

SÜRFARTANLARIN ÇİMENTO ÖĞÜTÜLMESİNDE KULLANIMI ÖĞÜTME İNCELİĞİ VE DAYANIM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Muammer ÖNER(*)
Takahide WAKAMATSU(**)
Yoshitaka NAKAHIRO(***)

ÖZET

öğütme ortamına farklı derişimlerde e-caprolaktam, trietanolamin, dietilenglikol, akrilamid ve stearamid eklenmesinin çimento inceliğı ve çimento dayanımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Beş sürfaktanın da, uygun derişimlerde kullanıldığında, öğütme inceliğini arttırdıkları bulunmuştur. Bununla beraber, e-caprolaktam, trietanolamin ve dietilenglikol'ün diğer iki süfraktanadan daha etkin oldukları saptanmıştır. Bunlardan e-caprolaktam, çimento öğütülmesinde daha önce kullanılmayan bir sür fak tan olup, yıllardır çimento endüstrisinde başarıyla kullanılan trietanolamin ve dietilenglikol kadar olumlu etkiye sahiptir. Sürfak tanların çimento dayanımı üzerindeki etkisi de çalışılmış, bu etkinin, B.E.T. yüzey alanı 1,5 m²g'dan küçük olan çimentolar için olumsuz, büyük olan çimentolar için olumlu olduğu belirlenmiştir

ABSTRACT

Effect of varying concentrations of e caprolactam, triethanolamine, diethyleneglycol, acrylamide and stearamide upon grinding of cement, in view of fineness achieved and of cement strength has been investigated It has been found that, when added in proper concentrations, all five additives favourably modifies the fineness. However, e-caprolactam, triethanolamine, and diethyleneglycol are more effective compared to acrylamide and stearamide e-caprolactam, a so far apparently unreported additive, works as well as triethanolamine and diethyleneglycol which have been successfully applied for many years in cement industry Effect of surfactants upon strength of cement has also been studied, and found that, for cements having B.E.T. surface less than 1 5 m²g the effect is detrimental whereas for cements having B.E T. surface more than 1.5 m²g the effect is beneficial

(*) Yrd.Doç.Dr. Maden Müh. Böl. Hacettepe üniversitesi, ANKARA
(**) Prof.Dr. Min. Sei. and Tech. Kyoto Univ. KYOTO-JAPAN
(***) Prof.Dr. Min. Sel. and Tech. Kyoto Univ. KYOTO-JAPAN

1. GİRİŞ

öğütme, kristal ya da amorf yapı içindeki kimyasal bağların kopması ile yeni yüzeylerin oluşması işlemidir. Ancak, herhangi bir öğütme işleminde öğütme aracına iletilen enerjinin yalnızca % 1 kadarı yeni yüzey oluşumunda harcanmakta, %99'u ise, iletim kayıpları, sürtünme, ısı, ses, vb. başka enerji biçiminde tüketilmektedir.

1962 yılında Rumph toplam enerji üretiminin % 5'inin öğütmede harcadığını ileri sürmüştür(1). 1962'den günümüze, kuşkusuz, teknolojik ilerlemelere koşut olarak öğütmede enerji tüketimini azaltıcı gelişmeler olmuştur, özellikle, öğütme sistemlerinin otomatik kontrolü bu yönde olumlu sonuçlar vermiştir. Ancak, bir yanda zengin cevher yataklarının tükenmesi nedeniyle disemine yatakların zenginleştirilmesi gereksinimi, diğer yanda ince öğütülmüş hammaddelerin endüstrinin pek çok dalında kullanımının artması ve yeni kullanım alanlarının belirlenmesi, daha fazla miktarların giderek incelen büyüklüklere öğütülmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, günümüzde üretilen toplam enerjinin % 5'den daha büyük bir kesiminin öğütmede harcadığı ve bu miktarın önümüzdeki yıllarda daha da artacağı söylenebilir.

Fazla miktarda enerjinin çok verimsiz tüketildiği öğütme işlemlerinde yapılacak küçük gelişmelerin ne denli büyük ekonomik yararlar sağlayacağı açıktır, öğütme etkinliğini artırarak daha az enerji tüketimini amaçlayan birçok çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında, öğütme işlemlerinde sürfaktanların kullanılması önemli ölçüde ilgi çekmiş ve konu üzerinde birçok yayın yapılmıştır(2,3,4).

Sürfaktanların öğütmedeki olumlu etkisi laboratuvar boyutlu birçok çalışmada belirlenmiş olmasına karşın, bunların endüstride kullanımı az ve özellikle çimento öğütmesi ile sınırlıdır(5,6).

Üzerinde birçok çalışma yapılmasına karşın, sürfaktan etkisinin mekanizması tümüyle açıklanamamıştır. Bu etkinin anlaşılması, kuşkusuz, bunların daha etkin kullanımını ve belirli öğütme işlemleri için uygun sürfaktanların seçimini kolaylaştıracaktır. Günümüzde mekanizma açıklıkla bilinmediğinden, sürfaktanların seçimi ampirik yollarla yapılmaktadır. Bununla birlikte sürfaktanların öğütme üzerindeki etkileri konusunda çeşitli açıklamalar vardır.

Rehbinder'e atfedilen bir açıklamada, sürfaktanların katı yüzeylerine soğurularak bunların yüzey enerjilerini ve bağlı olarak da dayanımlarını düşürdüğü ileri sürülmektedir(^). Westwood ve diğerleri, katı yüzeylerine soğurulan sürfaktan moleküllerinin, yüzeye yakın dislokasyonları bir tür çivileyerek (pinning), bunların hareketini zorlaştırdığını söylemektedirler. Bilindiği gibi, dislokasyonların hareket kolaylığı plastik özelliğin fazlalığı anlamındadır. Bu hareket azaldığında katılar daha elastik, bir diğer deyişle daha kırılğan özelliğe bürünürler(8).

Locher ve Seebach yukarıda verilen iki açıklamanın karşısında deneysel bulgular yayınlamış ve sürfaktanların malzemenin öğütme ortamındaki akışkanlığını artırdığını ve öğütmeyi de bu yolla etkilediğini ileri sürmüşlerdir(9). Klimpel, Klimpel ve Austin de bu

tezi destekleyen sonuçlar yayınlamışlardır(10,11). Bu araştırmacılara göre, sürfaktan molekülleri değirmende, öğütülen malzeme yüzeylerine, öğütme elemanları yüzeylerine, astar yüzeylerine soğurulmakta ve bu birimler arasındaki dinamik sürtünmeyi azaltmaktadır. Böylece, öğütme ortamının (bilya-malzeme) değirmende akışı kolaylaşmakta ve tanelerin bilyalar tarafından kolayca kıştırılıp öğütülmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, yüzesoğurum sonucu tanelerin yüzey enerjileri azalacağından bunların, özellikle ince öğütme koşullarında, tekrar yapışarak topaklanması da görel olarak azalacaktır. Bu nedenle, tanelerin öğütme elemanları ile etkileşmesi, bağı olarak öğütme etkinliği artacaktır.

Daha önce de sözü edildiği gibi, sürfaktanların hem laboratuvar, hem endüstriyel boyutlarda en çok kullanıldığı yer çimento endüstrisidir. Bunun ana nedeni, kuşkusuz, bu endüstri kolunda çok büyük miktarların öğütülmesi ve çimento üretiminde harcanan enerjinin % 50'ye varan kesiminin öğütmede tüketilmesidir. Bu çalışmada da, bazı sürfaktanların çimento klinkeri ve çimento klinkeri +jibs karışımlarının öğütülmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada dikkatler, sürfaktan eklemesinin öğütme inceliği ve çimentonun dayanımı üzerindeki etkilerine yöneltilmiştir.

2. MALZEME VE DENEYSSEL YÖNTEMLER

2.1. Deneysel Malzemesi ve Sürfaktanlar

öğütme deneylerinde Osaka Çimento Fabrikası-Japonya'dan sağlanan ve analizleri Çizelge 1'de verilen klinker ve jibs kullanılmıştır. Öğütme ortamına eklenen sürfaktanlar ve bunların bazı özellikleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1— Klinker ve jibs'in kimyasal analizi

Malzeme	Yanma Kaybı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO a
Klinker	-	22,6	4,9	3,2	66,0	1,4	0,55
jibs	11,6	-	-	-	-	-	50,0

Çizelge 2— Kullanılan sürfaktanlar

Sürfaktan	Formül	öz.Ağ.	Mol.Ağ.	Erime °C	Kaynama °C
e-caprolaktam	CH ₂ (CH ₂) ₄ CONH	-	113,16	70	139
Trietanolamin	(CH ₂ CH ₂ OH) ₃ N	1,12	149,19	20	278
Dietilenglikol	(CH ₂ CH ₂ OH) ₂ O	1,37	106,12	-	209
Stearamid	GH ₃ (CH ₂) ₁₆ CONH ₂	-	283,50	108	250
Akrilamid	CH ₂ :CHCONH ₂	1,12	71,08	84	125

2.2. Öğütme Denevleri

öğütme işlemleri 6" x 12" lik, düz astarlı, paslanmaz çelikten yapılmış bir bilyalı değirmende yapılmıştır. Değirmen her deneyde, çapları 1"—5/8" arasında değişen 10,4 kg çelik bilya ve —6 meş'e ufalanmış 1,6 kg malzeme ile doldurulmuş, % 70 kritik hızda çalıştırılmıştır.

öğütme denevleri iki ana seride yapılmıştır. Birinci seride jibs eklemesi olmaksızın sadece klinker öğütülmüş ve yukarıda sözü edilen sürfaktanların klinker öğütülmesi üzerindeki etkileri araştırılarak, bunların en etkin oldukları derişimler saptanmıştır, ikinci seride, klinkere % 6 ağırlık oranında jibs eklenmiş ve bu karışım ilk seride olduğu gibi farklı derişimlerde sürfaktan eklemesi ile değişik zamanlarda öğütülmüştür. Böylece, sürfaktanların dayanım özellikleri üzerindeki etkilerini çalışmak üzere çimento örnekleri elde edilmiş; ve ayrıca jibs eklemesinin klinker öğütülmesi koşullarında belirlenen optimum sürfaktan derişimi üzerinde etkili olup olmadığı da gözlenmiştir. İkinci seri denevlerde öğütme ortamına yalnızca, ilk seride daha etkin oldukları belirlenen e-CAP (e-caprolactam), DEG (Dietilenglikol) ve TEA (Trietanolamin) eklenmiş ve öğütülmüş ürünlerin tanımlanmasında B.E.T. yüzey alanına ek olarak Blaine yüzey alanı da kullanılmıştır.

2.3. Özgül Yüzey Alan Ölçümleri

öğütülmüş ürünlerin tanımlanmasında özgül yüzey alanı esas alınmış; özgül yüzeyler B.E.T. azot yüzesoğurumu ve hava geçirgenliği yöntemleri ile ölçülmüştür. B.E.T azot yüzesoğurum ölçümlerinde Micromeritics 2200 Yüzey Alan Ölçer, hava geçirgenliği ölçümlerinde ise standard Blaine Aygıtı kullanılmıştır. Blaine Aygıtı kullanımında J IS R 5201'de belirtilen esaslara uyulmuştur(12).

2.4. Basma Dayanımı Denevleri

öğütmede sürfaktan kullanımının çimentonun basma dayanımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Farklı derişimlerde e-CAP, DEG ve TEA kullanılmasıyla öğütülen çimento örnekleri J IS R 5201'de belirtilen esaslara uygun olarak su ve standard kum ile karıştırılmıştır. Oluşturulan harçların silindir kalıplara dökülmesi ile elde edilen 05x10 cm boyutlu örnekler üzerinde, 3 günlük olgunlaşma süresi sonrasında basma dayanımı ölçümleri yapılmıştır. Bir kısım örneğin 7 ve 28 günlük olgunlaşma sonrası da dayanımları ölçülmüştür.

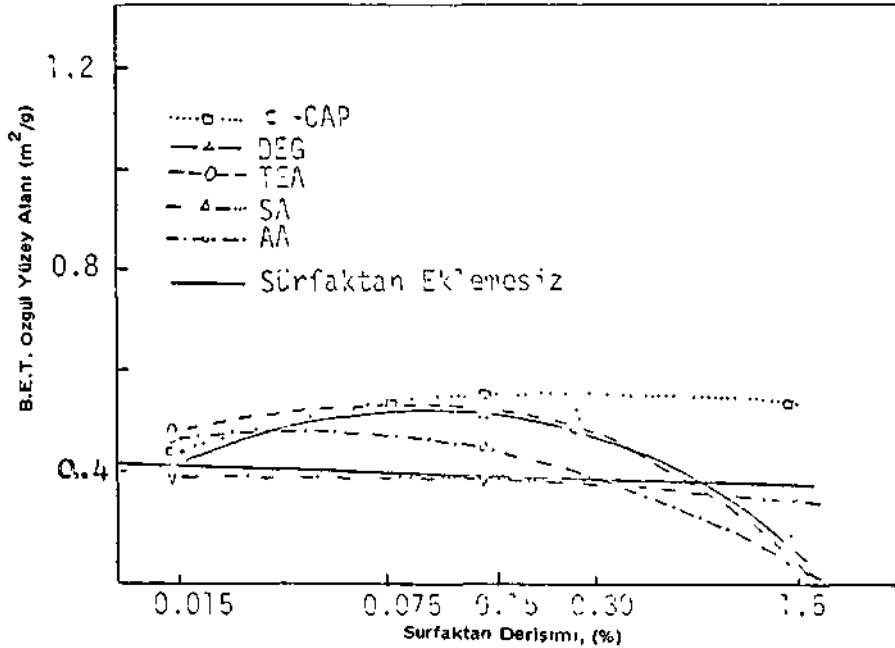
3. DENEYSEL BULGULAR - TARTIŞMA

Bu çalışmada kullanılan 5 sürfaktanın klinker öğütülmesi üzerindeki etkileri 2,4 ve 8 saatlik öğütme süreleri içinde sırasıyla Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Görüldüğü gibi klinkerin öğütülebilirliği, bir diğer deyişle belirli bir öğütme süresi sonunda elde edilen özgül yüzey alanı, öğütme ortamına eklenen sürfaktanların derişimine oldukça duyarlıdır. Tüm sürfaktanlar için, B.E.T. özgül yüzey alanı belirli bir noktaya kadar derişim arttıkça artmaktadır. Derişimin daha da artırılması ile TEA, DEG ve AA (Akrilamid) için özgül yüzey alanında hızlı düşmeler gözlenmektedir. Bir diğer deyişle, fazla miktarda TEA, DEG ve AA eklemesinin klinker öğütülmesi üzerindeki etkisi olumsuz

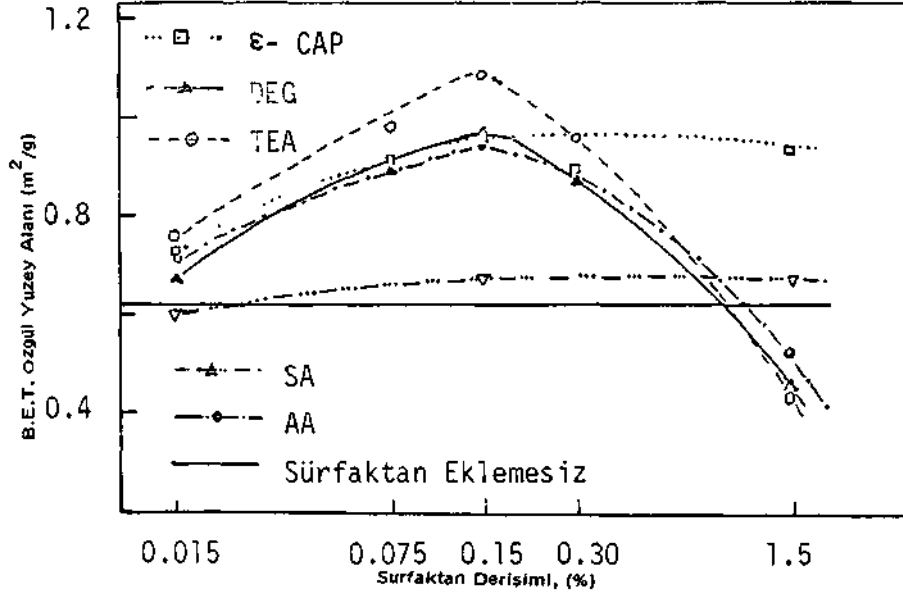
yöndedir. Oysa, e-CAP ve SA (Stearamid) kullanıldığında, çalışılan derişim aralığında bu olumsuz etki gözlenmeyip, yüzey alanı belirli bir maksimuma ulaştıktan sonra derişim artırılrsa da bu değerde sabit kalmaktadır.

Şekillerden görülen diğer önemli bir nokta, uygun derişimler kullanıldığında, 5 sürfaaktanın da klinker öğütülmesi üzerinde olumlu etki yapmasıdır. Bütün öğütme zamanları için, uygun derişimlerde sürfaktan eklemesi ile yapılan öğütmeden elde edilen ürünlerin özgül yüzey alanları, aynı öğütme zamanlarında sürfaktan eklemesiz öğütülen klinkerin özgül yüzeyinden daha büyüktür. Şekillerin incelenmesi ayrıca, sürfaktanların öğütme inceliği üzerindeki etkisinin öğütme zamanı arttıkça daha belirginleştiğini ve TEA, DEG ve e-CAP'ın AA ve SA'ya göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

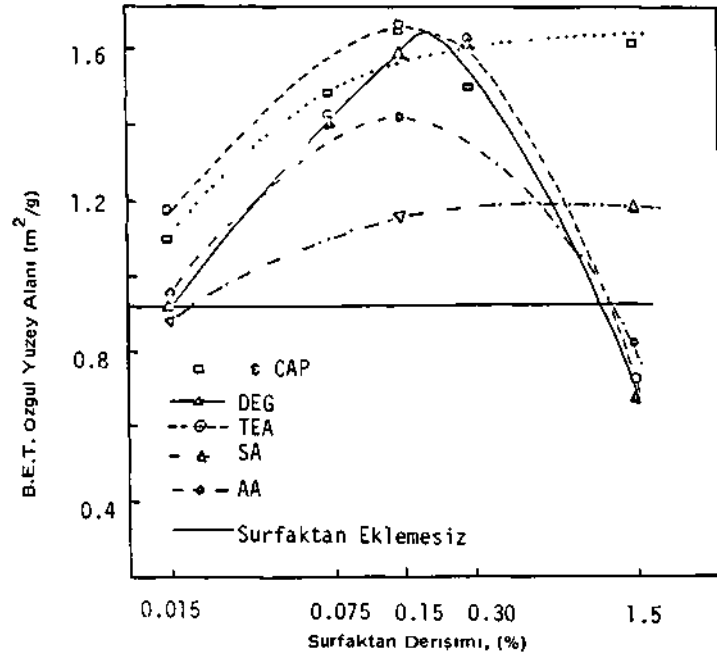
Sürfaktanların klinker öğütülmesi üzerindeki görelî etkileri ve bunların optimum derişimleri saptandıktan sonra, benzer öğütme deneyleri bu kez % 94 klinker + % 6 jibs karışımı kullanılarak yapılmıştır. Bu seri deneylerde, daha önce de sözü edildiği gibi, birinci seri sonunda daha etkin oldukları belirlenen e-CAP, TEA ve DEG kullanılmıştır. Bunlardan TEA ve DEG endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmakta olup, birincisi özellikle U.S.A, Almanya, İtalya ve İsviçre'de tercih edilmektedir. DEG ise Japonya'da Mitsubishi'nin tüm çimento fabrikalarında kullanılmaktadır(13). e-CAP'ın benzer bir amaca yönelik kullanımına yazınımda rastlanmamış olup, çimento öğütülmesindeki etkileri ilk kez tarafımızdan çalışılmıştır.



Şekil 1— Klinker özgül yüzey alanının, 2 saat öğütme süresi için, sürfaktan derişimi ile değışmesi

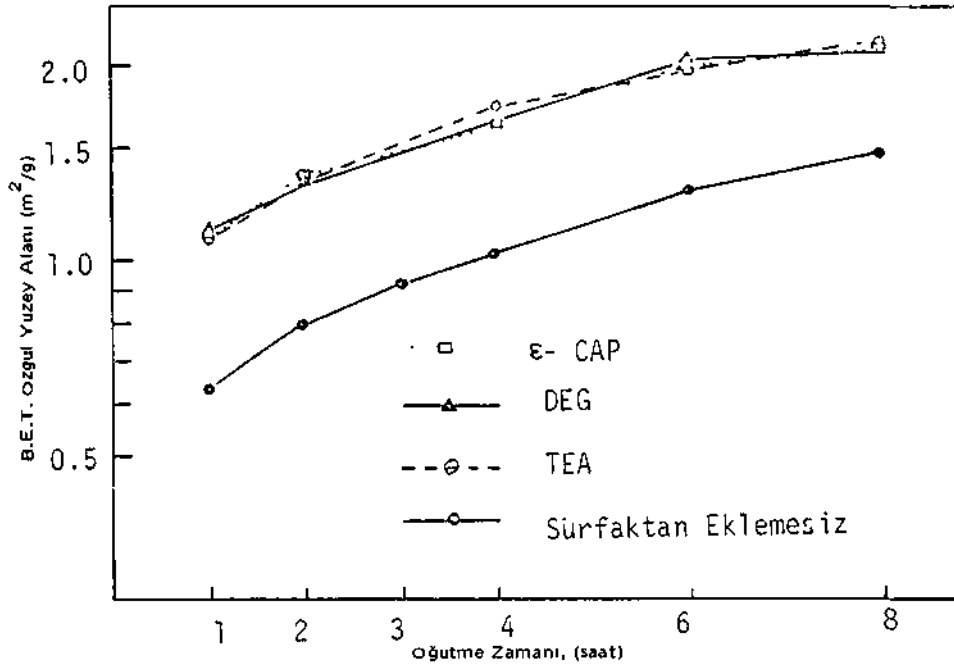


Şekil 2— Klinker özgül yüzey alanının, 4 saat öğütme süresi için, süfaktan derişimi ile değişmesi

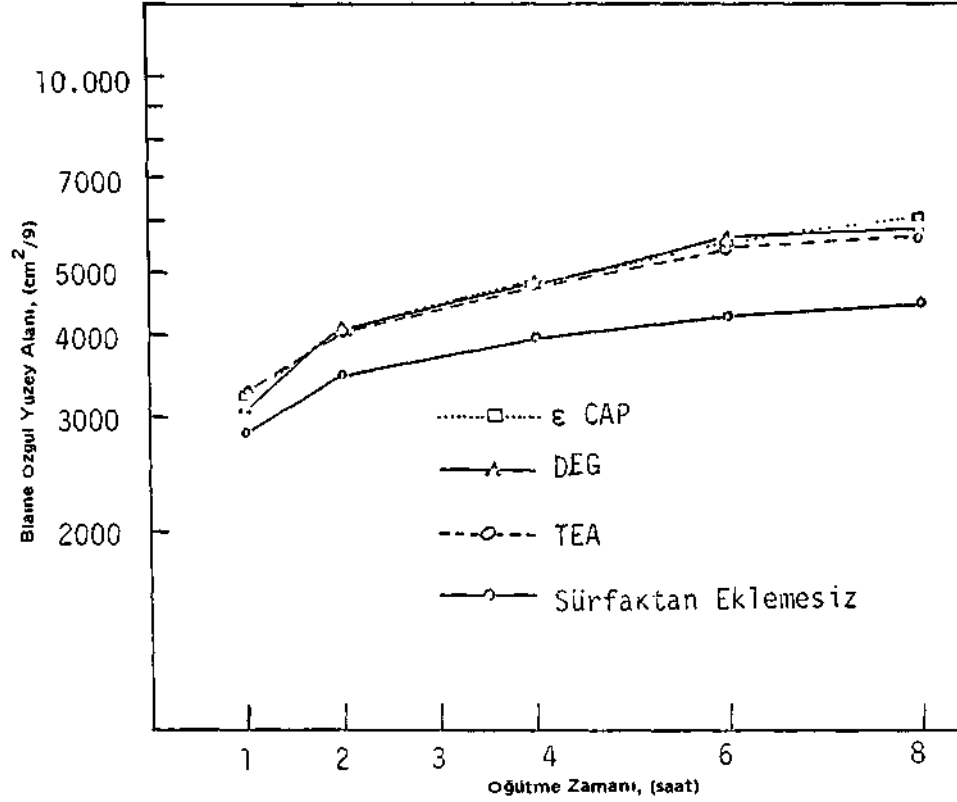


Şekil 3— Klinker özgül yüzey alanının, 8 saat öğütme süresi için, süfaktan derişimi ile değişmesi

Kullanılan 3 sürfaktanın, değişik öğütme zamanlarında, çimentonun inceliği üzerindeki etkileri Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 4'de B.E.T. özgül yüzey alanının, Şekil 5'de ise Blaine özgül yüzey alanının öğütme zamanı ile değişimi gösterilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi her üç sürfaktanın çimento öğütülmesi üzerindeki etkileri benzerdir, öğütme ortamına, klinker öğütülmesi deneylerinde optimum derişim olduğu belirlenen, % 0,15 ağırlık oranında sürfaktan eklenmiştir. Ancak, jibs eklemesinin bu optimum derişim üzerinde etkili olup olmadığını araştırmak için % 0,30 oranında sürfaktan eklemesi ile de deneyler yapılmış, yüzey alanı değerlerinde önemli değişiklikler olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlardan sonra her üç sürfaktan için optimum derişimin hem klinker öğütülmesinde hem de çimento öğütülmesinde % 0,15 olduğu söylenebilir. Burada hemen belirtilmesi gereken çok önemli bir nokta vardır. Bilindiği gibi, endüstriyel uygulamalarda çimento öğütülmesinde kullanılan sürfaktan derişimleri, laboratuvar da kesikli öğütme deneylerinde kullanılan optimum derişim değerlerine göre 5-10 kat daha düşüktür, örneğin İran'da Shemikal Çimento Fabrikası'nda % 0,03 TEA aynı miktar su ile karıştırılarak değirmene eklenmektedir(6) Son on yıldır Mitsubishi'nin tüm çimento fabrikalarında sürfaktan olarak DEG kullanılmakta ve değirmene eklenen miktar % 0,01-%0,04 arasında değişmektedir(13). Görüldüğü gibi, laboratuvar da saptadığımız %0,15 optimum değeri, endüstriyel uygulamalarda kullanılan değerlerin çok üzerindedir. Bunun nedeni, kesikli öğütme sistemlerinde öğütme süreci içinde oluşan, yeterli inceliğe ulaşmış ürünün sistemden alınmayışı ve yüzey alanının büyüklüğü nedeniyle bu ürünün kullanılan sürfaktanın büyük bir kısmını yüzeylerine soğurmasıdır.



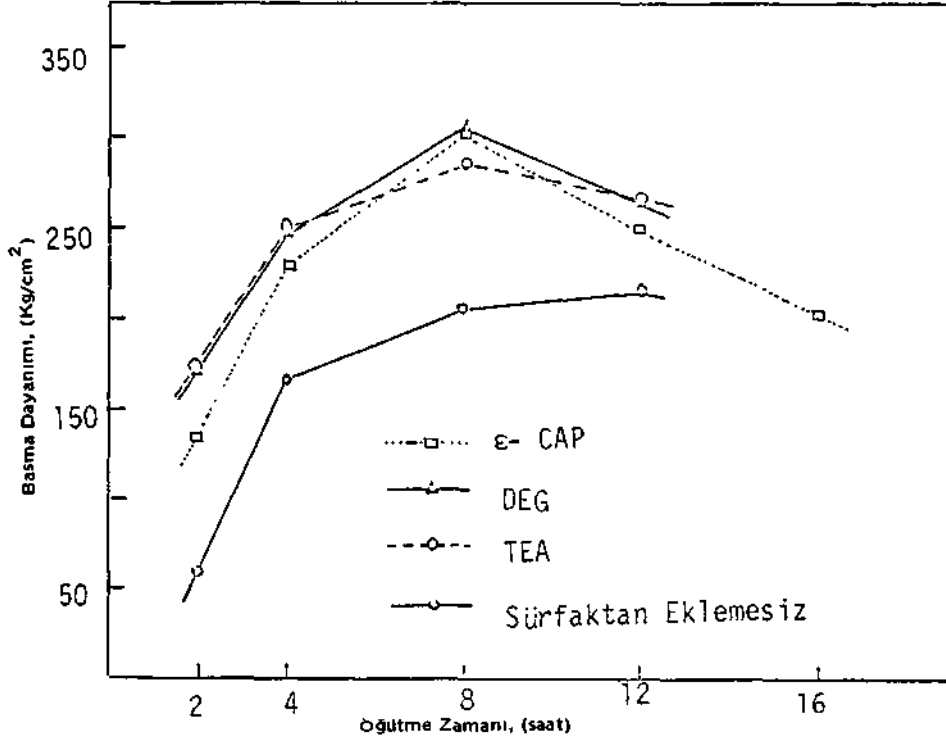
Şekil 4— Öğütme ortamına % 0,15 sürfaktan eklemesinin, çimentonun B.E.T yüzey alanı üzerindeki etkisi



Şekil 5- Öğütme ortamına % 0,15 sürfaktan eklemesinin çimentonun Blaine inceliği üzerindeki etkisi

Sürfaktanların çimento öğütülmesi üzerindeki etkileri araştırılırken, bunların sadece öğütme inceliği üzerindeki etkilerinin çalışılması oldukça yetersiz olacaktır. Bu nedenle, öğütmede kullanılan sürfaktanların çimentonun en önemli mühendislik özelliği olan basma dayanımı üzerindeki etkileri de çalışılmıştır.

Dayanım ölçümleri, çimento, su ve standard kumun karıştırılması ile oluşan harcın 05x10 cm boyutlardaki silindir kalıplara dökülmesi sonucu elde edilen örnekler üzerinde yapılmıştır. Şekil 6'da öğütmede % 0,15 TEA, DEG ve e-CAP eklenmesinin çimento dayanımı üzerindeki etkileri, sürfaktan kullanılmaksızın öğütülen çimentonun dayanımı ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Verilen dayanım değerleri, örneklerin 3 gün olgunlaşması sonrası ölçülen değerlerdir. Şeklin incelenmesi iki önemli noktayı açığa çıkarmaktadır: 1) Dayanım belirli bir maximuma kadar çimento inceliği arttıkça artmakta, daha sonra inceliğin artışı dayanım üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Bir diğer deyişle, maximum dayanım için optimum bir incelik söz konusudur. 2) Aynı öğütme zamanlarında, sürfaktan eklenmesi ile elde edilen çimentonun dayanımı, sürfaktan eklemesi olmaksızın öğütülen çimentoya göre daha fazladır.

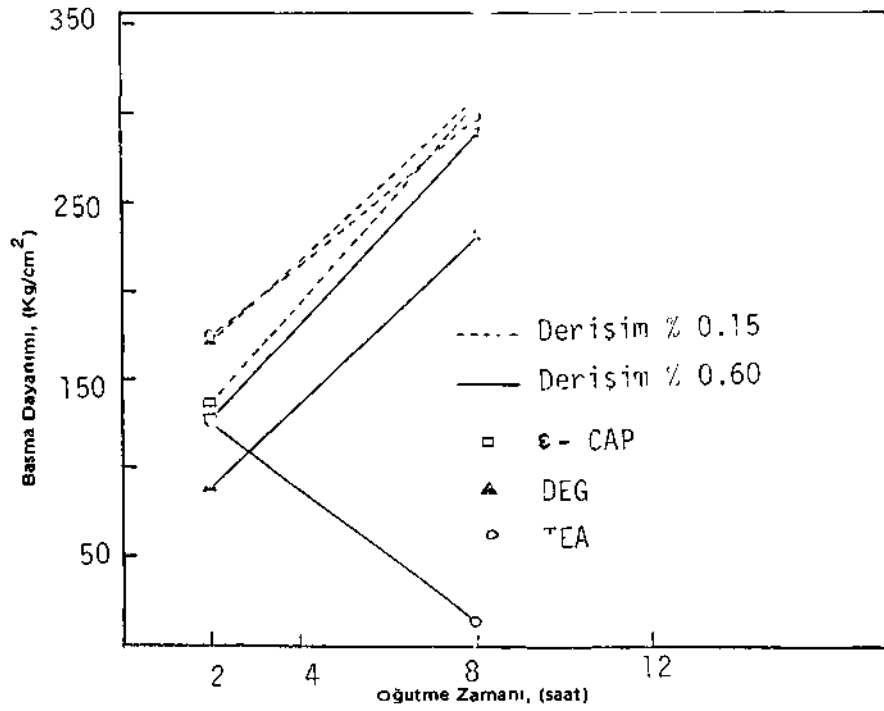


Şekil 6— Çimento dayanımının öğütme zamanı ile değişimi

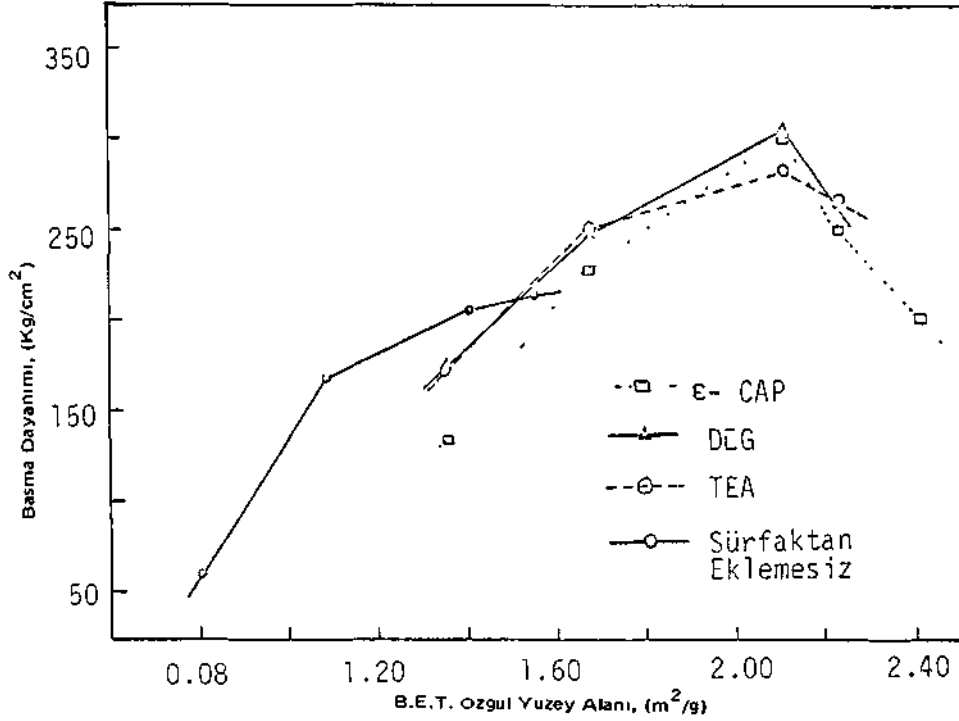
Şekilden görülen bir diğer önemli nokta, TEA ve DEG'ün dayanım üzerindeki etkilerinin benzerliğidir. e-CAP'ın kullanıldığı örneklerin dayanım değerleri ise biraz daha düşüktür. Ancak, bazı örnekler üzerinde 7 ve 28 günlük olgunlaşma sonrası ölçülen dayanım değerlerinin her üç sümfaktan için de aynı olduğu gözlenmiştir.

öğütmede kullanılan sümfaktan derişimindeki artışların çimento dayanımı üzerinde ne yönde etkili oldukları da araştırılmıştır. Sümfaktan derişiminin %0,15'den %0,30'a artırılması dayanım üzerinde önemli bir etki yapmamıştır. Bununla beraber, derişimin %0,60'a çıkarılması ile, dayanım değerlerinde, e-CAP kullanıldığında farkedilebilir, DEG kullanıldığında önemli, TEA kullanıldığında ise aşırı düşmeler gözlenmiştir (Şekil 7). Daha önce de belirtildiği gibi aşırı TEA ve DEG eklenmesi öğütölmüş ürünün inceliği üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. % 0,60 TEA ve DEG eklenmesi sonunda elde edilen ürünler de görel olarak iri boy dağılımına sahip olup, bu, Şekil'de görülen düşük dayanım değerlerinin bir nedenidir. Ancak % 0,60 TEA eklenmesi koşulunda görülen aşırı dayanım düşüşünün nedeni tek başına çimentonun sahip olduğu iri boy dağılımı olamaz. Bunun diğer önemli bir nedeni, % 0,60 TEA kullanıldığında oluşan harcın suyunu çok çabuk kaybederek sertleşmesidir. Bunun sonucunu, hidrasyon ürünlerinin yapı içinde homojen olmayan bir dağılımı ve yapı içinde çatlakların büyümesi söz konusudur ki, bunlar da dayanımın çok düşük olmasının nedenlerindedir.

Çimento dayanımının. Şekil 6'da verilen öğütme zamanı ile değişimi yerine, öğütme inceliği ile değişimi incelenirse, yeni bazı gerçeklerin açığa çıktığı yeni bir grafik elde edilir (Şekil 8). Görüldüğü gibi yine maximum dayanım için optimum bir çimento inceliği söz konusudur. İncelik arttıkça dayanımın düşmesi çok çabuk oluşan hidrasyon ürünlerinin yapı içinde homojen dağılmalarına bağlanabilir. Sürfaktan eklemeli ve eklemesiz öğütülen çimentoların aynı incelik bazında basma dayanımları karşılaştırıldığında, öğütmede sürfaktan eklemesinin, ürünün inceliğine bağlı olarak, dayanım üzerinde iki yönlü etki yaptığı görülmektedir. İncelik $1,5 \text{ m}^2/\text{g}$ 'dan düşük olduğunda, sürfaktan eklemesinin dayanım üzerindeki etkisi olumsuzdur. Daha büyük incelik değerlerinde sürfaktan eklemesinin etkisi olumlu olmakta ve çimentonun dayanımı artmaktadır. Standard portland çimentosunun yaklaşık $0,9 \text{ m}^2/\text{g}$ B.E.T. yüzeyine sahip olduğu düşünülürse portland çimentosu üretiminde sürfaktan kullanılırken dikkatli olunması gereği ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi portland çimentosu üretiminde, çimento minimum bir Blaine inceliğine öğütülmektedir. Bu incelik farklı standartlarda farklı değerlerde olup örneğin İngiliz standardına göre $2250 \text{ cm}^2/\text{g}$ 'dir. Ancak sürfaktan eklemeli ve sürfaktan eklemesiz bu inceliğe ulaşıldığında, sürfaktan eklemeli ürünün dayanımı daha düşük olacaktır. Aynı dayanım değerine ulaşmak istendiğinde ise, sürfaktan eklemeli ürünün daha yüksek incelik değerine öğütülmesi gerekmektedir. Özetle, çimento üretiminde sürfaktan kullanılırken bunların, öğütme hızını arttırması, ürünün daha dağılmış (disperse) olması nedeniyle taşımada sağlayacağı yararlar kadar, dayanım üzerinde yapabileceği olumsuz etkiler de gözönüne alınmalıdır.



Şekil 7— Çimento dayanımının sürfaktan derişimine bağlı olarak değişimi



Şekil 8- Çimento dayanımının yuzey alanı ile değışimi

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki genel sonuçlar çıkarılabilir;

1. Uygun miktarlarda süpfaktan eklemesinin klinker ve klinker + jibs karışımları öğütülmesinde olumlu etkileri vardır.
2. Şimdiye değin süpfaktan olarak kullanımına yazınmada rastlanmayan e-caprolactam'ın çimento öğütülmesi üzerindeki etkileri, yıllardır çimento endüstrisinde süpfaktan olarak kullanılan trietanolamin ve dietilenglikol ile özdeştir.
3. Klinker öğütülmesinde en uygun süpfaktan derişimi, çalışılan süpfaktanlar için, ağırlıkça % 0,15'dir. Jibs eklemesinin bu derişim üzerinde önemli bir etkisi yoktur.
4. Trietanolamin, dietilenglikol ve akrilamid'in optimum derişimin üzerinde kullanılması öğütme inceliğı üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Oysa e-caprolaktam ve stearamid için aynı durum söz konusu değildir.
5. Çimento inceliğı dayanım üzerinde çok etkili olup, maximum dayanım için optimum bir incelik söz konusudur.
6. Çimento öğütülmesinde süpfaktanların kullanımı dayanımı etkilemekte, bu etki 1,5 m²/g'dan düşük incelikler için olumsuz, daha yüksek incelik değeriğinde olumlu olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. RUMPH, H., Dechama Zerkleinern Symposion. 1962
2. SOMASUNDORAN P ve ISRAEL, J.L , Effect of the Nature of Environment on Communication Process, Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop., Vol II, No. 3, 1972, p. 321
3. HARTLEY, J.N. ve diğ erleri, Chemical Additives for Ore Grinding, How Effective are They?, Eng. Min Journal October 1978, p. 105
4. NARAYANAN, S. ve diğ erleri, Environmental Effects on Grinding, Int. Jour, of Min. Process., 10(1983), p. 309
5. DECASPER, V.J., Optimizaton of Cement Grinding with Grinding Aids and Higher Flow Rates through the Mill, Zement-Kalk-Gibs, Heft 11, 1982, p. 565
6. BHATITA, J.S. The Use of Grinding Aids in Ball Mill Grinding, World Cement Tech. December 1979, p. 413
7. REHBINDER, P. ve KALINKOVSKAYA, N., Jour, of Tech. Phys. USSR, 2(1932) p. 726
8. WESTWOOD, A. ve STOLOFF, N., Environment Sensitive Mechanical Behavior Gordon and Breach, New York 1966
9. LOCHER, W.F. ve SEEBACH, W.H M , Influence of Adsorption on Industrial Grinding Ind. Eng. Chem. Process. Des. Develop. Vol. II, No. 2, 1972, p.190
10. KLIMPEL, R.R , Slurry Rheology Influence on the Performance of Mineral/Coal Grinding Circuits, Mining Eng., Dec 1982
11. KLIMPEL R.R. ve AUSTIN, L.G., Chemical Additives for Wet Grinding of Minerals, Powder Tech 31(1982), p. 239
12. Japanese International Standard "Physical Testing Methods for Cement" JIS R 5201-1982
13. HIROTO, M., Kiş isel görüş me, Mitsubishi Mining and Cement Co., Ltd., Tokyo, Japan, 1983