

## Hatasız Dökümler İçin Boya ve Katkı Teknolojilerinde Yeni Yaklaşımlar

\*Reinhard Stötzel, Christian Koch (ASK Chemicals, Hilden)

\*Carlos Luft (ASK Chemicals, Sao Paulo Brezilya)

\*Friedhelm Meyer (ASK Chemicals, Cleveland A.B.D.)

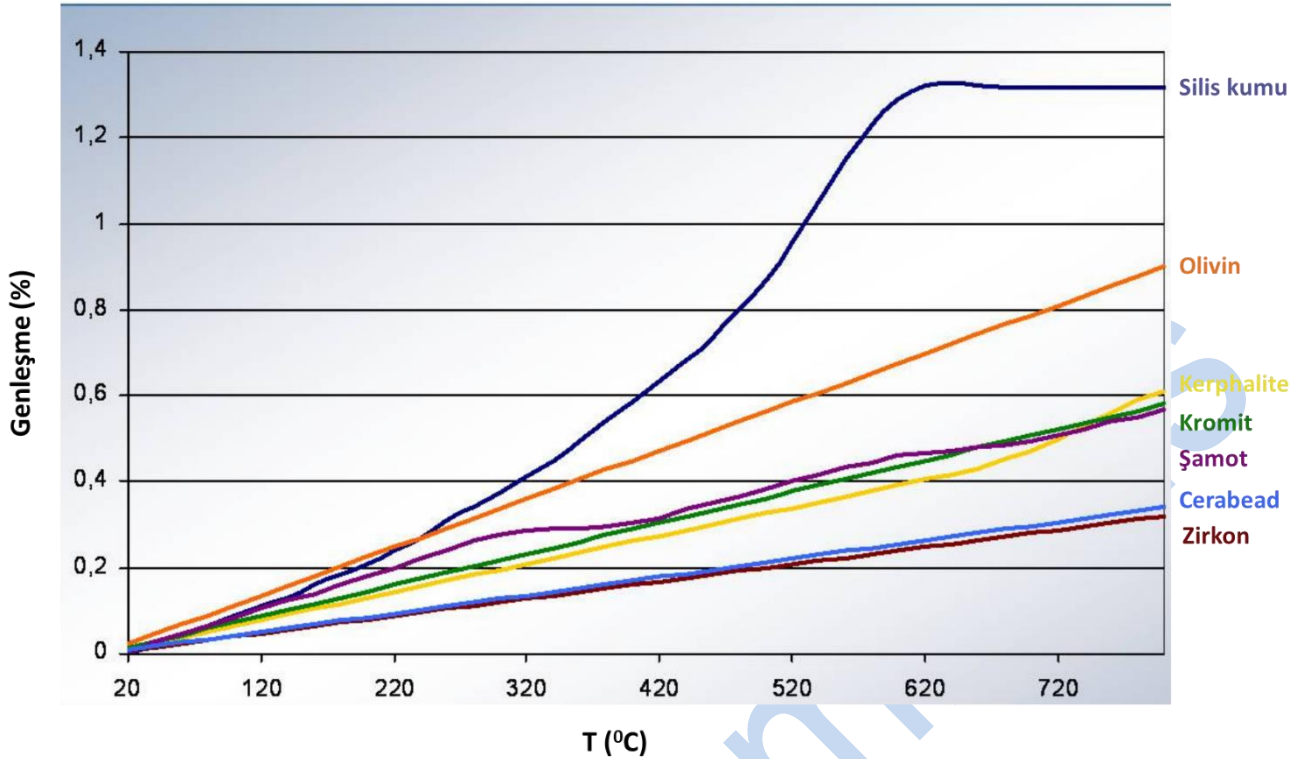
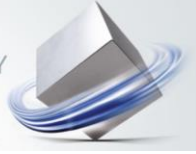
### 1. Giriş

Döküm kalitesinin yüksekliği ve sürdürülebilirliği günümüzde giderek karmaşıklaşan müşteri talepleri karşısında dökümhanelerin odak noktası olarak karşımıza çıkıyor. Özellikle maça ve kalıp boyları veya kum katkıları ile döküm proseslerinin optimizasyonu yoluyla hedefleri hızlı bir şekilde sürdürülebilir çözümlerle eşleştiren yeni konseptler büyük önem arz ediyor <sup>(1)</sup>. Dökümhanelerin hayatta kalması açısından süreçler hakkındaki derinleşen bilgi birikimine ve verimlilik düzeyini yükseltme çalışmalarına önem verilmesi ciddi imkanlar vadediyor.

Başarılı dökümhaneler, maliyetler üzerinde kaldıraç etkisine sahip büyük etkilere neden olan küçük değişikliklerin araştırılmasına giderek daha fazla yoğunlaşıyor. Bu kaldıraçlardan biri kum katkı maddelerinin ve boylarının doğru seçimi ve doğru uygulanması. Maçahanedeki yada kalıplama birimindeki kum katkı maddeleri ve boylar, döküm parçasının toplam maliyetinin yalnızca yaklaşık %1'ini oluştururken, yanlış boya seçimi veya hatalı uygulanması ise döküm maliyetlerinin %5 - 10'una kadar yükselebilen tamamlama işlemlerine yol açabiliyor.

### 2. Metodoloji & Sonuçlar

Damarlaşma, kimyasal bağlı kum maçalarla üretilen bazı dökme demir türlerinde sıklıkla karşılaşılan hatalardan biri olarak biliniyor. Özellikle, motor blokları ve kafa kısımlarında yağ ve su geçiş kanallarının uniform yapısını engelleyen damarlaşma hataları tıkanmaya ve motor arızasına neden olabilecek durumlara neden olabiliyor. Havalandırmalı fren disklerinde oluşan ve giderilmesi neredeyse mümkün olmayan damarlaşmalar ise kullanım sırasında diskin düzensiz ısınmasına ve deformasyonlara sebep oluyor. Maçalarla üretilen elverişsiz geometrilere veya kum-metal oranlarına sahip birçok farklı döküm parçada damarlaşma hataları için yeni bir yaklaşım benimsenmesi büyük faydalar sağlayabiliyor. Damarlaşma, döküm sırasında sıvı metal tarafından ısınan silis kumunun doğrusal olmayan genişmesiyle bağlantılı olarak "genleşme hatası" olarak da biliniyor. Kumun kristal yapısı ilk olarak alfa kuvarstan (düşük) beta kuvars'a doğru (yüksek) bir değişimden geçip hızla geniştikten sonra takip eden tridimit ve kristobalit dönüşümleri neticesinde önce büzülüp sonrasında tekrar genişliyor. Bu düzensiz genleşme ve daralma, daha tekdüze ve daha düşük genleşme sergileyen diğer döküm katkılarına oldukça zıt bir profil oluşturuyor (bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Farklı döküm katkılarının termal genleşme davranışları (2)

Damarlaşma problemleriyle mücadele etmek için kullanılan bir dizi farklı yaklaşım bulunuyor (3). Yapıda yüksek saflıkta silis kumu yerine, tamamen veya kısmen, dişli kum yada göl kumu, zirkon, kromit, olivin, erimiş silika veya sentetik malzemeler tercih edilebiliyor. Bu malzemelerin daha düşük ve daha homojen genleşmesi damarlaşmayı önlerken diğer yandan yüksek maliyetleri ve kalıp yada maça üretiminde başka sorunlara yol açabilmeleri ise önemli bir dezavantaj oluşturuyor.

Kum katkı maddeleri, damarlaşmayı kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri ve katkıları, kimyalarına ve aktivitelere göre birkaç gruba ayrılıyor. Sektörde ilk kullanılan kum katkıları demir oksitler olarak öne çıktı(4). Bu bileşikler yapılarındaki oksijeni kaybederek hacimde küçük bir azalma meydana getirirken kum tanelerinin yüzeyinde "flaks" veya yumuşatma etkisi yaratıyor. Kırmızı demir oksitler ( $Fe_2O_3$ ) tipik olarak %1 - 2 seviyelerinde kullanılıyor ancak ince yapıları kalıp ve maça mukavemetini etkileyebiliyor. Siyah demir oksitler ( $Fe_3O_4$ ) biraz daha kaba yapıda ve %1 - 4 seviyelerinde kullanılıyor. Kırmızı demir oksidin diğer kum katkı maddeleri ile birlikte kullanıldığında da etkili olduğu biliniyor(5). Bununla birlikte, demir oksitler, asitlikleri nedeniyle bazı bağlayıcı sistemleriyle sınırlı oranda uyumluluğa sahip.

Diğer bir yöntem olarak dekstrin, nişasta ve odun talaşı gibi organik malzemelerin %0,5 - 2 gibi nispeten düşük seviyelerde ilavesi uygulanıyor. Yüksek sıcaklıklarda bu malzemeler yanarak hem hacimde düşüş sağlıyor hem de tampon vazifesi görüyor. Ancak, bu malzemelerin yapılarının inceliği sebebiyle demir oksitler gibi kalıp / maça mukavemeti üzerinde olumsuz etkilere yol açmakla beraber reçine kullanımını da artırıyor.



Demir oksitler ve nişastaların bazı olumsuz sorunlarını gidermek için geliştirilen Mühendislik Kum Katkı Maddeleri (ESA'lar), kuma benzer parçacık boyutlarına sahip ve kalıp / maça mukavemeti üzerinde daha az etkiye sahip olduğu düşünülüyor. Bununla birlikte, damarlaşmaya karşı etkili olmaları için tipik olarak daha yüksek seviyelerde kullanılmaları gerekiyor. İçi boş küreler şeklindeki ESA tipinin<sup>(6)</sup> basma gerilmelerine maruz kaldığında küçülerek hacimde bir düşüş sağladığına ve tampon vazifesi gördüğüne dair bulgular önemli bir potansiyel oluşturuyor. Diğer ESA'lar düşük genleşme oranlarına sahipken yüksek sıcaklıklarda da flaks profili sergileyebiliyor.

Damarlaşmayla mücadelede kullanılan diğer yöntemler; kalıp veya maça yüzeyininin ekstra boyanarak kuma ısı akışının yavaşlatılması ve düşük genleşmeye sahip bir katman oluşturularak direncin artırılması; maça yoğunluğunu azaltıp genleşmeye alan sağlanması için daha açılı tanelere sahip kum kullanılması, yine düşük yoğunluk ve genleşmeye alan sağlanması için normal üfleme basıncından daha düşük basınçlarda üflenmiş maçalar yer alıyor.

### 3. Damarlaşmanın Ölçülmesi

Farklı kum ve bağlayıcı sistemlerinin damarlaşma özelliklerini ölçmek için farklı test metotları kullanılıyor (7). En yaygın kullanılan iki metot; basamaklı koni (Şekil 2) ve 2x2 (50 mmx50 mm) penetrasyon dökümüdür (Şekil 3).

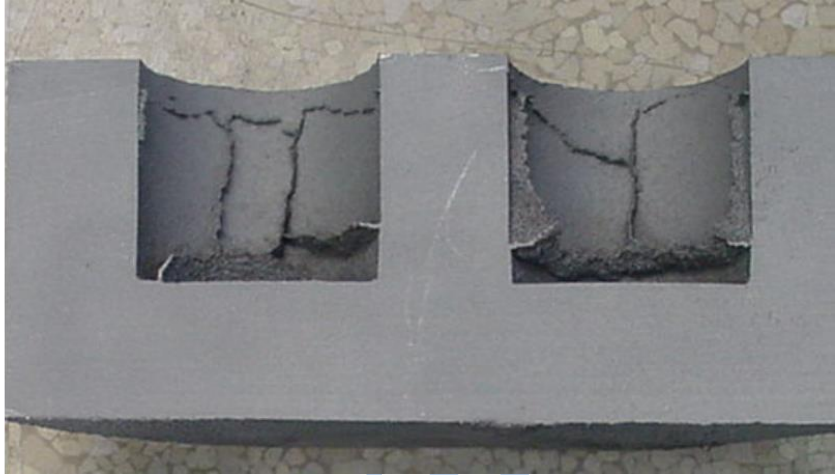


Şekil 2. Basamaklı koni maça (sol), test dökümü (ortada) ve kesiti (sağ)

Damarlaşma seviyesi görsel olarak belirlenip, 1'den 5'e kadar sayısal bir sıralama veriliyor; seviye 1 hemen hemen hiç damarlaşma olmadığını ve seviye 5 çok şiddetli damarlaşma olduğunu gösteriyor. Bu ölçüm yöntemi bir açıdan öznel olmakla beraber damarın şiddeti ve konumu belirlenerek ve ağırlıklı bir formül kullanılıp damarlaşma "puanı" hesaplanarak yöntemin niteliği artırılabilir. Giese ve Thiel tarafından yapılan çalışmalar (8) "söz konusu hata analizi tekniğinin, maçayla ilgili hataların önlenmesinde dökümhane malzemelerinin değerlendirilmesi için kabul edilebilir bir prosedür" olduğunu gösteriyor.



2x2 döküm testi, döküm başına dört ayrı maçanın test edilebilmesi açısından avantaj sağlarken sonuçların doğruluğunu arttırmak için maçalar genellikle çift teste tabi tutuluyor. Aynı bileşimin basamaklı koni testinde damarlaşmaya rastlanmazken 2x2 testinde görülebilmeleri testin doğruluğu açısından daha tutarlı veriler sağlayabiliyor.



Şekil 3. 2x2 maça ve kalıp (sol), damarlaşma hatalarının görülebildiği parça kesiti (sağ)

### Damarlaşma & Penetrasyonu Ortadan Kaldıran ve Boyama İşlemine Gerek Duyulmayan Katkı Malzemeleri

Son yıllarda dökümhanelerde boya prosesine duyulan ihtiyacı ortadan kaldıracak yeni malzeme çalışmaları yürütülüyor ve bazı kısa serili sfero dökümlerin üretiminde başarılı sonuçlar elde edilmiş durumda. ASK Chemicals, döküm hatalarını önemli ölçüde azaltarak daha fazla boyasız maçayla döküm yapılmasına olanak tanıyan yeni tip katkı maddelerini sektörün hizmetine sunarken Veino Ultra inanılmaz damarlaşma önleyici özelliklere sahip bir çözüm olarak öne çıkıyor.

	Katkısız	%1 W	%1 RIO	%2,5 ESA1	%4 ESA2	%6 ESA3	%6 ESA4
EU Haltern H32 Kumu, %1,6 Ecocure 30/60, DMEA							
Penetrasyon	1.25	2.5	1.5	1.25	1.75	1.75	1.5
Damarlaşma	3.25	3.25	2.75	1	1	2.75	1
Yüzey Pürüzlülük	2.75	2.75	2.5	2.5	2.5	2	2.25
SA Veiga Kumu, 1.2% 405/605 Bağlayıcı, DMPA							
Penetrasyon	1.25	1.75	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Damarlaşma	2.75	3	1.75	1.25	1	1.5	1
Yüzey Pürüzlülük	2	2.25	2.5	2.5	2.5	2	1.75

Tablo 1.



## Anti-Damarlaşma Boya Malzemeleri

Döküm kalitesiyle ilgili özel şartlar gereği maça sandığının ayırım yüzeyi boyunca damarlaşma olmaması gerekiyor.

Maçaların üretiminde genel olarak kurutma işlemi sırasında maçalar üzerinde herhangi bir deformasyon oluşması istenmeyen bir durumdur. MIRATEC BD serisi boya malzemelerinin damarlaşmayı tamamen ortadan kaldırması ve iyileştirilmiş uygulama özellikleri sayesinde maçaların daldırma sayıları ve süreleri azalmakta ve herhangi bir damlama hatası oluşmamaktadır.

## Dart Hatalarını Önleyen Yüksek Gaz Geçirgenliğine Sahip Boyalar

Dart ve gaz hataları parçaların direkt olarak sakata ayrılmasına yol açan ve en çok kaçınılan kusurlar olarak biliniyor. ASK, özel bir ürün geliştirme projesi çerçevesinde, bu kusurları önleyen aşırı derecede gaz geçirgen farklı boya malzemeleri geliştirdi.

Dart hatalarına genellikle döküm parçaların düşük dolum profiline sahip yüksek termal yüklere maruz kalan özel maça bölgelerinde rastlanıyor. Damarlaşma ve penetrasyondan kaçınmada iyi sonuçlar veren (özellikle seri dökümde) bir boya olan MIRATEC MB 501 malzemesinin gaz geçirgenliği artırılarak yeni bir çalışma yapıldı. Çalışmada boyanın ayrıca daha az süzülme özelliğine ve daldırma süresini düşürmek amacıyla düşük parlaklık süresine sahip olması bekleniyordu.



Şekil 4. Damarlaşma hataları görülen fren diski parçası



Şekil 5. Ayırım yüzeyi boyunca damarlaşmayı önleyen MIRATEC BD

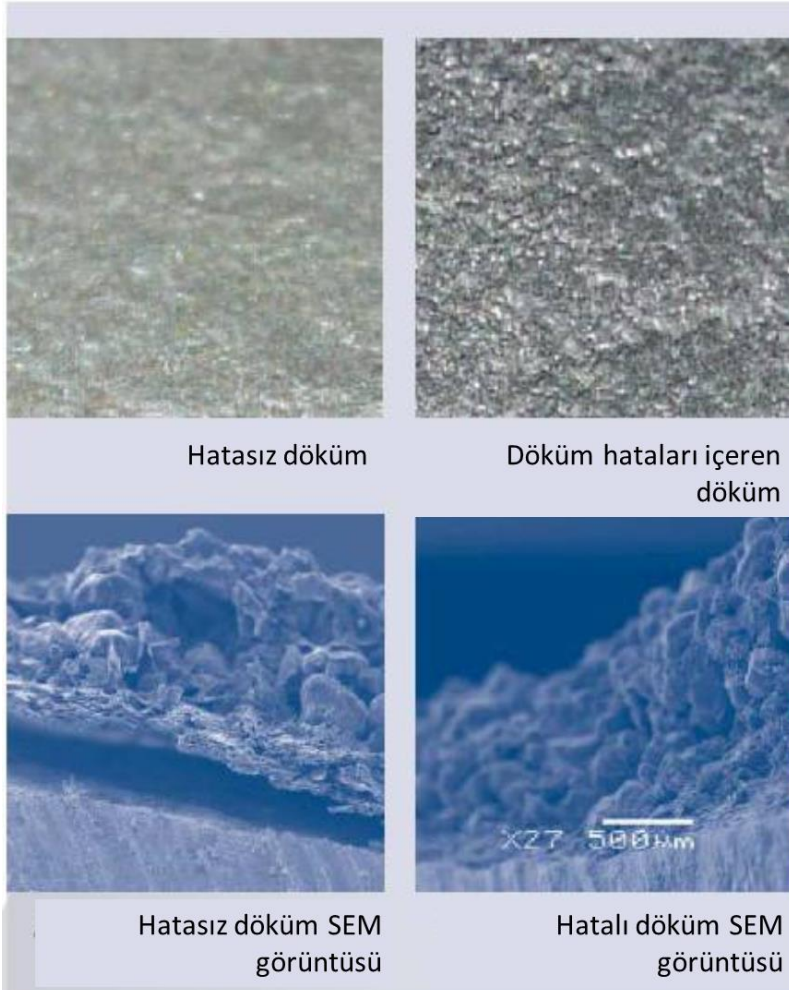


Çalışma sonucunda geliştirilen yeni malzemeye MIRATEC AH 501 kodu verildi ve boyanın uygulandığı bir hidrolik parçası (Soğuk kutu maça + shell kum) ve bir aks muhafazasında (Soğuk kutu maça) oldukça başarılı sonuçlar ortaya çıktı. Daldırma işleminin süresi de ilk boya malzemesinin neredeyse yarısı civarındaydı.

### MIRATEC TS ile İnküzyonsuz Dökümler

OEM'ler, dökümhanelerden tedarik ettikleri döküm parçalardaki inküzyonların belirli bir seviyenin altında olmasını talep ediyor. Motor blokları için bu sınırlar, döküm başına 300 mg'a kadar düşebiliyor. Su ceketlerinin veya yağ haznelerinin kumlanması neredeyse imkansız olması nedeniyle, boyaların parça yüzeylerine yapışmadan kusursuz dökümler üretilmesine büyük katkı sağlaması hedefleniyor.

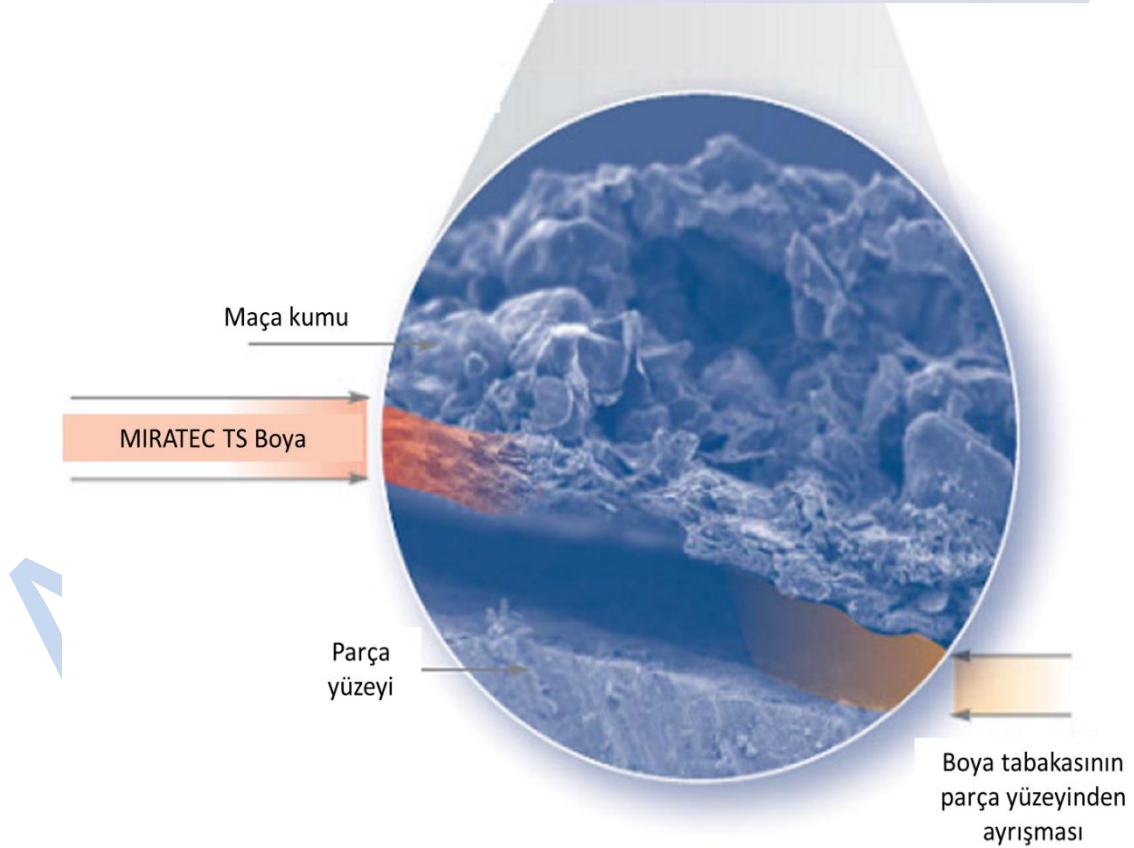
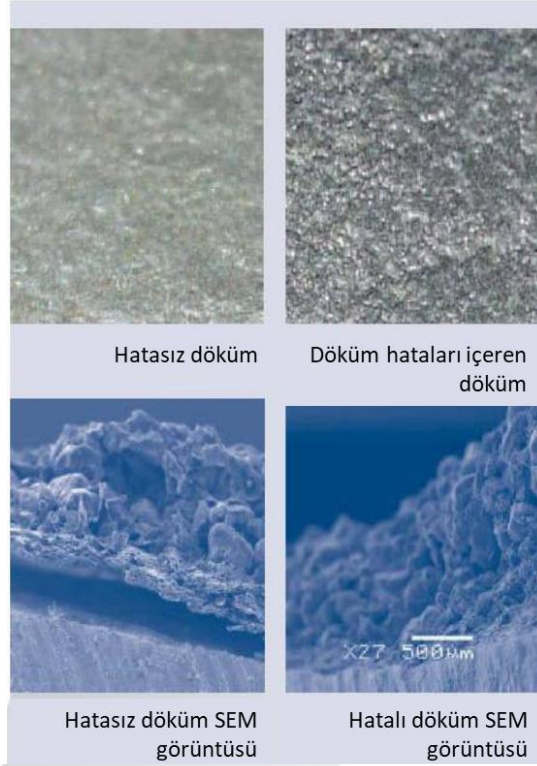
Yeni geliştirilen boya tipleri döküm sonrası minimum inküzyona sahip bir yapı oluşmasını sağlıyor ve aynı zamanda hem damarlaşma hem de penetrasyon hatalarını sıfıra indiriyor. SEM analizlerinde de boyanın döküm işleminden sonra kendi kendine ayrışarak yapıdan uzaklaştığını gösteriyor.



Şekil 6. MIRATEC TS (solda) ve geleneksel boya (sağda) farkı



Şekil 7. MIRATEC TS kullanılan döküm parça yüzeyi



Şekil 8.



Araştırmalarda, MIRATEC TS boya tabakasının parça yüzeyinden kendiliğinden ayrışarak çok temiz bir yüzey bıraktığı ve inklüzyon miktarının da geleneksel boyaya kıyasla yarısına veya üçte birine düştüğü görülüyor.

## Sfero & Kompakt Grafitli Dökme Demirde Grafit Bozulmasına Karşı Koruma

Kükürt veya oksijenin sıvı metal içine taşınmasını engelleyen çeşitli mekanizmalara sahip boyalar da sektörün hizmetine sunuluyor. Yaygın tekniklerden biri boyaya empenye edici özellik kazandırarak kükürt ve oksijenin metal ara yüze taşınmasını azaltmak olarak biliniyor.

SILICO IM 801 gibi boyalarda öne çıkan mekanizma ise yapıda kalsiyum bileşikleri gibi kükürt veya oksijeni adsorbe edecek bileşenler kullanılması olarak öne çıkıyor.

## SONUÇ

Yeni geliştirilen boya ve katkı malzemeleri dökümhanelerin daha az yan etki ile daha az karmaşık bir şekilde kusursuz ve inklüzyonsuz döküm üretmelerini ve hatta boya ihtiyacının ortadan kalkmasını mümkün kılıyor.

Anahtar kelimeler: kalıp ve maça boyama, kum katkı maddeleri, dökümhane, performans, döküm hatası.

## KAYNAKÇA

1. Stephan Rudolph, Gießerei-Praxis No. 6-1993, page 105
2. Reinhard Stötzl, diagram from conference transcript, 3rd Duisburg moulding material day 2000
3. Showman, R., Horvath, L., Clifford, S., Harmon, S., Lawson, E., "A Systematic Approach to Veining Control", AFS Casting Congress Proceedings, 11-005.
4. R.W. Monroe, "Use of Iron Oxide in Mold and Core Mixes for Ferrous Castings. AFS Transactions 1988.
5. S.G. Baker, J.M. Werling, "Expansion Control Method for Sand Cores", AFS Transactions 2003
6. T.J. Gilbreath, P.L.Zajac, J. Bruce, "New Sand Additive Alternative for Veining and Penetration Defects in Thin-Walled Castings", AFS Transactions 1999.
7. W.L. Tordoff, R.D. Tenaglia, "Test Casting Evaluation of Chemical Binder Systems", AFS Transactions 1980.
8. S.R. Giese, J.Thiel, "Numeric Ranking of Step Cone Test Castings", AFS Transactions 2007.