

# EN İYİ YAŞ KUM SİSTEMİ UYGULAMALARI

Dökümhanelerde optimum bir yaş kum sistemi ile çalışabilmek için doğru ürünleri seçmek ne kadar önemli ise üretim parametrelerine dayanarak sarf malzemelerinin ilavelerinde de gerekli ayarlamaları yapabilmek de o derece önemlidir. Yine dökümhanelerde yaş kumu parametrelerini ve dolayısıyla döküm kalitesini optimize etmek için gerekli en iyi teknik uzmanlık için özel bir eğitime ihtiyaç vardır.



**Patrick Verdot** | Global Teknik Servis Müdürü –  
MTI -Amcol - Fransa

**Mike Van Leirsburg** | Teknik Servis Müdürü (Emekli)  
MTI-ACC – Chicago ABD

**Faik Uner** | Teknik Servis Müdürü -MTI -Amcol- Türkiye

## ÖZET

Yaş kum proses verimliliğini optimize etmek için yeni bir küresel yaklaşımla, yardımcı olabilecek birkaç alan şunlardır.

1. “SandSOFT”: Üretim parametrelerine bağlı olarak ihtiyaç duyulan katkı miktarlarını hesaplamayı öngören yazılım programını kullanmak. Yaş kum sisteminde dengeyi korumak için gereken katkı maddelerinin türünü ve hacmini tahmin bu yazılım programı, “excel” formatında her bir dökümhaneye özel olarak geliştirilir. Aşağıda kısa bir tanıtımı yapılan bu uygulamada ya dökümhanenin günlük ilave programı veya model bazında ilave programı esas alınır.

2. “MTI Üniversitesi”: Dökümcünün sürekli iyileştirme girişimlerini kolaylaştırmak için e-egitim yöntemlerinin uygulanması. Burada dökümcünün daha iyi sürekli eğitimi için MTI Üniversitesi E-egitim programı tarafından sağlanan E-Öğrenim araçları uygulanır. Aşağıda kısa tanıtımı yapılan bu program, dökümcünün global bir hedefe yönelmesinde ihtiyaç duyduğu iyi teknik uzmanlık elde etmesine yardımcı olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Yaş kum performansı, sodium ve kalsiyum bentonitleri, kömür tozu performansı, katkı maddeleri ekleme beklentisi, e-öğrenme, e-egitim.

## GİRİŞ

Dökümhanelerde optimum bir yaş kum sistemi ile çalışabilmek için doğru ürünleri seçmek ne kadar önemli ise üretim parametrelerine dayanarak sarf malzemelerinin ilavelerinde de gerekli ayarlamaları yapabilmek de o derece önemlidir. Yine dökümhanelerde yaş kumu parametrelerini ve dolayısıyla döküm kalitesini optimize etmek için gerekli en iyi teknik uzmanlık için özel bir eğitime ihtiyaç vardır.

## 1-ÜRETİM PARAMETRELERİNİ ESAS ALARAK GEREKLİ İLAVE MIKTARLARINI HESAPLAYAN BİR YAZILIM PROGRAMI KULLANMA

“SandSOFT” programına giriş:

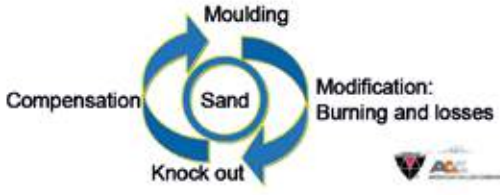
Günümüz dökümhanelerinde kullanılan modern yüksek basınçlı kalıplama makinaları, yaş kum sisteminin kalitesi ve kontrolüne daha fazla odaklanması ihtiyacını doğurmaktadır. Kum sisteminin yüksek kaliteli bir döküm parçası üretmenin gereklerini yerine getirmesi yanısıra kalıplama makinesi tipinin taleplerini de karşılaması önemli olmaktadır. Bu sonuca ulaşmak için de kum özelliklerinin yakından kontrol edilmesi ve kararlı olarak tutulmasını gerektirmektedir.

Bu makale daha proaktif hale gelmek ve optimum döküm kalitesi ve maliyet etkinliği sağlamak için yaş kum sistemini daha iyi izlemek için kullanılacak yöntemleri ve araçları araştıracaktır.

Yaş kum sistemini izlemek için en iyi uygulamalar, parametrelerin sınıflandırılması, dönen kum kalitesi, kum rejenerasyon kuralları, yeni kum şarjının hazırlanması, system kumunun kararlılığı ve dengeleri korumak için beklentiler gibi kavramları içerir.

Çoğu zaman yaş kum gerçekten kontrol edilmez ve yaş kumu nihai kalitesi, her bir döngüden sonra sistem kumuna giren ve çıkanların bir sonucudur. Bu nedenle kum sistemimizi ve döküm kalitemizi daha iyi kontrol edebilmek için kendi parametrelerimizi ve en iyi ürünleri yeniden düşünmek gerekir.

Yaş kum sisteminde dengeleri korumada ise hazırlanma, kullanılma ve tekrar hazırlanma döngüleri sırasında sürekli olarak değişen sistem kumunda kararlılığın korunması söz konusudur ve bu da bir dökümcünün ana hedeflerinden biridir.



Şekil 1:

Yaş kum sisteminin döngüsü

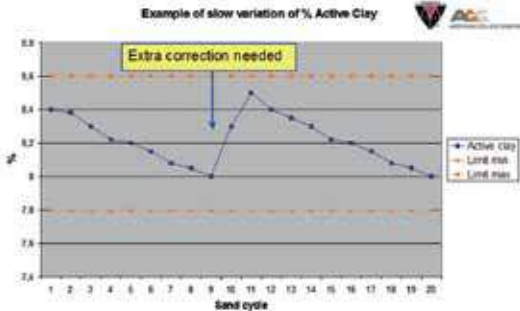
## SABİT DURUMLAR

Tek bir döngü ve tanımlı/ bilinen kum için sistemi kontrol etmek kolay gibi görünüyor. Burada yapılacak;

- Her döngüdeki değişiklikleri tahmin etmek ve ölçmek
- Kum kalitesini korumak için yapılacak ilaveleri hesaplamak

Döküm programı sabitse ve benzer dökümler dökülüyorsa veya döküm parçaları benzer ağırlıklara, kalınlıklara ve çekirdek girdisine sahipse, kum kalitesini korumak için her bir hammaddenin doğru ilavesini hesaplamak nispeten kolaydır.

Ancak hesaplamaların kolay görüldüğü böyle bir durumda bile döngülerin tekrarlanması ve döküm ile kalıp bozma arasındaki zaman değişimleri gibi çok küçük parameter değişimlerinden dolayı sistem kumunda yavaş yavaş değişimler görülebilir.



Şekil 2:

Aktif kil değerinin yavaş değişimi örneği

Burada yapılacak olan gerektiğinde gerekli ilavelerin yapılmasıdır. Bu durumda kabul edilebilir toleranslar içinde kaldığı müddetçe kumumuz kontrol altındadır diyebiliriz.

## DEĞİŞKEN DURUMLAR

Gerçekte bir kalıplama programı nadiren çok sabit olabilir. Genelde aşağıdaki değişiklikler yaşanır;

- Hazırlanan kuma göre 0 % to 10 % arası maça girişi
- İki üretim serisi arasında 5 kat artabilen 5 kat azalabilen "Kum/ metal" oranı.

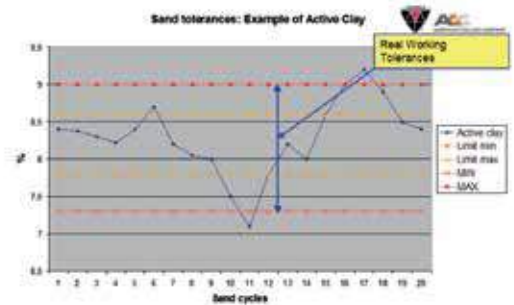
Bu durumlar, aşağıdaki farklılıklara yol açar:

- Bentonit ve kömür tozunun yanma oranları, farklı olur.
- Maça kumu tane dağılımı proseslere göre değişebilir ve sistem kumun tane dağılımından farklı olabilir.
- Özellikle etkili bir kum soğutma ünitesinin olmadığı durumlarda kumun sıcaklığı kontrol altına alınamaz.

Ayrıca başka parametreler de bu farklılıkları etkileyebilir. Örneğin;

- İlk giren kumun ilk çıkmadığı durumların neden olduğu değişken dönüş kumu
- Büyük bir maça, sistem kumu içine tamamen karışabilir veya tam tersine temizleme makinasına kadar döküm parçası içinde kalabilir.
- Döküm parçası ile beraber çok fazla kum kaybı olması da mümkündür. Bu ise aşırı kum kayıplarına ve ilave rejenerasyon gerektirebilir.

Gerçekte mevcut dökümhanelerin çoğunda az çok kabul edilebilir bir sistem kumu kalitesi olduğunu görüyoruz. Ancak bu durum, oldukça geniş çalışma toleransları içinde mümkün olabilmektedir.



Şekil 3:

Şekil 3-Aktif kil değerlerinin yavaş değişimi örneği

Yaş kumun artık onu yenilemenin çok uzun zaman alacağı bir noktaya hızla bozulması, pek rastlanan bir durum değildir. Bu durumlar, ancak en düşük seviyede kontrolün yapıldığı dökümhanelerde görülebilir. Burada dökümcü şu önemli soruları kendine sormalıdır:

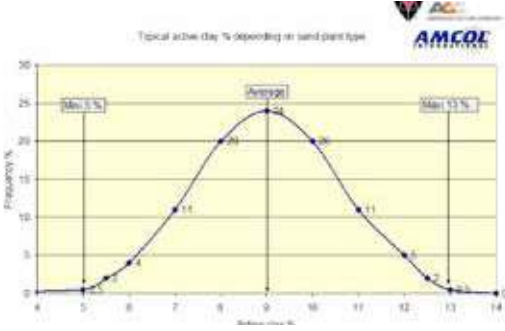
- Durum yeterince iyi mi?
- Biz yaş kum sistemimizi gerçekten kontrol edip izleyebiliyor muyuz?
- Yaş kumumuz optime edilmiş durumda mı?

## HER BİR KUM TESİSİ KENDİNE ÖZGÜDÜR

Bir çok sabit parametre, döngülerden sonra giren ve çıkanlar nedeniyle her bir sistem kumunda kendine özgü durumlar ortaya çıkaracaktır. Sonuç

olarak her bir döngüden sonra sistem kumları, kendine özgü duruma gelir ve diğer kumların hiç biri ile aynı olmaz. Hatta aynı dökümhane ve aynı tip parçaların üretildiği iki kum tesisinde bile kumlar farklı olacaktır.

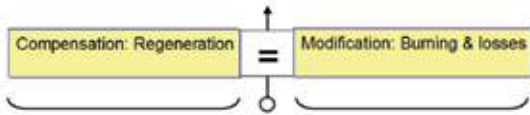
Buna örnek olarak aşağıdaki şekilde kum tesisi ve dökümhanelere bağlı olarak aktif kil değişimi verilmektedir.



**Şekil 4:** Kum tesisinin tipine bağlı olarak kullanılan aktif kil değerleri

O zaman bir dökümcü, kendi laboratuvar değerlerini (LOI, VCM, aktif kil, toplam kil, yaş basma mukavemetleri gibi) başka dökümhanelerle kıyaslamak değil, kendi kum tesisine göre oluşturmalıdır.

Kumun izlenmesi, yaş kumdaki dengeleri korumak demektir.



**Şekil 5:** Yaş kumun dengesinin korunması

Öncelikle sistem kumu içindeki değişimlerin hızını tespit etmek gerekir. Sistem kumundaki her bir modifikasyon, deneme veya ayarlamaların en iyi ön tahminleri sağlamak için bu tespite ihtiyaç vardır. Her kum tesisinde kum, kömür tozu ve bentonit için farklı değişim hızları olacaktır. Kumdaki değişimleri karşılamak için en iyi çözümü bulmalıyız ve bu çözüm de aşağıdaki faktörleri dikkate almamızı gerektirir.

- I) Döküm sırasındaki yanma kayıpları
- II) Yeni kum, maça ve diğer harici ilavelerin girişi
- III) Sistemin farklı aşamalarındaki kayıplar (kum, bentonite, kömür, tozu gibi...).

## Yaş kum için yenileme hesaplaması

Veriler:

MCa = Dökülen metal

NeS = Yeni kum girişi (maça hariç)

CoS = Maça kumu (system kumuna karışan)

NST = Toplam yeni kum (NeS + CoS)

Clay = Bentonit ilavesi

Additive = Kömür tozu ilavesi

Her bir kum tesisi için hesaplanacak katsayılar:

C1 = "Dökülen metal" miktarına göre "Toplam yeni kum "yüzdesi. Bu oran kum tesisine bağlı olarak %8-25 arasında olur.

C2 = "Dökülen metal" miktarına göre "bentonite" yüzdesi. Bu bentonitin yanma oranına karşı gelir ve düşülmesi gerekir.

C3 = "Toplam yeni kum "miktarına göre " bentonite" yüzdesi. Kum tesisine ve aktif kil miktarına göre %6-10 arası değişebilir.

C4 = "Dökülen metal "miktarına göre "Kömür tozu" yüzdesi. Kömür tozunun yanma oranına karşı gelir ve düşülmesi gerekir.

C5 = "Toplam yeni kum " miktarına göre" kömür tozu " yüzdesi. Kum tesisine bağlı olarak %3-7 arasında değişir.

3 ana hesaplama şu şekildedir:

$$NST = (MCa \times C1)$$

$$Clay = (MCa \times C2) + (NST \times C3)$$

$$Additive = (MCa \times C4) + (NST \times C5)$$

C2 ve C4 katsayıları, bentonit ve kömür tozunun YANMA oranlarıdır ve bunlar, kum tesisinin sarfiyatına uygun olarak düşülebilir.

	TOPLAM	Akılan kumdaki	Akılan tozadaki	Yanma kaybı
Kömür tozu ilavesi ,Kg /Ton brüt metal	10	6.3	4.7	8
Bentonit ilavesi , Kg / Ton brüt metal	50	14	10.1	34.9
	GİREN	ÇIKAN		
	İLAVE	ATILAN		YANMA

**Şekil 5:** Bentonit ve kömür tozu kullanım dengesi örneği

Yaş sistem kumunun dengesi koruma bir yaş kumda yeni ürün ilavelerinin daha iyi tahmin edebilme yöntemi, aşağıdaki adımlardan oluşur.

### a-Ön inceleme

- Tesisin yenileme kurallarının hesaplanması. Giren ve çıkan ürünlerin balansı
- İlgili kum tesisinin özel yönlerinin tanımlanması
- Sistemde kum, bentonite ve kömür tozunun dönüşüm hızlarının belirlenmesi
- Kuma giren maça, besleyici gömleği gibi diğer girdilerin kontrolü ve hesaplanması
- Döküm parçalarının tipine, dökülen metal miktarı

ve kuma giren yeni kum ve maça miktarına göre ilave kurallarının belirlenmesi.

### b-Sarf malzemelerinin ilavesini öngören kurallar:

- Döküm programı veya model bazında ilave kurallarını belirleme ve öğrenme aşaması olarak uygulamadaki sonuçlarla bunu aşağı veya yukarı çekerek ayarlama
- Döngüler arasında dönüş kumundaki değişimlerin kontrolü
- Gerekirse ek düzeltmelerin yapılması

### c-Beklenen sonuçlar ve faydalar:

- Artık her bir mikser karıştırmada sadece nem ve sıkıştırılabilirlik değerleri kontrol edilecektir. Bunlar da otomatik bir Roto-Control ile yapılabilir.
- Dönüş kumu daha kararlı olacaktır (aktif kil, yanma kaybı ve uçucu madde, vb...)
- Daha dar toleranslar içinde aktif kil, uçucu madde ve yanma kaybı değişimi ve sonuç olarak daha az tüketim.
- Aktif kil örneği, şekil 6 da verilmiştir.



Şekil 6: Aktif kil toleransları üzerinde olumlu etki.

Kum kalitesinin daha iyi kontrolü sonuçta daha iyi döküm parçası kalitesi demektir. Madem ki yaş kum sisteminin kontrol altına alınması, döküm parçasının kalitesini doğrudan etkiliyor o zaman dökümhanenin kendi sistemi hakkında detaylı bilgiye sahip olması ve tüm bu yönleri kontrol etmek için çaba sarf etmesi hayati önem taşımaktadır. Bu, tutarlı/öngörülebilir sonuçların her zaman korunmasını sağlayacaktır. Kum sistemlerini kontrol etmek için bu yaklaşımı benimseyen birçok dökümhane, iyileştirilmiş kalite, azaltılmış hammadde tüketimi ve daha etkili ekipman kullanımı ve bakımı gibi tutarlı/öngörülebilir bir kum sisteminin avantajlarından yararlanmaktadır.

Kum sistemi dökümhanede sürekli değişen bir varlık olduğundan eğer sürekli iyileşme isteniyorsa devamlı gözlem altında tutulması, ölçüm yapılması ve kontrolünün yapılması çok önemlidir.

Addition Maxicarb		Addition Ind BENTO	
according LOI in green sand and daily production program		according Active Clay in green sand and daily production program	
Target Volatiles	4.5%	Target Active Clay	9.0%
real measurement Volatiles	4.4%	real measurement Active Clay	8.9%
Addition target	37.8 kg/m <sup>3</sup>	Calculated addition accord. pour program	35.7 kg/m <sup>3</sup>
corrected addition	38.7 kg/m <sup>3</sup>	corrected addition	38.2 kg/m <sup>3</sup>
DUST addition		New Sand addition	
according targets and daily production program		according targets and daily production program	
Introduction	0.0 kg/m <sup>3</sup>	Introduction	25.0 kg/m <sup>3</sup>

Günlük üretim programı esas alınarak yapılmış bir ilave programı örneği

Product Mix Details - Moulds Poured	Average Pouring weight / box	Average core weight / box	Avg. S.M. Ratio	Maxicarb	Coal Dust	Inden Bento	Dust
Moulds group 1	242	189	7	17	6	13	11
Moulds group 2	203	92	8	13	6	11	8
Moulds group 3	203	204	8	18	3	18	13
Moulds group 4	201	137	8	19	7	13	10
Average Target			6.0	17	6	13	11
Active clay in system sand (%)	Target	Real val					
LOI in system sand (%)	Target	Real val					

Modellerin salkım ağırlığını esas alarak hazırlanmış bir ilave programı örneği

## 2. DÖKÜM EKİBİNİN SÜREKLİ GELİŞTİRME GİRİŞİMLERİNİ KOLAYLAŞTIRMAK İÇİN E-EĞİTİM YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

### "MTI University" eğitim programı nedir?

Bu eğitim programı kısa, görsel ve kendi kendini yönlendiren öğrenme modülleriyle dökümhane çalışanlarına basit ve net anlaşılır bir destek sağlamak amacı için tasarlanmış bir çevrimiçi eğitim aracıdır.

Program, yaş kum döküm prosesinde önemli miktarda dökümhane sahiptir ve kolay erişilebilir bir formatta bilgilendirici ve resimli sunumlar içerir.

### Bu eğitim programı kimler içindir ?

Bu eğitim programı, dökümhane personeli tarafından kullanılabilir ve yeni dökümhane personeli için olduğu kadar mevcut bilgilerini genişletmek isteyen deneyimli personel için idealdir.

Bu programı kullanmak için bir defalık erişim talebi gerektirir ve erişim sağlandıktan sonra dökümhaneler, modüllere istedikleri zaman erişebilirler ve yeni modül serileri veya tercih edilen diğer içerikler eklendiğinde bilgilendirme yapılır.



## Bu eğitim programı ne amaçla hazırlanmıştır?

Tüm dünyadaki döküm operasyonları, uzun geçmişli olan tecrübeler ve başarılarına ihtiyaç duyar. Bu eğitim programı, dökümhanelere sürekli teknik destek ve eğitim sağlamanın bir yoludur. Amaç, dökümhanelerin daha akıllı kararlar almasına yardımcı olmak, genel döküm performansını artırmak ve paradan tasarruf etmektir.

Sadece yüksek performanslı malzeme ve ekipman değil, aynı zamanda üstün teknik servis ve destek sağlamayı amaçlamaktadır.

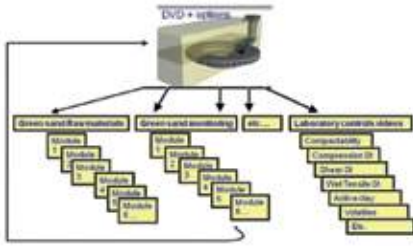
Bu eğitimin amacı, döküm endüstrisine, özellikle yaş kum döküm işlemi konusunda kapsamlı deneyim sağlamaktır.

Bu program kapsamlı dökümhane tecrübesine sahip teknik uzmanlar tarafından hazırlanmıştır ve artı bir faydası olarak da yeni modüller kullanıma açıldıkça kullanıcı bilgilendirilecektir.

## Eğitim modüllerinin çerçevesi

Amaçlanan yapı, aşağıdaki gibi tasnif edilmiş modüller topluluğudur:

- Çeşitli video modülleri
- İstenen içeriğe göre bulunabilen ayrı bir teknik kütüphane



Şekil 7:

Eğitim modülleri çerçevesi

Eğitim alanlara yardımcı olmak üzere seslendirme Tüm eğitim modülleri, her eğitim alanın kendi ihtiyaçlarına uygun eğitim hızına karar verebileceği bireysel video eğitimleri şeklinde düzenlenmiştir. Her slaytta bulunan çok sayıda bilginin yanısıra ayrıntılı açıklamalar sunan bir de seslendirme vardır.

## Testler:

Bazı Eğitim modüllerini, her bir eğitimcinin eğitim aşamasından sonra bilgilerini değerlendirmesine ve pekiştirmesine olanak tanıyan isteğe bağlı bir doğrulama sınavı takip eder. Bu kendi kendine değerlendirme, sürekli iyileştirme aracı olarak da yardımcı olur.

## ÖRNEKLER : EĞİTİM MODÜLLERİ ÖZETLERİ

### 1 nolu sesli slayt:

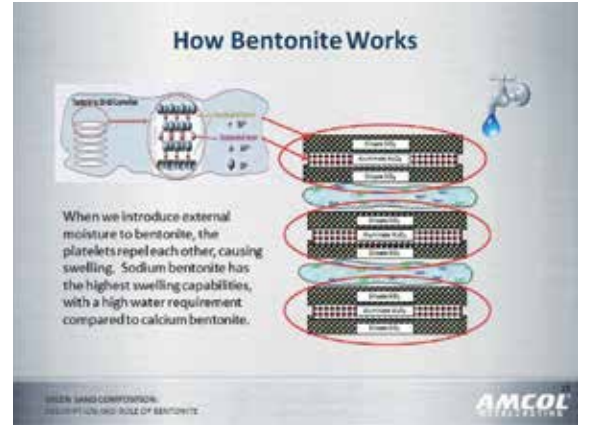


Şekil 8:

Silis kumu slaytı görünümü

Seslendirme : “573 santigrat derecede (veya 1064 Fahrenheit), silis kumu maksimum genişlemesine ulaşır. Bu noktada, silis kumu tanesi alfa kuvarsdan beta kuvars'a bir faz dönüşümüne uğrar ”

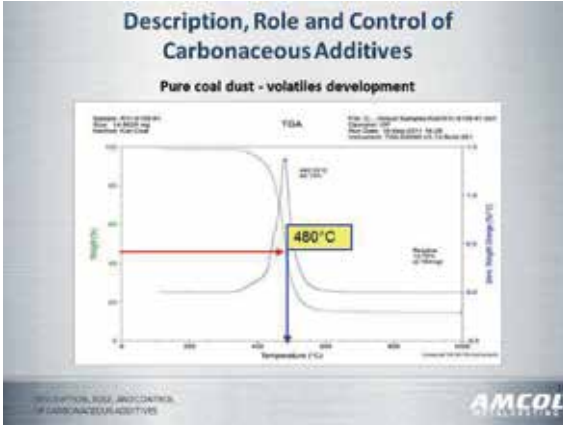
### 2 nolu sesli slayt :



Şekil 9:

Bentonit slaytı görünümü

Seslendirme: “ Bentonite su ilavesi yapıldığı zaman bu su, bentonit tarafından emilir ve onun şişmesine yol açar. Serbest şişme denilen bu özelliğe göre bentonitler sınıflandırılabilir. Yüksek şişme gösteren bentonitler,daha az şişme gösterenlere tercih edilir.”



▲ **Şekil 10:**

Kömür tozu slaytı görünümü

Seslendirme: “Bu slaytta saf kömür tozunun termal gravite analizi (TGA ) görülmektedir. 480 derecede yüksek oranda gaz çıkışı vardır. Sıcaklık aralığının geri kalanında, uçucu çıkışı oldukça düşüktür ”

## SONUÇLAR

- Her dökümhanenin özelliklerine bağlı olarak doğru katkı maddesi seçimi, yaş kum ile çalışan dökümlerde optimum kum kalitesi elde etmek için önemlidir.

- “SandSOFT”: İlk bölümde gösterildiği gibi, yaş kum sistemindeki potansiyel kalite sapmasını tahmin ederek prosesi optimize etmek için yararlı olabilir. Bu genellikle, “günlük döküm program” veya “model salkım ağırlığı” bazında sarf malzemelerinin eklenmesini öngören kuralların geliştirilmesini içerir. Bu yöntemler yaş kum parametrelerinin kararlılıklarını ve tekrarlanabilirliğini garanti eder.

- “MTI Üniversitesi”: Yukarıdaki ikinci kısımda çeşitli örneklerde de görüldüğü gibi örnekte de görüldüğü gibi, e-egitim araçları, döküm endüstrisine esneklik, modernlik ve verimlilik açılarından büyük avantajlar sunmaktadır.

Eğitim için ayrılan zaman her zaman sınırlıdır. Ancak modern teknoloji ile donatılan dökümhanelerde tüm çalışanların eğitim alması zorunlu hale gelmiştir, özellikle geçmişten daha az eğitim zamanı olsa da.

E-egitim kavramı, eğitim alanlara daha geleneksel eğitim programlarında bulunmayan öğrenme sürecinde ihtiyaç duyduğu özgürlük ve esnekliği sağlar. Her eğitim alanın bireysel yaşam tarzına ve eğitim ihtiyaçlarına uyan bir hızda öğrenmesini sağlar.

Kum kalitesini iyileştirmeye odaklanan daha iyi eğitim ve öğretim yöntemleri mantıksal olarak daha iyi bir döküm kalitesine yol açacaktır.

Gerçek mükemmellik ancak temel bilgileri anlayarak ve uygulayarak elde edilir.

## REFERANSLAR

1. Dr F.Hofmann – Le circuit de sable de moulage en fonderie et son influence sur les composants du sable - Hommes et Fonderie N°53 Mars 1975.
2. G.A. Smiernow, E.L. Doheny, J.G. Kay ; Bonding Mechanisms in Sand Aggregates, AFS Transactions 80-91
3. C. A. Sanders and R. L. Doelman Clay technology parts 1-3 afs transaction 1967
4. ASTM testing publications ASTM E1131, ISO 11358
5. D.Hentz, E. Olson. Synergistic reactions of various clay types and their foundry molding sand performance in the presence of a flowability enhancer. AFS transactions 98 (1990) 71-83
6. D. Chowdhary. Greensand management- role and application of carbonaceous additives and total carbon in a green sand system. 68th WFC (2008) pp127-132
7. G. Thiel, S. R. Giese, V. Lasacco, J. Darlington, M. Van Leirsburg, Effects of Causticized Lignite (Flo-Carb®) on Mold Gas Emissions in Green Sand Systems AFS 2004
8. D Hentz, E. Olson. Synergistic reactions of various clay types and their foundry molding sand performance in the presence of a flowability enhancer. AFS transactions 98 (1990) 71-83
9. D Boenisch, Casting surfaces improved by water desalination, Giesserei vol66 1979
10. F Hofmann Property changes and conditioning of repeatedly circulating foundry sand systems AFS transactions 1993
11. J. Thiel, M.Ziegler, P. Dziekonski, S. Joyce, Investigation into the technical limitations
12. of silica sand expansion. AFS transactions paper 07 2007
13. J Roberts, J Howden, Intercast and Forge-Greensand casting quality improvement from theory to practice AFI Expo 2009
14. P Verdot, M Van Leirsburg, Advanced E-learning Training technologies for green sand practice and control. WFO 2014