsak olurlar demir tenoru cüzi bir yeşil renk verir, fakat, magnezyum terki-bi fazla ise cüruf kahve rengini alır. Polarizasyon mevcutsa noktalar şeklinde zuhur eder. Magnezyumca zengin cüruflarda polarizasyon vasfı daha kuvvetli tebarüz eder, fakat bunun cürufa menfi bir tesiri yoktur.

Camlılığını kaybetmiş cüruflar ya süt gibi bulanık veya fazla optik faal olurlar. Bu kuvvetli polarizasyon vasfı bilhassa tedricî sertleşme, yani noksan granülasyon

esnasında tesbit olunur. Zuhur eden kristaller boy boy melilitler veya fazla asit mevcutsa anortitler şeklinde tebarüz ederler.

Cürufun bünyesini gayri muntazam şekilde muhafaza etmek için yüksek fırından çıkar çıkmaz cüruf suya akıtılır ve sert olmasına rağmen mayi bir tarzda tutulur, yani granülasyona tâbi bulundurulur. Fakat böyle bir ameliyatın iki noksan tarafı vardır: evel emirde fazla suya ihtiyaç hissedilir ve meşbu cürufun rutubet derecesi % 15 ilâ % 50 raddelerine çıkar.

Bundan dolayı son zamanlarda granülasyon ameliyesi G. Jantzen usulü hava ce-reyanı veya E. Opderbeck'in hususî değirmenleri ile yapılır. Her iki usul ekseri cüruflar için elverişli olup cüzî miktarda su sarfiyatı ile çalışırlar. Katılan su miktarı cürufun kimyevî terkibine göre tahavvül eder. Hamızı cüruflar tamamen kuru olarak elde edilirlerken, kalevî cürufların rutubet derecesi % 4 ilâ % 6 arasında değişir.

Yüksek fırın cürufunu havi çimentonun ince öğütülmesi büyük bir önemi haizdir. Övütme ameliyesinin teferruatına geçmeden, lâboratuvar değirmenlerinde elde edilen tecrübelerle istinaden diyebiliriz ki, mevcut veya ilâve jips taşıdaki tahavvüller yüzünden bu tecrübeler bilâkaydüşart pratik sahada tatbik olunamazlar, çünkü değirmenin sıcaklığı tesiriyle jips suyunun bir kısmı tebahhur eder, bu vaziyet ise klinkere tesir yapar ve kısmen değişen jips taşının vasfında bir tebeddül meydana getirir. Bundan dolayı öğütme ameliyesinin nihâî neticeleri ancak büyük mikyasta pratik değirmenlerde elde edilebilir.

Öğütme tecrübeleri esnasında tesbit olunan bir hakikat varsa o da ince övütme mukavemet kabiliyetini artırır fakat çekilme temayülünü kuvvetlendirir: Aynı zamanda ince öğütülmüş çimento daha iyi

çalışma imkânını çoğaltır ve daha kesif bir beton verir. Yüksek fırın cürufunu havi çimento ince övütülmesine rağmen portland çimentosunda olduğu gibi çabuk sertleşme tehlikesine maruz kalmaz. Fakat ince öğütme esnasında fazlaca sarfolunan su mukavemet kabiliyetine fena tesir yapar. Bundan dolayı fazla ince öğütme ihtiyacı hissedilirse, klinker ve cürufun ayrı ayrı öğütülmesi bu gibi menfi tesirlerin izalesine yardım eder.

Hava veya rüzgârla ayıklama ise cüruf-la tahrikçi maddelerin biri diğerinden ayrılmasını istenilen tarzda temin edemez, çünkü muvazenet husule gelir. Çok ince tanelerin uzaklaşması yüzünden rüzgârla ayıklanmış çimento kapalı değirmenlerden elde edilen çimento ununa nazaran daha az dayanıklı olur. Maamafih mamulâtın boru değirmenlerinden geçirilmesi bu kusurları tasfiye eder.

Tahrik maddesi olarak şimdiye kadar tercihan portland çimentosu klinkeri idrolilik vasıflar için elverişli sayılmışken, son zamanlarda yeni tahrik edici maddeler ba-his mevzuu olmaktadır: Bu cümleden kalevî tuzlar kuvvetli tahrik maddesi sayılır. Maamafih bunların tesiri değişen cüruf terki-bi üzerine muhtelifdir. Natriyum tuzları kolayca solarlar, kali tuzları ise pahalıdır. Bütün kalevî tuzları havi çimentolar çabuk kümeleşir ve fazla yatırılmaya gelmezler.

Kalker (kireç) kalsiyum hidroksit veya az miktarda kalsiyum oksit şeklinde muvaffakiyetle tatbik olunur. Bu çeşit bağlama maddesi evvelce cüruf çimentosu tesmiye olunurdu. Kalker, portland çimento klinkeri gibi sertleşmediğinden, % 4 ilâ %6 nisbetini aşarsa çimentonun dayanıklı lığını oldukça ihlâl eder. Buna mukabil portland çimentosu derhal otomatikman sertleşir.

Değirmende bir arada öğütülen kireçle yüksek fırın cürufu arasında bir reaksiyon (aksülamel) vukubulması hakkındaki iddia hiçbir esasa dayanmadığı gibi şimdiye kadar bilfiil tesbit olunmamıştır. Fakat olabilir ki, yüksek fırın cürufundaki suyun sönmüş veya kısmen sönmüş kirece tesiri yüzünden bir sönmeye ameliyesi cereyan eder.

Tahrik maddesi olan jips tek başına yalnız yüksek derecede kil toprağını (Al_2O_3) havi cüruflarda müsait netice verir ve klinker veya kirecin ilâve olunmasına ihtiyacı göstermez. Bundan dolayı jipsin tatbikat sahası mahduttur. Klinker mevcutsa elverişli tahrik maddesi jips taşıdır. Maamafih kibritiyeti kalsiyum, alçı taşı ve anhidrit (bilâma) da kullanılmıştır. İlk ismi geçen iki madde fazla pahalı olduğundan bilâma tercih edilmiştir.

Eski kalıp jipsleri yani pişirilmiş jipsi klinkerle karıştırarak kullanılması da maksada uygun bulunmuştur. Bu jips taşı sertleştiği esnada hidratlaşır. Böyle kullanılmış hurda maddelerden istifade mahdud miktarda yapılabilmesine rağmen bazı ehemmiyeti haizdir. Maamafih kimyevî bakımdan tahavvül gören, hamızlar veya tuzları ile muameleye tâbi tutulan jipslerden istifade işi daha inkişaf edebilecek vaziyettedir. Burada jips taşı ile klor kalsiyum halitasının tuzruhu veya kalevi maddelerle meşbu şekilde kullanılmasına işaret edelim. Maksada uygun tarzda değişen jipsler, yüksek fırın çimentosu veya portland çimento endüstrisinde şayanı tatbiktirler. Jipsin miktarı ve nisbeti cürufun nevine, değirmenin sıcaklığına ve diğer şartlara bağlıdır. Teferruata girismeksizin bu cihetlere dikkat edilmesinin ehemmiyetini kaydedelim:

Jipsli cüruf çimentoları gayet ince öğütülme lüzumunu gösterirler. Bu vaziyet imalât m. aliyesini yükseltir, çünkü fazla taşkömür sarfiyatına ve değirmen aksamı-

nın çabuk aşınmasına medar olur. Bundan dolayı ekseriyetle klinker ilâve edilir. Maamafih jipsli cüruf çimentosu tuzlu sulara karşı çok dayanıklı ve cüzî donma hararetini- haiz olduğundan tercih olunur. Sertleşme vasfı cürufun nevine bağlıdır ve cüruf terkiibindeki cüzî bir inhiraf kaliteye tesir yapar. Tuzla meşbu jipsler (klor-kalsiyum) daha bir terakki imkânını göstermektedirler.

Tane cürufu en eski tahrik maddelerinden birini teşkil eder. Geçen asrın sonlarına kadar tane cürufu «Puzzolan» çimentosu için kullanılmıştır. Su katıldığı zaman tane cürufundaki kalker ayrılır ve kalsiyum sülfid suya geçer. Bu mahlûl kireç gibi tahrik ederek sertleşmeyi çabuklaştırır.

«Passov» çimentosu tesmiye olunan ve bu asrın başlarında umumî dikkati celbeden çimento cinsi zücacî cürufu tane cürufunun halitasından ibarettir. Yüksek fırın cürufu esasına istinad eden bu çeşit çimento, fazla mukavim olmadığından taammüm etmemiştir. Maamafih bu nevi çimento üzerinde yapılan tetkik ve müşahedeler muhtelif fizikî durumdaki cürufların soğuması ve vasıflarını meydana çıkarmıştır. Fazla tane cürufuna olan talep, kalkerin ayrılmasından husule gelen balast, nihayet yatırılmadan çabuk bozulması bu cins çimentonun menfi taraflarını teşkil ediyor.

Portland çimentosu klinkeri tahrikçi madde olarak itimat kazanmış, çünkü bir taraftan sertleşmeyi teşvik eden serbest kireci ayırırken, kendisi de otomatikman donar ve yüksek fırın cürufunun vermediği dayanıklılığı bahşeder. Buna mukabil cürufu çimento oldukça yavaş sertleşir. Portland çimento klinkeri maksada uygun bir şekilde yüksek fırın cürufuna kalker karıştırılmak suretiyle elde edilir. Bunun için yüksek fırın cürufunun kireç tenoru nisbetine göre 1 kısım cürufa 1,3 ilâ 1,4 nisbetinde kireç taşı ham un şeklinde karıştırılır ve klinker

halinde pişirilir. Tahrik maddesi olan portland çimentosunun aktivitesini artırmak için tuzruhu veya hamızı kibrit hatta natriyum sülfatla muamele tecrübeleri yapılmıştır. Tuzruhu ilâve olduğu takdirde klorkalsiyum teşekkül eder, bu da sertleşme vasfına çok iyi tesir yapar. Diğer bir tecrübe esnasında jipsli soda husule gelir ve kuvvetli bazik bir madde olarak tahrik eder. Maamafih bu gibi tecrübeler pratik sahada tatbik olunmamıştır.

Kostik soda %	E ğ r i l m e m u k a v e m e t i			T a z y i k m u k a v e m e t i		
	3 gün sonra	7 gün sonra	28 gün s.	3 gün sonra	7 gün sonra	28 gün sonra
2	40	54	57	132	149	184
5	53	60	74	166	184	222
10	35	42	37	115	136	175

Pratik sahada kostik soda tahrik maddesi olarak tatbik olunmaz, çünkü fazla yatırmaya mütehammil olmayıp, çabuk bozulur, fiyatı da oldukça yüksektir.

Tahrikçi madde olarak % 5 ilâ % 10 nisbetinde kalker hidrati karıştırılan ve % 3 nisbetinde jips ihtiva eden çimentolarda fazla kalker mevcudiyeti gayri müsait bir tesir yapar. Bundan dolayı kireç veya kalcerli bağlama maddesi istihsal olunurken, kalker muhtevasının artırılmasında itina ile hareket edilmelidir. Yalnız birkaç cins cüruf kalkerin fazla olmasından zararlanmaz.

Muhtelif cinslerin mukayesesi için cüruf lar % 30 klinker ve % 3,6 ve % 12 jips taşı ile karıştırılmıştır. Tecrübe esnasında bazı cüruflar jips ilâvesinden iyileşirlerken, diğerleri fenalaşır, bilhassa iptidaî sertlik istenilen dereceyi bulmaz. Böyle tecrübelerde de en iyi tesir eden tahrik maddesi klinkerdir. Jips muhtevasının % 3 den % 12 kadar çıkarılması bazan müsait netice vermişken, diğer hallerde hiçbir kayda şayan değişiklik tesbit olunamamıştır.

Şimdi münferit tahrikçi maddelerin yüksek fırın cürufuna olan tesirlerini gözden geçirelim:

Kostik soda tahrik edici madde olarak sayanı tatmin dayanıklık verir. Çimento oldukça çabuk donar ve az sıcaklık verir. Elde edilen dayanıklılık derecesi şöyledir (beher santimetre kare satha kilogram hesabı ile):

Umumiyetle klinker miktarının artırılması çimentonun sertlik ve mukavemetini çoğaltır, buna mukabil sulfata karşı dayanıklılığı indirir. Kil toprağınca (Al_2O_3 bakımından) fakir, zengin ve magnezyumu bol olmak üzere üç gruba tasnif olunan 26 muhtelif cüruf üzerinde tetkiklerde bulunmuş ve aşağıdaki neticeler elde edilmiştir: İptidaî dayanıklık (mukavemet) klinker nisbetinin azalması ile zayıflar, cüruf miktarı % 50 nisbetinde iken nihaî dayanıklılık 28 gün sonra ve son derece dayanıklılık ise döküldükten 2 yıl sonra husule gelir. Sülfatlara karşı mukavemet cüruf miktarının % 80 nisbetine varıncıya kadar artar.

Magnezyumca zengin cürufların sülfatlara olan mukavemeti daha azdır. Bütün cürufların mukavemet münhanilerine bakılırsa cürufun artmasıyla iptidaî dayanıklılığın azaldığını görürüz. En fazla mukavemet % 40 cüruf tenörlü çimentolarda döküldükten 28 gün sonra ve % 50 nisbetinde cürufu havi cinslerde 2 sene sonra vukubulur. Çimentonun tuzlu sulara karşı da-

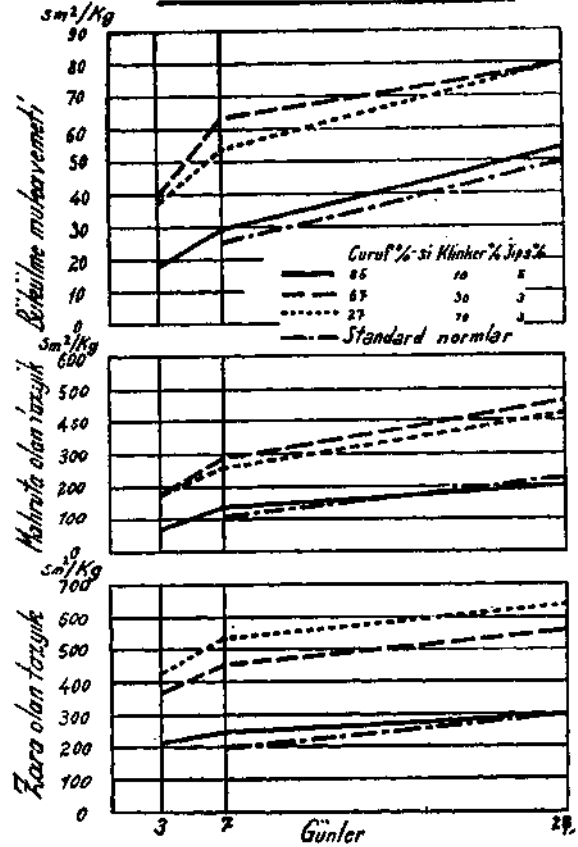
yanıklığı ise cüruf nisbetinin tezayüdü ile artar.

% 20 nisbetinde klinkeri havi yüksek fırın çimentosu mukavemetinin portland çimentosu dayanıklılığına olan % nisbeti zaman geçmesiyle yükselir: 3 gün sonra portland çimentosu mukavemetinin % 60 m bulan yüksek fırın çimentosunun dayanıklılığı, 28 gün geçince %79-a ve 2 sene geçince % 100-e çıkar.

Muhtelif gruplara mensup çimentoların fizikî vasıflarındaki tahavvüllerin bilfiil tetkiki, ancak geniş ölçüde ve etraflıca ifa olunan tecrübelerle istinaden yapılabilir. Bundan dolayı münferit çimento cinslerinden çıkarılan neticeler pratik tatbikat sahası için ehemmiyetsizdir.

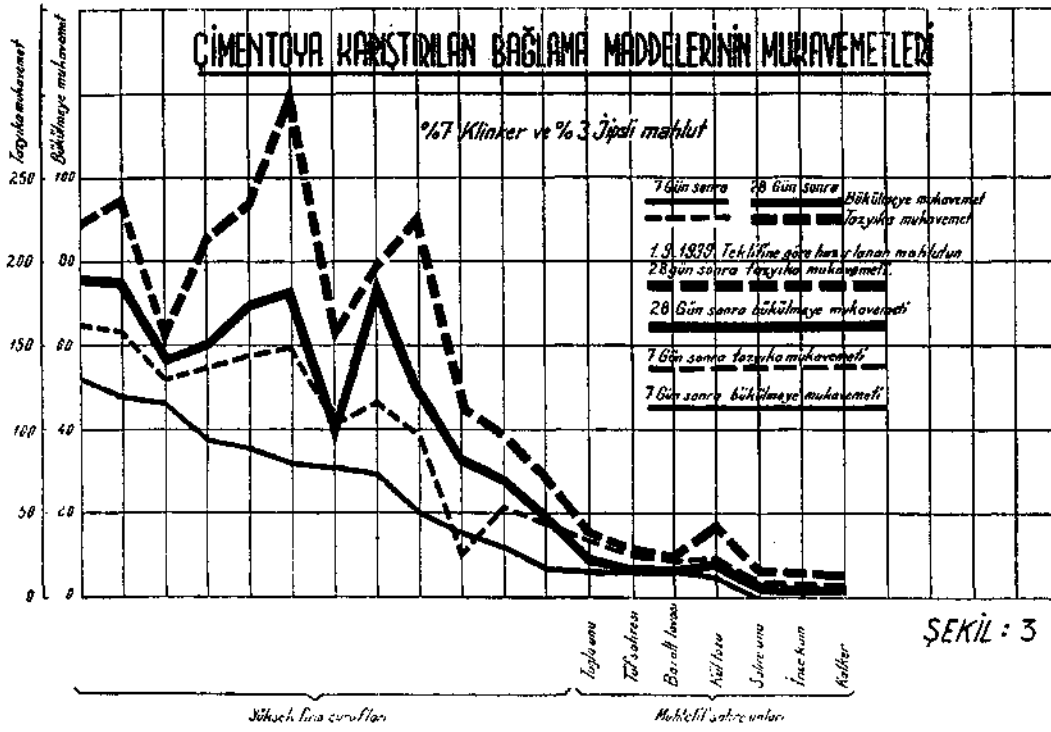
Şimdiye kadar gösterilen mukavemet nisbetleri eski standard şartnameleri veya normlarına göre yapılmışken, aşağıdaki tecrübelerde elde edilen rakamlar karışık bağlayıcı maddelerin dayanıklılığını yeni normlara göre ifade ederler. Bu tecrübeler için % 10, % 30 ve % 70 klinkeri havi cüruf öğütülmüştür. Demek ki bir taraftan % 30 klinkerli yüksek fırın çimentosu, diğer taraftan % 70 klinkerli demir portland çimentosu ile % 10 klinkeri havi bu iki çimentodan mürekkep bir halita alınmıştır. 2 ve 3 No-lu şekilde çimentonun mukavemetine ait standard dayanıklılık normları tersim olunmuştur. Bu münhanilere bakılırsa karışık çimentonun mukavemet normu ilk ismi geçen iki cins çimentonunkinden daha yüksektir. Görüyoruz ki iki cinsten mürekkep çimentonun normu % 10 klinker ile hidrolik unların karıştırılmış olmasını talep ediyor. Hattâ % 7 nisbetinde klinkeri havi karışık çimento mukavemeti muhtelif cinsteki cüruflardan istifade olunmasına rağmen standard şartlara tetabuk eder.

Şekil:2
MUHTELİF NİSBETTE KLİNKERİ HAVİ ÇİMENTOLARIN MUKAVEMETİ



Yüksek fırın cürufları aynı zamanda muayene olunan tuğla unu gibi hidrolik ilâvî maddelere nazaran mukavemeti yükseltme bakımından daha üstündürler. Hattâ fazla asitli cüruflar bile dayanıklılık noktai nazarından tabîi sahre unlarının fevkindedir. İnce kum ve kireç taşı sertleşme meselesinde her hangi bir rol oynamazlar.

Yukarıdaki mütalâaları hülâsa edecek olursak, yüksek fırın cürufunun çimento endüstrisinde istifadeye değer bir madde olduğu anlaşılır. Bu nevi cüruflar klinker yerine ikame olurlar ve çimento istihsalâtının tezayüdüne hizmet edebilirler, çün-



ku bunların kimyevî terkipleri ve fizikî ha üstün olduğu tecrübelerle isbat edil-
durumları diğer tabî sahelere nazaran da- miştir.