



Damarlaşma Hatasını Engelleyen ve Refrakter Boya İhtiyacını Ortadan Kaldıran Yeni Kum Katkısı

Jaime Prat (ASK Chemicals, Las Arenas, İspanya), Reinhard Stötzel & İsmail Yılmaz (ASK Chemicals, Hilden, Almanya),
International Foundry Research 65 (2013) N. 2, Moulding material p.26-35

Özet

Kum katkı maddeleri, döküm endüstrisinde maça yüzeylerindeki damarlaşma kusurlarını kontrol etmek amacıyla yaygın olarak kullanılıyor ve çoğunlukla yüzey kalitesini iyileştiren ve metal penetrasyonunu kontrol eden refrakter boyalarla birlikte uygulanıyor. Bu durumun dökümhaneler için iki ekstra ürün ve işlem anlamına gelmesi doğrultusunda son dönemde katkıların ve boyaaların olumlu etkilerini tek bir malzemede birleştiren yeni ürünler geliştiriliyor. Bu çalışmada incelenen yeni katkı ise az miktarda flaks ilaveli düşük yoğunluğa sahip alümina silikat seramiğe (LDASC) dayanıyor.

Yapılan testlerde malzemenin hem damarlaşmayı ortadan kaldıran hem de üstün bir döküm yüzeyi kalitesi sağlayan benzersiz genişleme ve büzülme özelliklerine sahip olduğu görülüyor. Çoğu uygulama için %5'lik bir ilave oranı yeterli oluyor. Disk fren rotorları, fren kaliperleri ve direksiyon mafsalları dahil olmak üzere çeşitli otomotiv dökümleri bu sayede boyaya gerek kalmadan başarılı bir şekilde üretilebiliyor.

Bu çalışmada yeni katkı maddesinin gelişimi inceleniyor ve hem kalite hem de maliyet açısından potansiyel faydaları irdeleniyor.

1. Son Teknoloji Ürün Özellikleri

Dökümhanelerde odun unu, nişasta / dekstrin ve öğütülmüş kömür (toz halindeki bitümlü kömür) gibi organik malzemeler dahil olmak üzere damarlaşmayı önlemek amacıyla farklı katkıları tercih ediliyor. Organik maddeler, düşük seviyelerde damarlaşmaya karşı etkili olurken, aynı zamanda gaz oluşumunu da arttırıp yandıktan sonra kum taneleri arasında boşluklar bırakarak metal penetrasyonuna da eğilim yaratabiliyor.

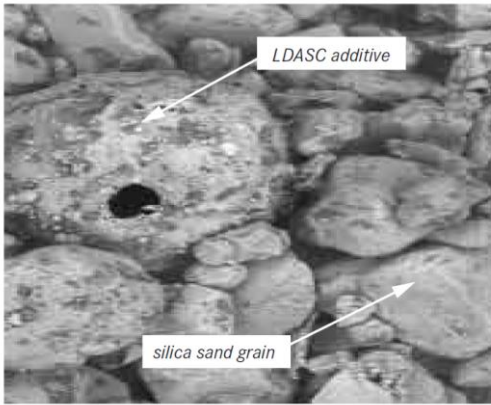
Kullanılan inorganik malzemeler arasında ise silis kumu katkı maddeleri veya silis yerine ikame maddeler de bulunuyor. Bunlar, zirkon veya kromit kumu, erimiş silis veya silis kumundan daha düşük genişleme oranlarına sahip sentetik agregalar gibi malzemeler olabiliyor. Bu malzemeler tipik olarak nispeten yüksek yüzdelerde kullanılıyor ve hammadde maliyetlerini büyük ölçüde arttırıyor.

Silis kumu ile reaksiyona giren ve yüzeyi yumuşatan flakslar veya benzer malzemeler de tercih edilirken kırmızı ve siyah demir oksitler ve diğer metal oksitler ise onlarca yıldır dökümhanelerde uygulama alanı buluyor. Yakın zamanda geliştirilen mühendislik katkı



malzemeleri ESA'lar spodumen (lityum cevheri), ilmenit (titanyum cevheri), alkali karbonatlar gibi doğal minerallere yada flaks maddeler içeren işlenmiş minerallere dayanıyor. Bu malzemeler ağır şartlarda dahi etkili olmaları ve nispeten düşük seviyelerde (tipik olarak %2 - 8) kullanılabilmeleri bakımından önemli avantajlar sağlıyor.

Avrupa Patenti 0891954'te açıklanan başka bir ESA (ISOSEALTM 2000 veya "ESA 2000") ise tamamen farklı bir ilkeye dayanıyor. Bu ESA, ısınırken dağılan veya deforme olan, silisin genişmesini dengeleyen ve daha sonra metal penetrasyonuna karşı bir bariyer oluşturan düşük yoğunluklu alüminyum silikat seramikler içeriyor. Kum ve metal kimyası üzerinde minimum etkiye sahip malzeme döküm yüzey kalitesini de iyileştiriyor. Şekil 1'de kum ve LDASC karışımının bir mikrografı görülüyor.



Figur 1 : Silis Kumı ve LDASC karışımı

ESA 2000 ayrıca bazı termal özellikler de sağlıyor. Hacimce %50'ye varan seviyelerde (ağırlıkça %20) kullanıldığında, kum karışımının termal özelliklerini geliştirerek beslemeyi iyileştiriyor ve çekintileri önüyor. Ayrıca, damarlaşmayı da önleyerek herhangi bir boya uygulaması olmadan tatmin edici yüzey kalitesi sağlıyor.

Ancak, ESA 2000 katkı maddesi kum karışımında ağırlıkça %10'dan daha düşük seviyelerde kullanıldığında damarlaşmayı tamamen engellemezken, %20 gibi yüksek seviyelerde

kullanıldığında ise önemli bir maliyet oluşuyor. Bu doğrultuda %10'un altında da verimli kullanılabilen LDASC bazlı bir katkı maddesinin geliştirilmesi için projeler yürütülüyor.

2. Geliştirme Süreçleri

Bu çalışmada düşük seviyelerde damarlaşmayı önleyebilen ve boya olmadan yüzey kalitesini koruyabilen LDASC teknolojisine dayalı yeni bir kum katkısı için ilk olarak bir dizi farklı LDASC hammaddesinin kimyasal ve termal özellikleri karakterize edildi (Tablo 1).

Farklı LDASC seçenekleri tanımlandıktan sonra, kimyasal bileşimler analiz edildiğinde hem alümina içeriğinde hem de empürite miktarlarında büyük farklılıklar görüldü.

Sonrasında, Misura ısıtma mikroskobunda termal testler gerçekleştirildi. Isıtma mikroskobu, numunelerin ısıtma döngüsü sırasında görsel olarak kaydedilmesini sağlıyor ve füzyon testi sırasında numunenin silüeti bir bilgisayara kaydedilirken, numunenin daralması bir görüntü analiz ekipmanı ile sıcaklığın bir fonksiyonu olarak belirlenebiliyor.



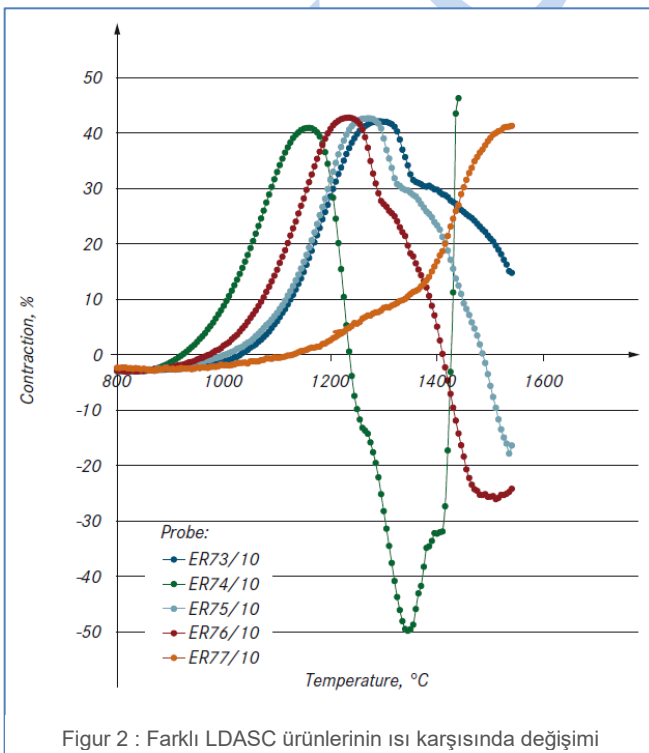
Her numune, mikroskobun numune tutucu sehpaı üzerinde 3 mm çapında ve 3 mm yksekliginde silindirik Şekilde basılırken, 25°C / dakika (77°F / dakika) ile maksimum 1550°C (2822°F) sıcaklığa kadar ısıtmaya tabi tutuluyor.

Tablo 1: LDASC karakterizasyonu

Kimyasal zellikler	Termal zellikler
%Fe ₂ O ₃	İlk daralma sıcaklığı
%CaO	Son daralma sıcaklığı
%MgO	Yumuşama sıcaklığı
%Na ₂ O	Küre sıcaklığı
%K ₂ O	Yarı küre sıcaklığı
%TiO ₂	Füzyon sıcaklığı
%Al ₂ O ₃	

Kaydedilen görüntülerden büzülme sıcaklığı eğrisi çizilip aŐaęıdaki karakteristik sıcaklıklar belirlendi:

1. Numune siluetinin alanı numunenin ilk alanının %99'u iken ilk daralma sıcaklığı
2. Numunenin daralması durduğunda son daralma sıcaklığı
3. Numunenin kenarları yuvarlanmaya baŐladıęında yumuşama sıcaklığı
4. Numunenin profili bir küreye en yakın Őekli aldığında kre sıcaklığı



5. Numune bir yarı küreye en yakın Őekli aldığında yarı küre sıcaklığı

6. Numune yuvarlak bir kapağa en yakın Őekli aldığında füzyon sıcaklığı (kre hacminin ~1/3'ne eŐit)

Şekil 2 ve Tablo 2'de Misura termal analizinin sonuçlarını gösteriliyor. Şekil 3'te ise buradaki LDASC materyallerinin kimyasal özellikleri ile ilk daralma sıcaklığları karŐılaŐtırılıyor (Şekil 3). Ayrıca, damarlaşma ve termal özellikler arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını belirlemek için de 2 x 2 test parçası (2 in çapında ve 2 in yksekliginde) zerinde damarlaşma testleri gerçekleştirildi. Her bir maça numunesi %5 LDASC ve %95 silis kumundan hazırlandı (Şekil 4).



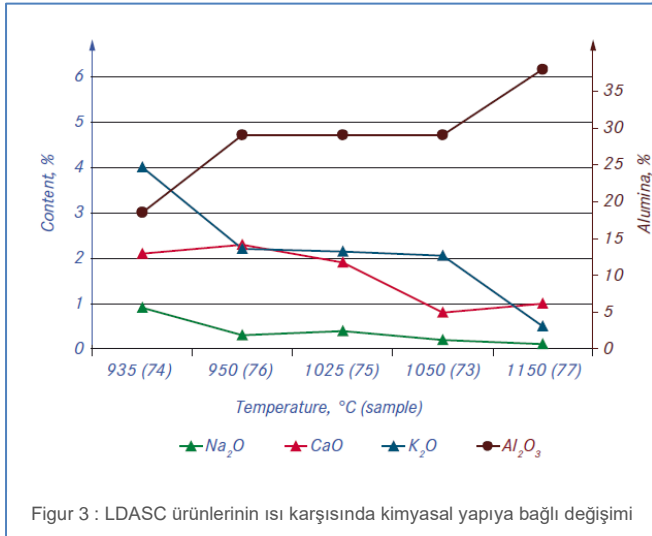
Aralarındaki ilişki Tablo 3'te irdelendiğinde, ilk daralma sıcaklığı düştükçe damarlaşma eğiliminin azaldığı görülüyor. Ek olarak, Na ve K empüritelерinin kum üzerinde bir flaks görevi görerek daha fazla penetrasyona ve daha zayıf yüzey kalitesine sebep olduğu gözleniyor. Şekil 5'te ise farklı numunelerin Misura testi sonrasındaki nihai profilleri görülüyor.

Tablo 2: LDASC numunelerinin termal analizi

Tipik sıcaklık	Numune 73	Numune 74	Numune 75	Numune 76	Numune 77
İlk daralma sıcaklığı, °C	1.045	9.35	1.025	990	1.155
Son daralma sıcaklığı, °C	1.295	1.160	1.270	1.235	1.550
Yumuşama sıcaklığı, °C	1.340	1.250	1.445	1.355	-

Daha sonra, farklı türdeki flaksların numuneler üzerindeki etkisi incelendiğinde Numune 77'deki flaks maddesinin benzer başlangıç daralma sıcaklıkları verdiği görüldü. Bununla birlikte, son daralma sıcaklığının 230°C (446°F) düştüğü ve döküm sırasında çok daha hızlı bir daralma oluştuğu gözlemlendi. Ayrıca, karşılaştırma için LDASC 73'e bir flaks ajanı eklendi

(Tablo 4).



Numune 77'nin flaks maddeli versiyonu (Numune 98) üzerinde elde edilen daralma eğrisi Şekil 6'da gösteriliyor. Benzer şekilde, alt köşeli ve yuvarlak kum için (Şekil 7) ve kumdaki diğer mineral katkı maddelerinin eğrilerini oluşturmak amacıyla da Misura Termal Analizi kullanıldı (Şekil 8). Flaks madde içeren numune 77'nin damarlaşmaya karşı etkili olan diğer kum katkı maddelerinin eğrilerine çok yakın olduğu gözlemlenerek, bu maddenin damarlaşma ve penetrasyonunu değerlendirmek için yeni

numuneler hazırlandı (ISOSEALTM 2011 veya ESA 2011).

Tablo 3: İlk daralma sıcaklığı ile damarlaşma karşılaştırması

	Numune 73	Numune 74	Numune 75	Numune 76	Numune 77
İlk daralma sıcaklığı, °C	1045	935	1025	990	1155
Damarlaşma değerlendirmesi*	10	6	10	7	10



3. Döküm testleri



Figur 4: Damarlaşma için hazırlanan test kalıbı ve maçaları

Maçalar, %95 köşeli kum C-70, %1,5 fenolik üretan soğuk kutu bağlayıcı 418/618 ve %5 ESA 2011 katkı maddesi kullanılarak hazırlandı. 3 bileşen, bir değirmende karıştırıldı ve bir maça üfleyicinin hunisine yüklendi. Karışım, maça sandığına üflendi ve ardından DMEA ile gazlandı. Akabinde maçalar çıkarılarak sonraki döküm testlerinde kullanıldı.

2x2 maçalar kalıplara yerleştirildi ve gri dökme demirden döküldü. Dökümler temizlendi ve damarlaşma

ve yüzey profilleri (SF) 0 ila 10 ölçeğinde derecelendirildi (Tablo 5). Damar önleyici katkı maddesinin bir bileşeni olan flaks maddesinin, LDASC örneğinden bağımsız olarak

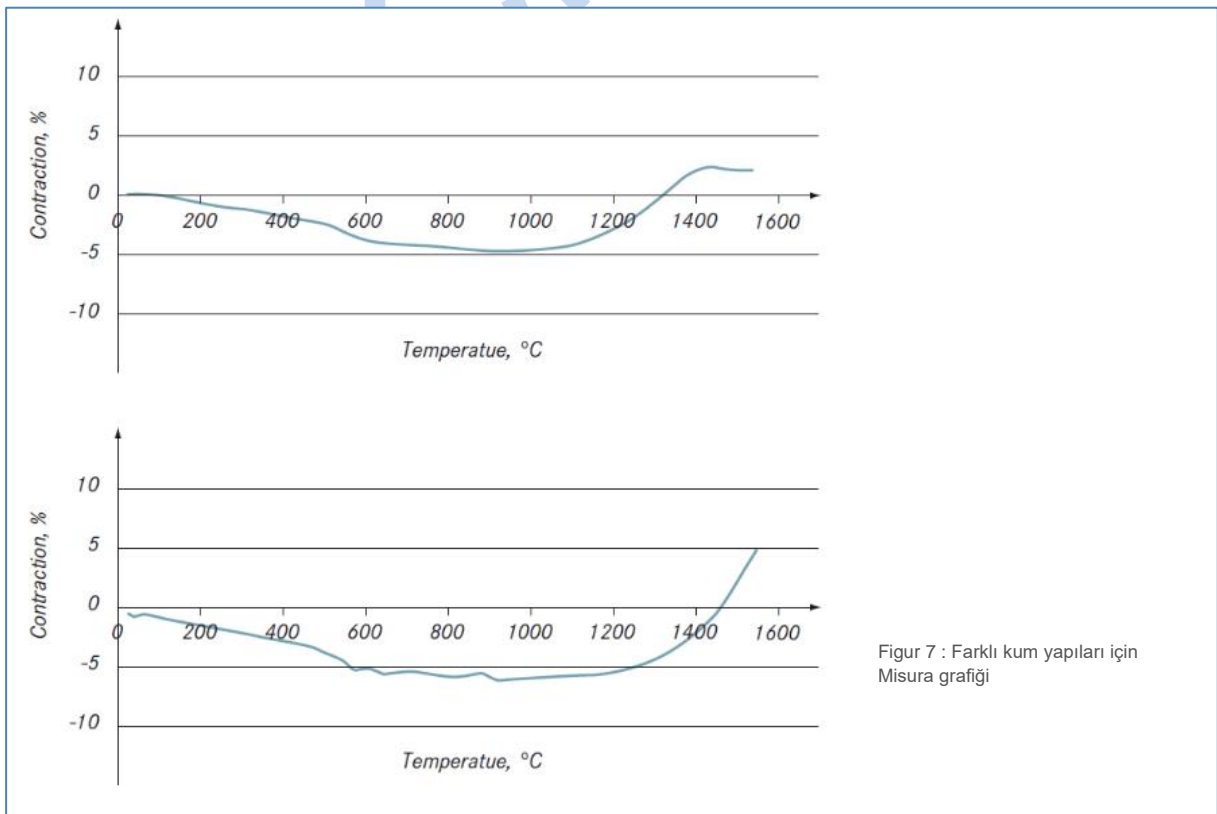
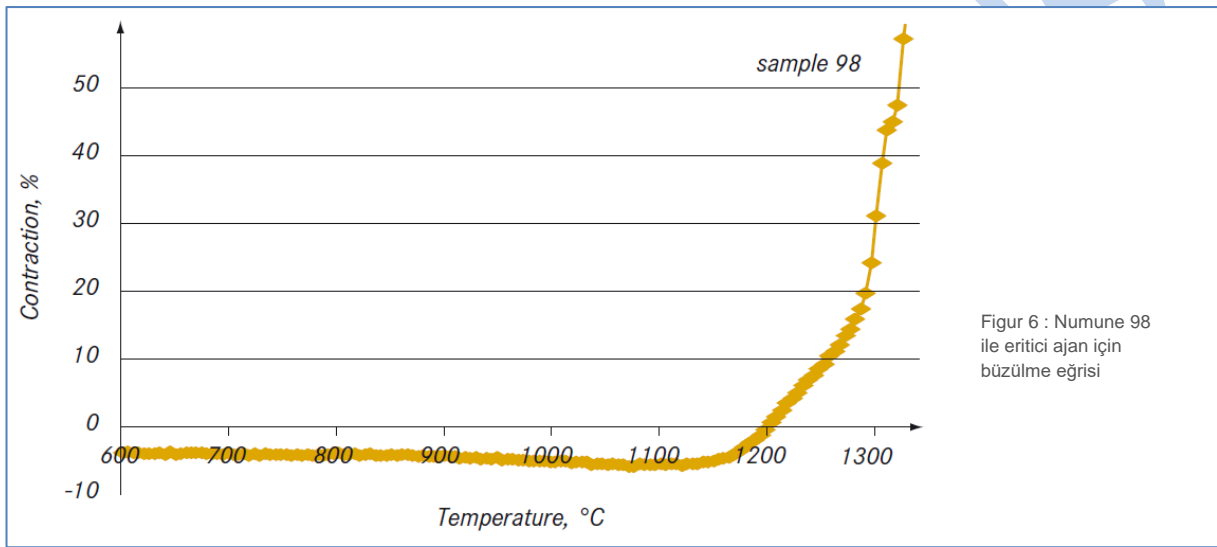
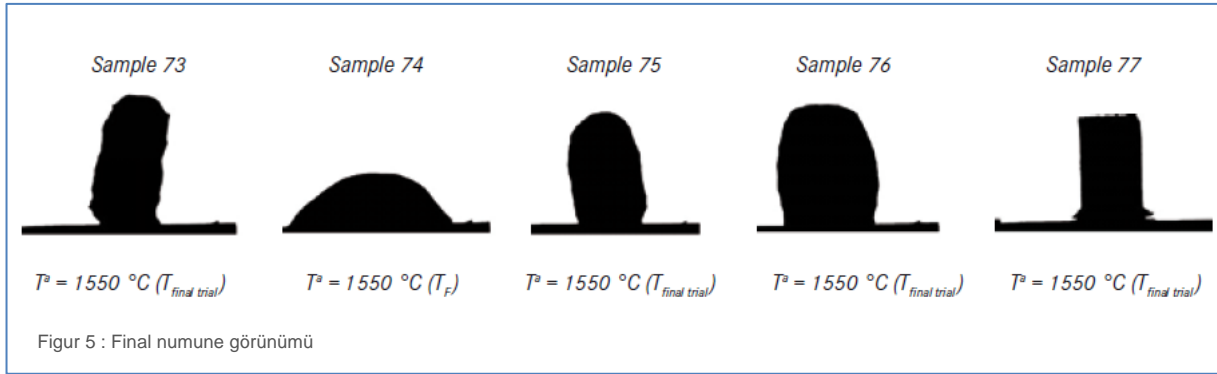
hiçbir damar oluşturmadığı kaydedildi. Ayrıca, dökümlerin tümünde mükemmel bir yüzey kalitesi görüldü. Buna karşılık, katkı maddesi içermeyen (%100 kum) ve katkı maddesi olarak tek başına LDASC içeren numuneler, sırasıyla 10 ve 7'lik önemli damar hataları üretti (damarlaşma için 0 ila 10, en iyi "0" ve en kötü "10").

Tablo 4: Numune 73 ve 77'ye flaks ajan ilavesinin etkileri

Tipik sıcaklık	Numune 77	Numune 73 + flaks ajanı	Numune 77 + flaks ajanı
İlk daralma sıcaklığı, °C	1.155	1.085	1.215
Son daralma sıcaklığı, °C	1.550	1.210	1.320
Yumuşama sıcaklığı, °C		1.240	1.335
Erime sıcaklığı, °C		1.295	1.350

Daha sonra, numune 77'ye flaks maddesi oranlarının etkileri ve kalıplama kumunun bileşimindeki katkı maddesi miktarının etkileri test edildi (Tablo 6). Ayrıca, seçilen katkı maddesini yukarıda bahsedilen diğer iki inorganik katkı sistemi ile karşılaştırmak için ek testler yapıldı (Şekil 9, 10 ve 11). Sonuçların tatmin edici olduğu görüldükten sonra; önce dikey kalıplama için yaygın kullanılan 70 AFS GFN kumu üzerinde endüstriyel testler yapıldı ve daha sonra daha iri kumlarla testlere devam edildi (Şekil 12, 13, 14, 15, 16).

Dökümhanelerde yaygın kullanılan kumlarla yapılan tüm testlerde tatmin edici sonuçlar alınırken karşılaşılan tek istisna Şekil 13'te gösteriliyor. AFS GFN 55 kullanılan fren diskleri için bir miktar damarlaşma ve penetrasyon görüldükten sonra kum AFS GFN 65 olarak değiştirilerek sorunlar giderildi.





Tablo 5. Döküm testi sonuçları

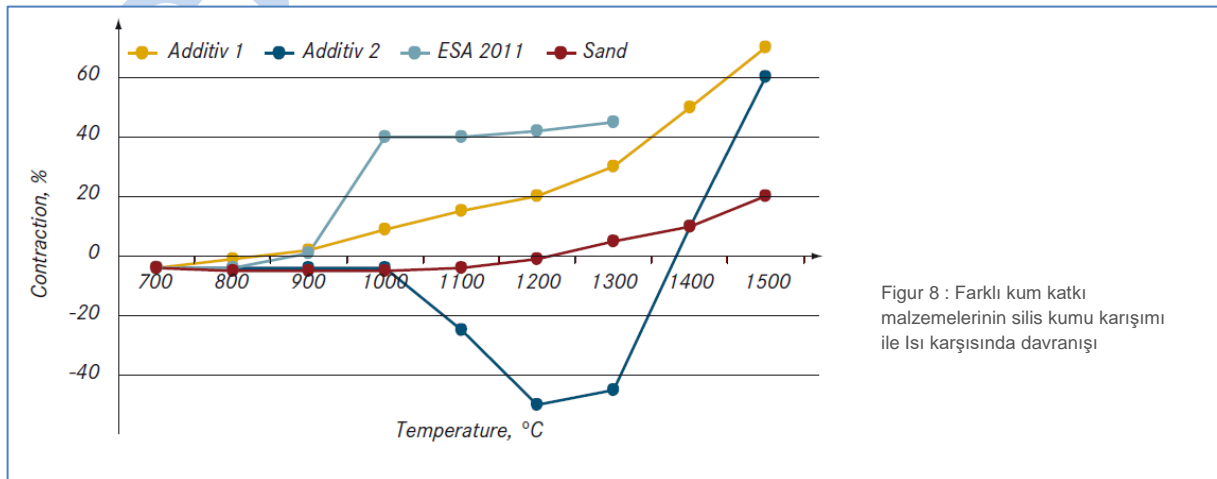
Karışım	%100	%94	%94	%94	%94	%100 kum
	Numune 77	Numune 73+flaks	Numune 77+flaks	Numune 77+flaks	Numune 74+flaks	
Oran %	10	5	5	3	5	0
Damarlaşma*	7	0	0	1	0	10
Yüzey (SF)	1	0	0	0	0	0

*"0" en iyi, „10“ en kötü

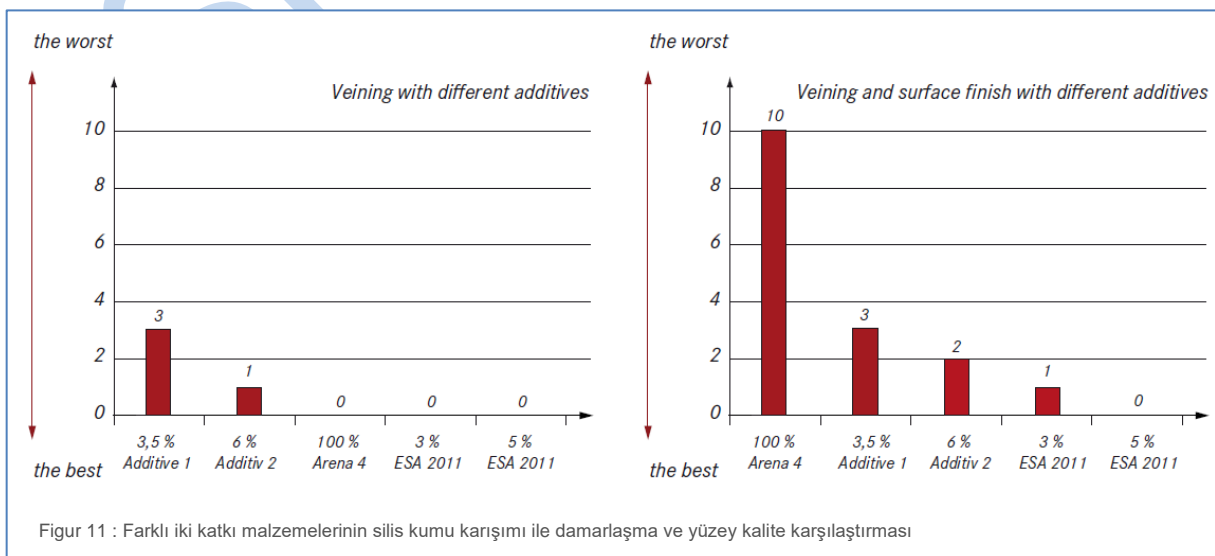
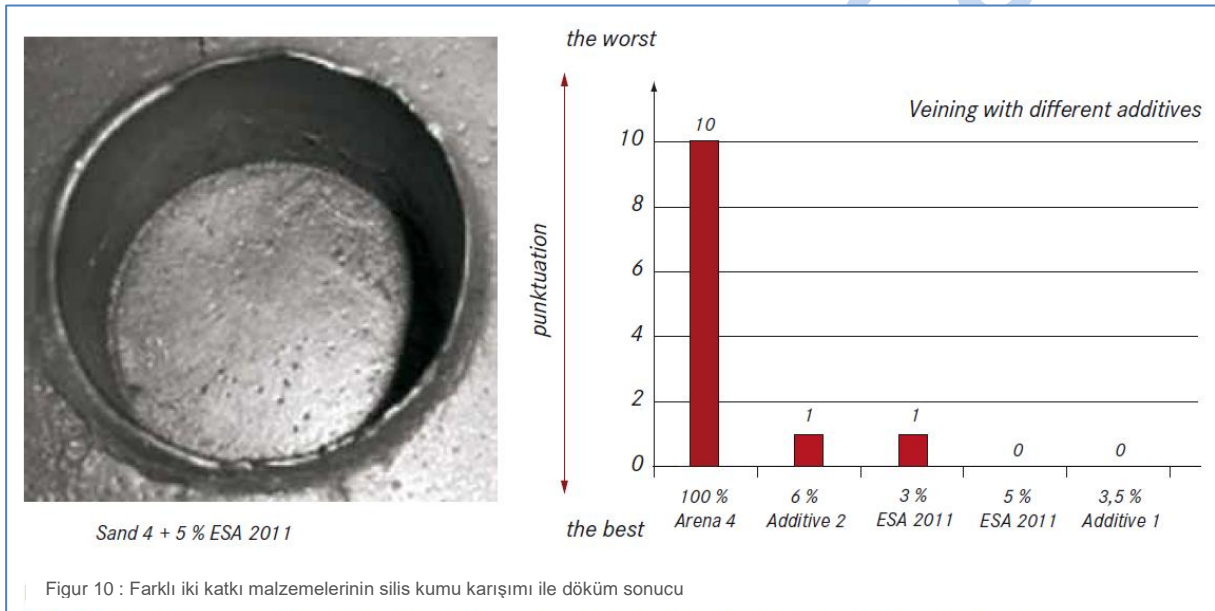
Tablo 6. Numune analizleri ve döküm sonuçları

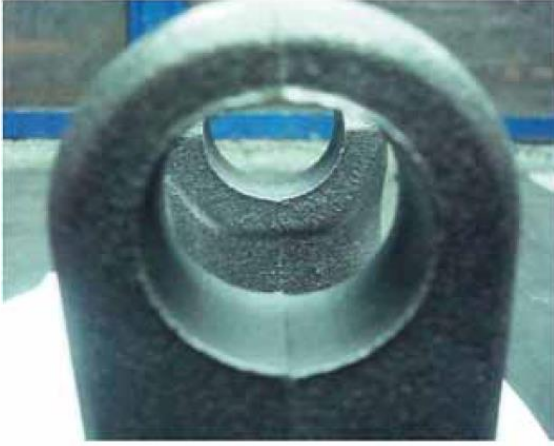
Numune#	115	116	46	49	80
70 AFS GFN %	95	97	95	90	100
Katkı %	5	3	5	10	0
Numune 77 katkı analizi					
Flaks ajanı	Var	Var	Yok	Yok	Yok
Döküm Sonuçları					
Damarlaşma	0	1	8	7	10
Yüzey (SF)	0	0	1	1	0

*"0" en iyi, „10“ en kötü



Figur 8 : Farklı kum katkı malzemelerinin silis kumu karışımı ile ısı karşısında davranışı





*Cardian Joint with 70 AFS GFN sand + 5 % ESA 2011 - cold box core
weight of the piece: 2.8 kg., thickness: 35 mm., vertical molding line 450 mm ferrostatic pressure*

Figur 12 : ESA 2011 Katkı malzemesi kullanımı ile elde edilen boyasız döküm sonucu



RP 55 AFS GFN, 1.5 % cold box binder



*RP 55 AFS GFN + 5 % ESA 2011,
1.5 % cold box binder, without coating*



*RP 65 AFS GFN + 5 % ESA 2011,
1.7 % cold box binder, without coating*

Figur 13 : ESA 2011 Katkı malzemesi kullanımı ile elde edilen boyasız döküm sonucu – Fren Diski



55 AFS GFN sand, coated



*55 AFS GFN sand + 5 % ESA 2011,
without coating - 1.5 % cold box 419/619*

Figur 14 : ESA 2011 Katkı malzemesi kullanımı ile elde edilen boyasız döküm sonucu ve Boyalı Döküm ile karşılaştırma



95 % silica sand + 5 % ESA 2011, 1,6 % cold box 419/619



130 kg railroad brake disk

Figur 15 : ESA 2011 Katkı malzemesi kullanımı ile elde edilen boyasız döküm sonucu – Fren Diski (tren)



100 parts chromite
without additive
 Σ 1.5% cold box binder

Result:

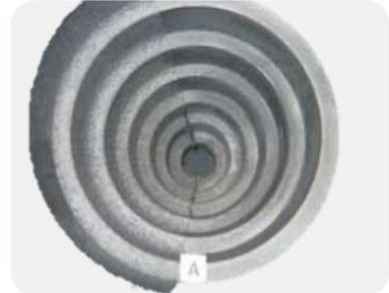
- Strong metal penetrations



50 parts chromite / 50 parts H32
+ 5% ESA 2011
 Σ 2.1% cold box binder

Result:

- Improved surface finish

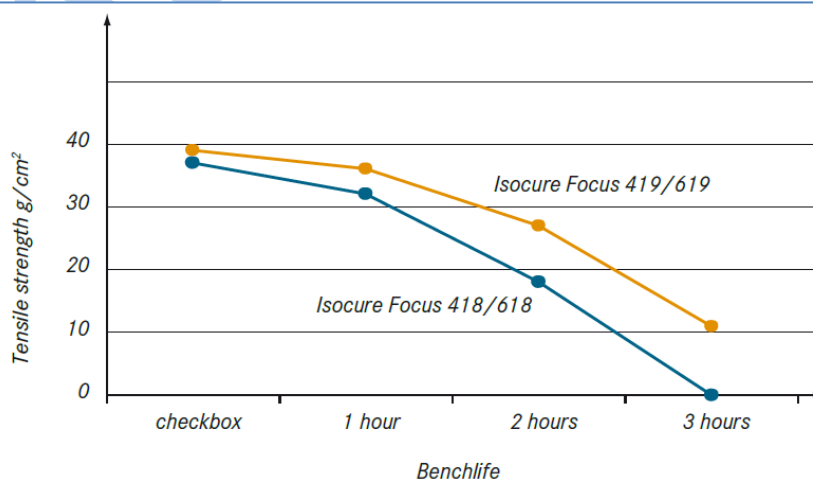


50 parts chromite / 50 parts F33
+ 5% ESA 2011
 Σ 2.1% cold box binder

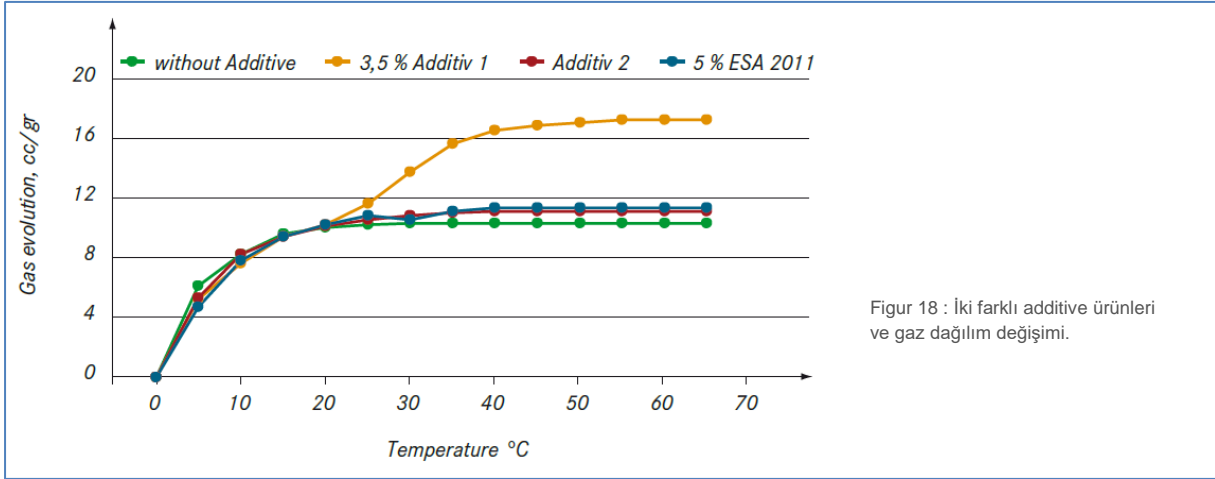
Result:

- Even more improved surface finish, without coating

Figur 16 : ESA 2011 Katkı malzemesi kullanımı ile elde edilen döküm yüzey, kromit kumu ve boyasız yüzey karşılaştırma



Figur 17 : İki farklı reçine sistemi ve zamana kum ömrü değişimi



Figur 18 : İki farklı additive ürünleri ve gaz dağılım değişimi.

Tablo 7: %2,5 yanık ESA 2011 ile yaş kum özellikleri

Bentonit	GEKO S	GEKO S
Kum	LA 32	LA 32
Katkı	Katkısız	%2,5 yanık katkı
Su, gram	63	70
Su, %	1,7	1,8
Kompaktibilite	46	47
Geçirgenlik	220	215
Yaş kesme, kPa	3,1	3
Yaş basma, kPa	102	100
Numune ağırlığı, g	149	146

3.1 Tezgah ömrü üzerindeki etki

Katkı maddesi yüksek sıcaklıklarda kumun asit ihtiyaç değerini (ADV) artırarak tezgah ömrünü kısaltıyor. Bu durum daha uzun tezgah ömrüne sahip soğuk kutu reçinesi 419/619 kullanılarak değiştirilebiliyor (Şekil 17).

3.2 Gaz Oluşumu

ESA 2011 katkılı karışımın saf kum numunesine göre ek gaz çıkışı üretmediği görülüyor (Şekil 18).

3.3 Maça yoğunluğu üzerindeki etki

%5 ESA 2011 katkı maddesi ilavesi maça ağırlığını yaklaşık %10 azaltıyor. Bu durum aynı ağırlıktaki karışımdan daha fazla maça üretilebileceğini ve bu daha hafif maçaların daha kolay tutulabileceğini gösteriyor.



3.4 Katkının yaş kum üzerindeki etkisi

Maçanın yakılarak kömürleşen katkı maddesiyle birlikte kuma ilavesinin (%2,5) etkilerini görmek için yapılan laboratuvar simülasyon çalışmasında hiçbir etki gözlenmiyor (Tablo 7).

4. Sonuç

Yapılan çalışmada ESA 2011'in (ticari adı ISOSEALTM 2011) laboratuvar testlerinin yanı sıra pratik uygulamalarda da avantajlı olduğu kanıtlanıyor:

- ✓ Yeni ESA 2011 ilavesiyle otomotiv parçaları herhangi bir boya uygulaması olmaksızın damarsız şekilde üretilebiliyor.
- ✓ En iyi sonuçlar, 65/70 AFS GFN kumu ile %5 oranında yeni ESA 2011 ilavesinde görülüyor.
- ✓ Büyük silindir kafalarında kromit karışımları ile tatmin edici sonuçlar elde ediliyor.
- ✓ Ek gaz çıkışı görülüyor
- ✓ Maça sandıklarında herhangi bir temizliğe gerek görülüyor.

Bu makale, 25 - 27 Nisan 2012 tarihlerinde, Monterrey, Nuevo Leon, Meksika'da düzenlenen 70. Dünya Döküm Kongresinde sunulan bir çalışmaya dayanıyor. Makalenin çevirisi, biçimlendirilmesi ve düzenlenmesi noktasındaki yardımları için ASK Chemicals, Dublin Ohio, ABD'den Jorg Kroker ve Ralph Showman'a teşekkür ederiz.

*J. Prat (ASK Chemicals İspanya S.A., Las Arenas, İspanya), Reinhard Stötzel & İsmail Yılmaz (ASK Chemicals, Hilden, Almanya)

ASK
Chemicals



KAYNAKÇA

US-Patent 4735973.

European Patent 0891954.

Spanish Patent 2116245.

Prat, J.; Iglesias, L.; Arrieta, M.; Landa, I.; Meléndez, A.; Anglada, E.; Beeson, A.; Barcena, J.: New casting solutions: Numerically simulated Exactcast™ core-sleeves eliminate critical problems with automobile high-security components (patented). 2004 WFC, Istanbul, Turkey.

Prat, J.; Arrieta, M.; Galaz, J.; Meléndez, A.; Seoane, A.; Anglada, E.; Beeson, A.; Jorge, A.; Vicario, T.: Improving casting performance through customized insulating shapes and advanced simulation techniques. 2006 WFC, Harrogate, UK.

Tordoff, W. L.; Tenaglia, R. D.: Test casting evaluation of chemical binder systems. AFS Transactions 2007.

Showman, R.; Horvath, L.; Clifford, S.; Harmon, S.; Lawson, E.: A systematic approach to veining control. AFS Casting Congress Proceedings, 11-005.

European Patent 027700038.

Anahtar kelimeler: Kum katkı malzemesi, damarlaşma

ASK Chemicals