

KHD Humboldt Wedag International AG'nin Baş Teknoloji Sorumlusu Matthias Mersmann
Humboldt Wedag GmbH Ürün Müdürü Sven Schmitgen

Matthias Mersmann, Chief Technology Officer of KHD Humboldt Wedag International AG
Sven Schmitgen, Product Manager of Humboldt Wedag GmbH

KHD PYROROTOR® - çimento endüstrisine yönelik çok amaçlı ATY reaktörü

The KHD PYROROTOR® - the most versatile AFR reactor for the cement industry

Çimento endüstrisinde birlikte işlemenin geliştirilmesi

Atık kaynaklı yakıtların yakılması, orta Avrupa'da yetmiş yılı aşkın bir geleneğe sahiptir ve büyük ölçüde artan bilgi ve deneyime sahip çimento endüstrisinde belirli bir yetkinlik alanına dönüşmüştür. Çok çeşitli atıkların işlenerek çok çeşitli atıktan türetilmiş yakıtlara (ATY) dönüştürülmesi, pazar bölgelerinin yerel ekosistemlerinde çeşitli kolaylaştırıcı ve zorlayıcı faktörlerin bir araya gelmesiyle tetiklenen dalgalar halinde pazarlara hücum etmiştir. Çimento fabrikalarında birlikte işlemeyi mümkün kılan en temel faktör, çimento fabrikasının bulunduğu bölgede/ülkede yeterli atık malzemenin mevcut olmasıdır.

Şayet çimento fabrikalarında işlenecek bu atık malzemeler, kentsel katı atıklardan (KKA) elde ediliyorsa, bölge veya belediyenin, KKA'nın çimento üretiminde kullanılabilmesi için temel ancak zorunlu bir ön koşul olan ön işleme için merkezi toplamaya olanak tanıyan ilgili bir toplama sistemine sahip olması gerekir. Bu da sosyo-ekonomik sistemin belirli bir aşamaya kadar gelişmiş olmasını gerektirir.

Diğer bir zorlayıcı faktör ise, daha gelişmiş ülkelerde daha katı çevre kurallarının bir sonucu olarak KKA'nın boşaltılması daha pahalı hale geldiğinden, KKA'nın daha büyük miktarlarda kullanımının kolaylaştırılmasıdır. Çimento fırınlarında fosil yakıtların alternatif yakıtlarla (AF) ikamesinin artırılmasının, toplumların atıkları yeniden kullanımı konusundaki farkındalığının ön ve ortak işleme teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte gittiği tüm dünyada kabul edilmektedir.

AF'nin özellikleri ve yanma davranışı

Alternatif yakıtlar (AF) kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından ne kadar farklılık gösteriyorsa, isimlendirilmeleri de o kadar farklılık göstermektedir: SRF, RDF, MSW, fluff alternatif yakıtlara takılan isimlerden sadece birkaçıdır. Bu arada standardizasyon için bazı girişimlerde bulunulmuştur, ancak şimdiye kadar bunların hiçbiri daha geniş, küresel ölçekte benimsenememiştir.

Development of co-processing in the cement industry

Burning waste derived fuels has a tradition spanning over seven decades in central Europe and has developed into a specific field of competency in the cement industry with massively increased knowledge and experience. Using a variety of different wastes to process them to a wide range of waste-derived fuels (WDF) has turned out to rush over markets in waves, triggered by the coincidence of several enabling and forcing factors within the local ecosystems of the market regions. The most basic enabling factor for co-processing in cement plants is the actual availability of sufficient waste material in the region/country where the cement plant is located.

If sourced from municipal solid waste (MSW), the region or municipality needs to have a respective collection system implemented to allow centralized pick-up for pre-processing, which is a basic but mandatory prerequisite to be able to use MSW in cement production. This requires the socio-economic system to have developed to a certain stage.

The next forcing factor is then facilitating the use of MSW in bigger amounts when dumping of MSW gets expensive as a consequence of ever more stringent environmental rules in further developed countries. It is being recognized all over the world that raising the substitution of fossil fuels by alternative fuels (AF) in cement kilns goes along with the development of the societies' awareness to reusing waste and technologies for its pre- and co-processing.

Properties and burn-out behavior of AF

As much as AF differ in their chemical and physical properties, as much do they vary in their denominations: WDF, MSW, RDF (refuse-derived fuel) and fluff are only a few of the name tags which are being attached to alternative fuels. Meanwhile some attempts for standardization have been undertaken, but so far none of those was adopted on a wider, global scale.

Teknik açıdan bakıldığında, AF'nin kimyasal ve fiziksel özellikleri bu isimlendirmelerden çok daha önemlidir. Bazı ATY'lerin fosil yakıtların yerini alma kabiliyetine baktığımızda, çok temel bir anlayışı kabul etmeliyiz: Bir çimento fırınında yakılan ATY malzemelerinin hiçbiri yakıt olarak kullanılmak amacıyla üretilmemiştir. Bu da kimyasal, fiziksel ve partikül özelliklerinin yakıt olarak kullanılmak üzere üretilmiş ya da işlenmiş malzemelerin özelliklerine uymaktan çok uzak olduğu anlamına gelmektedir.

Fosil yakıtlar için genel kabul gören husus, yani istenilen özelliklere ulaşması için ön işleme tabi tutulması gerekliliği, çimento üretim uzmanları arasında yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Kömür çok ince toz haline getirilirken, ATY topaklı parçacıklar halinde yakılmaya çalışılır. Kömürler kül içeriği, nem, uçucu madde içeriği ve ısı içeriği gibi ana yanma özellikleri açısından uluslararası kabul görmüş kategorilere sınıflandırılırken, (şu anda) ATY'yi oluşturan heterojen malzeme karışımları için bu özellikleri genel olarak sınıflandırmanın bir yolu yoktur. Malzemeler (örneğin ahşap, plastik, tekstil, kauçuk, kağıt, cam, mineral vb.); boyut (küçük, orta veya büyük) ve şekil (düz, yuvarlak, silindirik, kübik vb.) ve yukarıda belirtildiği gibi kimyasal özelliklerin tümü kendi kategorileri arasında karışır ve çok farklı tutuşma ve yanma değerlerine yol açan özel yanma davranışlarını oluşturur. Söylenebilecek tek güvenli şey, katı yakıtların fosil yakıtlardan daha büyük partikül boyutlarına sahip olması ve sıvı ATY'nin her zaman daha düşük ısı veya daha yüksek kirletici içeriğine sahip olması nedeniyle AF'nin yakılmasının her zaman daha zor olduğudur.

ATY karışımlarının bazı tipik bileşenlerinin tutuşma ve yanma davranışı üzerine yapılan araştırmalar, boyut, şekil ve malzemeyle ilgili olarak, AF'nin tek tek parçalarının yanmasının birkaç dakikaya kadar sürebileceğini göstermiştir. (ZKG Dergisi 7/8, 2019)

Ön işleme ve birlikte işlemenin etkileşimi

Atık malzeme kaynağından çimento fırınında yakıt olarak nihai kullanımına kadar tüm işleme rutinine bakmak önemlidir. Bu zincirin tamamının en iyi ön işleme (pre-processing) ve birlikte işleme (co-processing) terimleriyle tanımlandığı görülmüştür. Ön işleme terimi, malzemenin fırına enjekte edilmesine kadar olan tüm hazırlık adımlarını tanımlar. Öte yandan birlikte işleme terimi, malzemenin klinker üretim sürecindeki enerji ve kütle entegrasyonunu kapsar.

Ön ve birlikte işleme arasındaki etkileşim hem maliyetleri hem de uygulanabilirliği etkilediğinden, ATY'yi çimento üretiminde başarılı bir şekilde kullanmak için hayati önem taşımaktadır. Ön işlemede yaygın olarak kullanılan bir yol, örneğin, yüksek kaliteli kalıntı türevi yakıt üretmek için sıralama ve boyut küçültmedir. Yüksek kaliteli ATY, ağırlıklı olarak hafif, kuru ve yüksek kalorifik değere sahip küçük parçacıklardan oluşabilir. Bu ATY, ortak işleme teknolojisine (fırın alev borusu veya kalsinatör) çok fazla teknolojik adaptasyon olmadan alev borusuna veya kalsinatöre enjekte edilebilir. Bu yol da ön işlemede yüksek çaba gerektirirken, birlikte işleme sürecinde çok fazla çaba gerektirmez.

Diğer uç nokta, sadece inert maddeyi ayırarak ön işleme için çok az çaba harcamak ve daha sonra bu düşük kaliteli ATY'yi düşük kaliteli ATY'yi bile verimli bir şekilde birlikte işleyebilen özel bir reaktörde kullanmak olacaktır.

Optimum ön işleme derinliği, sırasıyla ön işlemeden ortak işleme geçiş için ideal nokta, duruma özgü bir dizi etkiye bağlıdır, bunlardan en önemlileri de çimento fabrikasında mevcut olan atık işleme teknolojisi, mevcut ATY arzı ve ATY fiyatlandırmasıdır.

From a technical point of view, the chemical and physical properties of AF are much more relevant than those denominations. Looking at the ability of certain WDF to replace fossil fuels, we must accept one very basic understanding: None of the WDF components which are burnt in a cement kiln were created with the intention of being used as fuel. This means that their chemical, physical and particulate properties are far away from matching any specifications of materials that were created or treated to be fuel.

What is generally accepted for fossil fuels, namely the necessity to pre-process them to reach the required properties, varies heavily for fuel alternatives. While coal is being ground to very fine powder, WDF are sought to be burned in lumpy particles. While coals are being classified into internationally accepted categories as to their main combustion properties like ash-content, moisture, content of volatile matter and heat content, there (currently) is no way to generally classify these properties for the heterogeneous mixtures of material which make up WDF. Material (e.g. wood, plastics, textile, rubber, paper, glass, mineral etc.), size (small, medium or large), shape (flat, round, cylindrical, cubical etc.) and chemical properties all vary across their categories and form a unique combustion behavior, leading to very different ignition and burn-out values every time. The only constant is, that AF is always more challenging to burn because solid fuels come in bigger particle sizes than fossil fuels, liquid WDF always come with either lower heat or higher contaminant content.

Investigations of the ignition and combustion behavior of certain typical constituents of WDF mixes have shown that, depending on size, shape and material, individual pieces of AF can take up to several minutes to burn out. (ZKG Magazine 7/8, 2019)

Interaction of pre-processing and co-processing

It is important to look at the complete processing routine from the source of waste material all the way down to its final use as fuel in a cement kiln. The entirety of this chain has been found to be described best by the terms pre-processing and co-processing. Pre-processing defines all preparational steps until the injection of material into the kiln. Co-processing on the other hand cover the energy- and mass-integration of the material within the clinker production process.

The interaction between pre- and co-processing is vital to successfully use WDF in cement production, because both influence costs and applicability. A commonly used path in pre-processing is, for instance, sorting and size reduction to produce high-quality RDF. High-quality RDF may consist of mainly light weight, dry and small particles with high calorific value. This RDF can be injected into either the main burner or the calciner without much technological adaptation to the co-processing technology (kiln burner or calciner). This path requires a high effort in pre-processing, yet a low effort in co-processing.

The other extreme would be to invest only little effort into pre-processing by just sorting out the inert matter and then use this low-quality WDF in a special reactor which is able to efficiently co-process even low-quality WDF.

The optimal pre-processing depth, resp. the ideal point to switch from pre-processing to co-processing depends on a number of case-specific influences: available co-processing technology at the cement plant, available RDF supply, RDF pricing, to name just the most important ones.

Birçok çimento üreticisi, kullanılabilirlik, fiyat ve kaliteye bakıldığında ATY pazarlarının zamanla değiştiğini deneyimlemiştir. Çimento fabrikalarında, değişen kalitelerdeki çok sayıda farklı ATY'nin öngörülebilir ve süreklilik arz eden iyi sonuçlarla birlikte işlenmesine olanak tanıyan daha çok yönlü ve sağlam özel ekipmanlara yönelik bir eğilim söz konusudur. Günümüzde tüm büyük OEM ekipman tedarikçileri, özellikle düşük ön işlem seviyelerine sahip ATY kullanmayı amaçlayan ürünler ve teknolojiler sunmaktadır. İyi teknolojiler, AF'nin tam veya en azından yeterli yanmasını, temiz yanmasını, iyi yanma koşullarını ve uzun yakıt tutma süresini (retention time) sağlamak için operasyonel sorunları önleyen sağlam bir tasarım sunmalıdır.

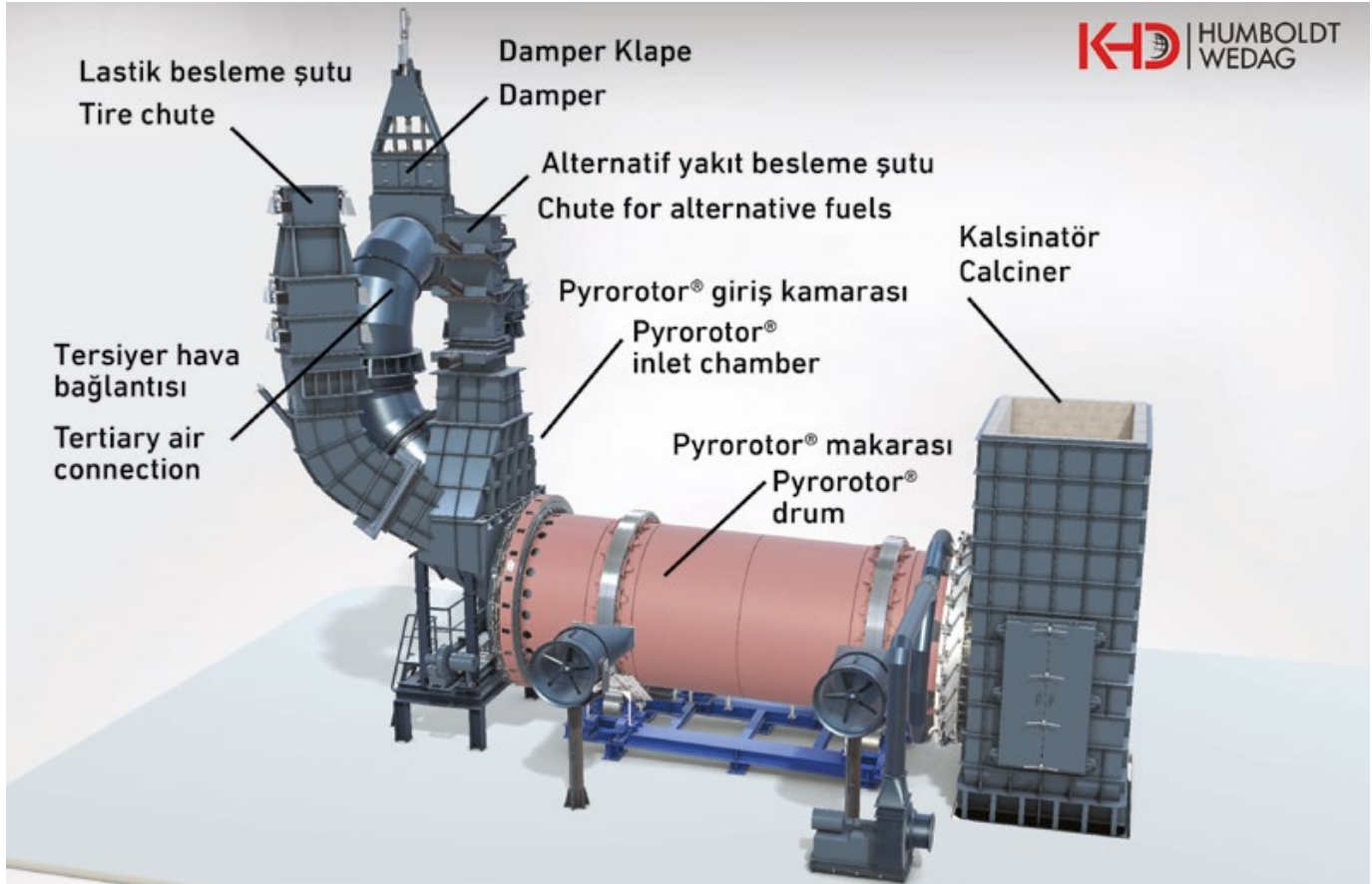
Pyrorotor® - en çok yönlü AF-reaktörü

KHD Pyrorotor®, düşük yanma özelliklerine sahip atık malzemeleri çimento üretim sürecinde yakıt olarak sürdürülebilir ve verimli bir şekilde kullanabilen döner bir yanma reaktörüdür.

Many cement producers have experienced that the markets for WDF do change over time when looking at availability, price and quality. There is a trend perceivable for more versatile and robust special equipment in cement plants, which allows a multitude of different WDF of changing qualities to be co-processed repeatedly with predictable, good results. All major OEM equipment-suppliers are nowadays offering products and technologies that are intended to especially use WDF with low pre-processing levels. Good technologies must offer a robust design that prevents operational problems and good combustion conditions and long fuel retention time to ensure complete or at least sufficient burn-out and clean combustion of AF.

Pyrorotor® - the most versatile AF-reactor

KHD's Pyrorotor® is a rotary combustion reactor that can use waste materials with inferior burning properties sustainably and efficiently as fuel in the cement production process.



Görsel 1: Pyrorotor®'a Genel Bakış

Picture1: Overview of Pyrorotor®

Çimento üretim sürecinde AF'nin birlikte işlenmesi için çözümler yelpazesinde Pyrorotor®, en düşük kaliteli AF için bile en yüksek termal ikame oranları (TSR) taleplerini karşılar. Görsel 2'de, KHD'nin AF kullanımına yönelik ürün serisi karşılaştırılmıştır. Pyrorotor®, işlenebilecek alternatif yakıt boyutu ve türleri açısından en yüksek esnekliği sunar. Bütün lastikler, lastik parçacıkları, kaba ve topaklı malzemeler, tutuşması zor malzemeler, hatta kontamine ve tehlikeli maddeler sürdürülebilir bir şekilde yanabilir. Kaynaklı AF'nin karmaşık ve pahalı ön işlenmesi önemli ölçüde en aza indirilebilir ve hatta tamamen önlenir.

Within the range of solutions for co-processing of AF in the cement production process, the Pyrorotor® covers the demands for highest thermal substitution rates (TSR), even for lowest-quality AF. Picture 2 compares KHD's product line-up for AF usage. The Pyrorotor® offers highest flexibility in regards of the size and types of alternative fuel that can be processed. Whole tires, tire chips, coarse and lumpy materials, hard-to-ignite materials, or even contaminated and hazardous materials can be combusted sustainably. Complex and expensive pre-processing of the sourced AF can be significantly minimized or even avoided entirely.

Typical Solutions - KHD Equipment For Alternative Fuel

	Pyrojet Kiln Burner	Pyroclon® R Calciner	Pyroclon® R with Pyroincinerator	Pyroclon® R with Combustion Chamber	Pyroclon® R with Pyrorotor®
	Amount of Processing Depth				Amount of Alternative Fuel
Waste oil / Animal meal / Sewage sludge	✓	✓	✓	✓	✓
Biomass	max. 2×1×1 mm (3D)	max. 5×5×2 mm (3D)	max. 20×20×5 mm (3D)	max. 40×40×10 mm (3D)	max. 100×100×15 mm (3D)
Plastics	max. 2×1×1 mm (3D)	max. 5×5×2 mm (3D)	max. 20×20×5 mm (3D)	max. 40×40×10 mm (3D)	max. 300×100×100 mm (3D)
RDF / Fluff	max. 10×10 mm (2D)	max. 30×30 mm (2D)	max. 70×70 mm (2D)	max. 100×100 mm (2D)	max. 300×300 mm (2D)
Tire Chips	×	max. 40×40×25 mm (3D)	max. 50×50×25 mm (3D)	max. 70×70×25 mm (3D)	max. 300×300×25 mm (3D)
Whole Tires	×	×	×	×	✓

Görsel 2: Bir fırın alev borusunda ve farklı Pyroclon® Kalsinatör eklentilerinde kullanılacak tipik AFR'nin basitleştirilmiş sınıflandırması ve gereksinimleri

Picture 2: Simplified classification and requirements of typical AFR to be used in a kiln burner and different Pyroclon® calciner add-ons

Bir Pyrorotor® yeni bir üretim hattına kurulabilir veya mevcut bir üretim hattına kolayca uyarlanabilir, çünkü Pyrorotor® mevcut ön ısıtıcı kulesinde yer gerektirmez, ayrıca bu kuleye ek yük eklemeyiz. Pyrorotor®'un mekanik konsepti, çimento endüstrisinde yüzyıllardır bilinen ve güvenilen en sağlam ekipman olan döner fırına dayanmaktadır.

Döner tambur, AFR'nin sıcak tersiyer hava ile yoğun bir şekilde karıştırılmasına ve kullanılan atık malzemelerin tamamen yanmasını sağlamak için uzun tutma süresine (retention time) olanak tanır. Aynı zamanda, sürekli hareket birikmeleri ve tıkanmayı önler. Tüm mekanik parçalar yüzlerce fırın kurulumunda denenmiş ve doğrulanmıştır. Döner tambur, iki istasyon üzerinde güvenli bir şekilde desteklenir ve dengelenir. Tamburun dönmesi için gereken tork, iki sürtünme tahrikli gale tarafından sağlanır. Kurulu tahrikler, çok çeşitli yük ve dönüş gereksinimleri için hazırlanacak büyük bir tork rezervi sunar.

Tambur dönüş hızı, tutma süresini belirli malzemenin ihtiyaçlarına uyarlamak için 0.3 rpm ile 3.0 rpm aralığında ayarlanabilir. AFR, kaçak havanın sisteme girmesini önlemek için döner hava kilitleri veya çift pandüllü klapeleler gibi önleyici sistemler yoluyla Pyrorotor®'a beslenir.

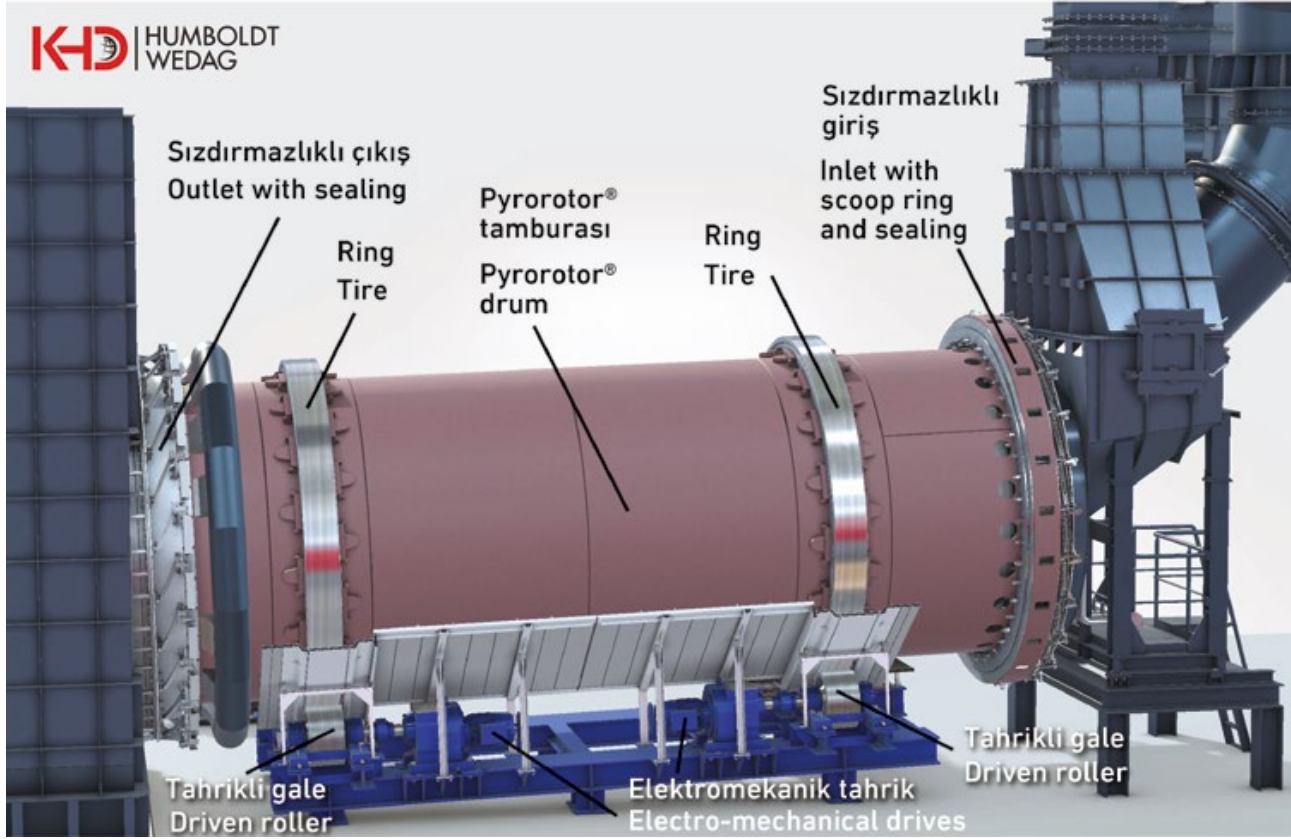
The Pyrorotor® can be installed in a new production line or easily retrofitted to an existing one because it neither requires space in the existing preheater tower, nor does it add additional load to it. The mechanical concept of the Pyrorotor® has been based on the most robust equipment known and trusted in the cement industry for centuries: the rotary kiln.

The rotating drum allows intense mixing of the AF with hot tertiary air, as well as long retention time to ensure complete burn-out of the used waste materials. At the same time, the constant movement avoids build-ups and clogging. All mechanical parts have been tried and tested in hundreds of kiln installations. The rotary tube is safely supported and balanced on two roller stations. The required torque for the rotation of the drum is induced by two friction-driven rollers. The installed drives offer a large reserve of torque and were engineered to repeatedly handle a wide and varying range of loads and rotation requirements.

The rotational speed of the drum can be adjusted in the range of 0.3 rpm to 3.0 rpm to adapt the retention time to the needs of the specific material. AFR is fed into the Pyrorotor® via sluice systems like rotary airlocks or double pendulum flaps to prevent false air from entering the system.

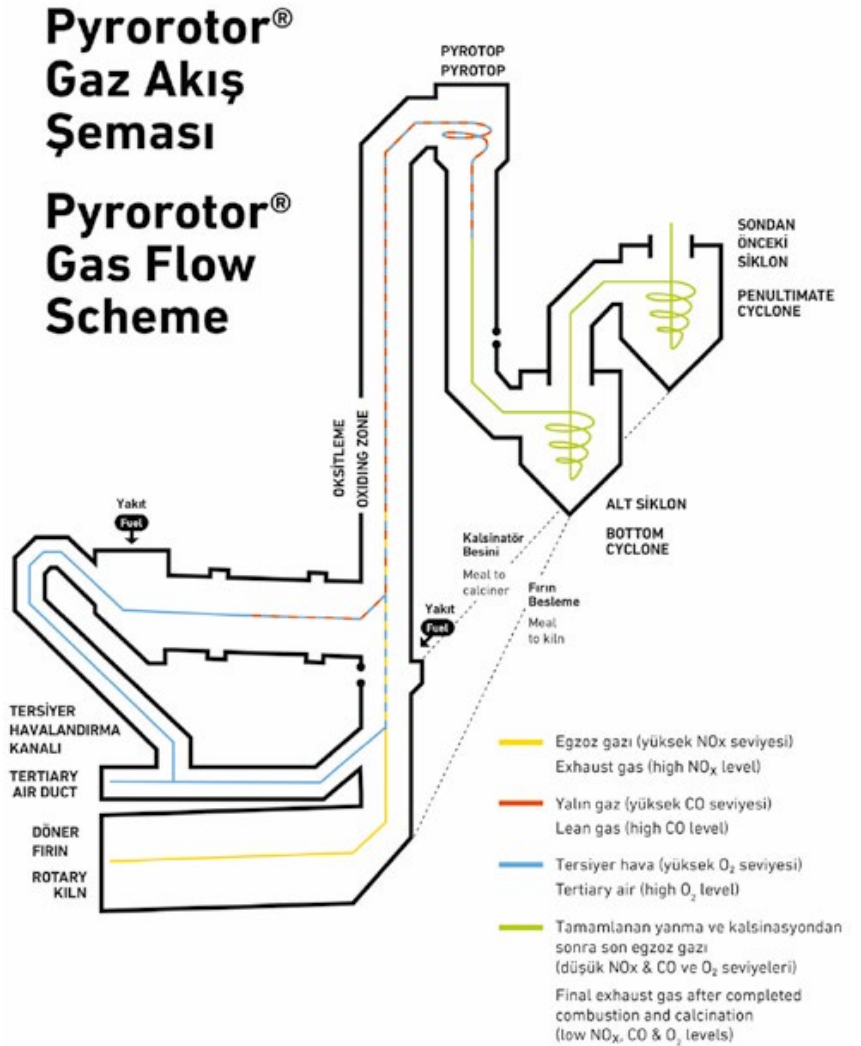
Görsel 3: Pyrorotor® bileşenleri

Picture 3: Pyrorotor® components



Görsel 4, döner fırın ve kalsinatör arasında yerleştirilen Pyrorotor®'u gösteren bir gaz akış şemasıdır. Tersiyer havanın kontrollü bir kısmı, Pyrorotor®'a gereken sıcak hava akışını sağlamak için kollara ayrılır. Yakıt türüne ve arzu edilen yanmaya bağlı olarak, Pyrorotor® içindeki yanma işlemi değişen lambda seviyeleri ile çalıştırılabilir, böylece enerji tasarruflu ve azaltılmış emisyon optimize edilmiş yanma için belirgin bir yanma prosesi elde edilebilir. Dönen tamburun içinde yeterli tutma süresinden sonra, küller doğrudan fırın giriş beslemesinin bir parçasını oluşturdukları fırın yükseltici kanalına (riser duct) bırakılır. Yanma çıkış gazları ve sürüklenen küçük yakıt parçacıkları, normal kalsinatörde ikinci bir yanma aşaması oluşturmak için dönen tamburdan ayrılır. Geniş bir lambda aralığında çalıştırılabilen bu aşamalı konsept, enerji verimliliğini ve NO_x azaltımını büyük ölçüde kolaylaştırır.

Picture 4 is a gas flow sheet that depicts the Pyrorotor® positioned between the rotary kiln and the calciner. A controlled portion of tertiary air is branched off to provide the required flow of hot air to the Pyrorotor. Depending on type of fuel and any desirable combustion, the combustion process inside Pyrorotor® can be operated with varying lambda-levels, so that also a pronounced pyrolysis can be achieved for energy-efficient and reduced emission-optimized combustion. After sufficient retention time inside the rotating drum, the ashes are dropped directly into the kiln riser duct, where they form part of the kiln inlet feed. Combustion off-gases and entrained small fuel particles leave the rotating drum to create a second stage of combustion in the regular calciner. This staged concept, which can be operated within a wide range of lambda numbers, greatly facilitates energy efficiency and NO_x reduction.



Görsel 4: Pyrorotor® gaz akış şeması

Picture 4: Pyrorotor® gas flow scheme

Referanslar

2017'deki ilk kurulumundan bu yana, bugüne kadar toplam on Pyrorotor® kuruldu. Görsel 5'te, kurulu bir Pyrorotor®'u ve gerçekleştirilmiş bir kapasite artış projesinde elde edilen performans değerleri tablosu yer almaktadır. Kalsinatörün toplam TSR'si %98 olarak gerçekleşmiş ve ek olarak fosil yakıtın yalnızca küçük bir kısmı kalmıştır. Bu Pyrorotor®'da, 3D olarak 300 mm'ye kadar kenar uzunluğuna sahip ham RDF yakılır.

Görsel 6'da, mevcut bir ön ısıtıcı kule yapısında bir Pyrorotor®'un tipik bir yerleşim düzenlemesi görülmektedir. Pyrorotor® doğrudan döner fırına paralel olarak yerleştirildiğinden, mevcut bir tesiste Pyrorotor®'un kurulumu için neredeyse hiçbir sınırlama yoktur. Mevcut ön ısıtıcı kulesinde yer olmasına veya buna ek yük eklenmesine gerek yoktur. Tersiyer hava kanalı ve malzeme beslemesi için tüm bağlantılar serbestçe yerleştirilebilir. Bu tarihe kadar, Pyrorotor® halihazırda çeşitli üreticilerin farklı tipte kalsinatörlerine uyarlanmıştır. Aynı zamanda bir kalsinatör modifikasyonu ile birleştirildiğinde daha da büyük bir fayda sağlayabilir. Böylece %85'in üzerindeki TSR seviyeleri ile birlikte üretim artışı ve emisyon azaltımı sağlanabilir.

References

Since its first installation in 2017, to this date a total of eleven Pyrorotor® have been sold. Picture 5 shows an installed Pyrorotor® and a table of achieved performance values in a realized upgrade project in Europe. The total TSR of the calciner is 98% with only a little portion of fossil fuel remaining as backup. Coarse WDF with up to 300mm edge length in 3D is burned in this Pyrorotor®.

Picture 6 shows a typical retrofit arrangement of a Pyrorotor® in an existing preheater tower structure. As the Pyrorotor® is placed directly over and parallel to the rotary kiln, there is almost no limitation for retrofitting a Pyrorotor® in an existing plant. There is no need to have space in the existing preheater tower or to add additional load to it. All connections for the tertiary air duct and the material feed can be placed freely. To this date, Pyrorotor® has been retrofitted to different types of calciners from various suppliers already and can produce an even bigger benefit, if combined with a calciner modification at the same time. Production increase and emissions reduction can then be achieved alongside TSR levels above 85%.

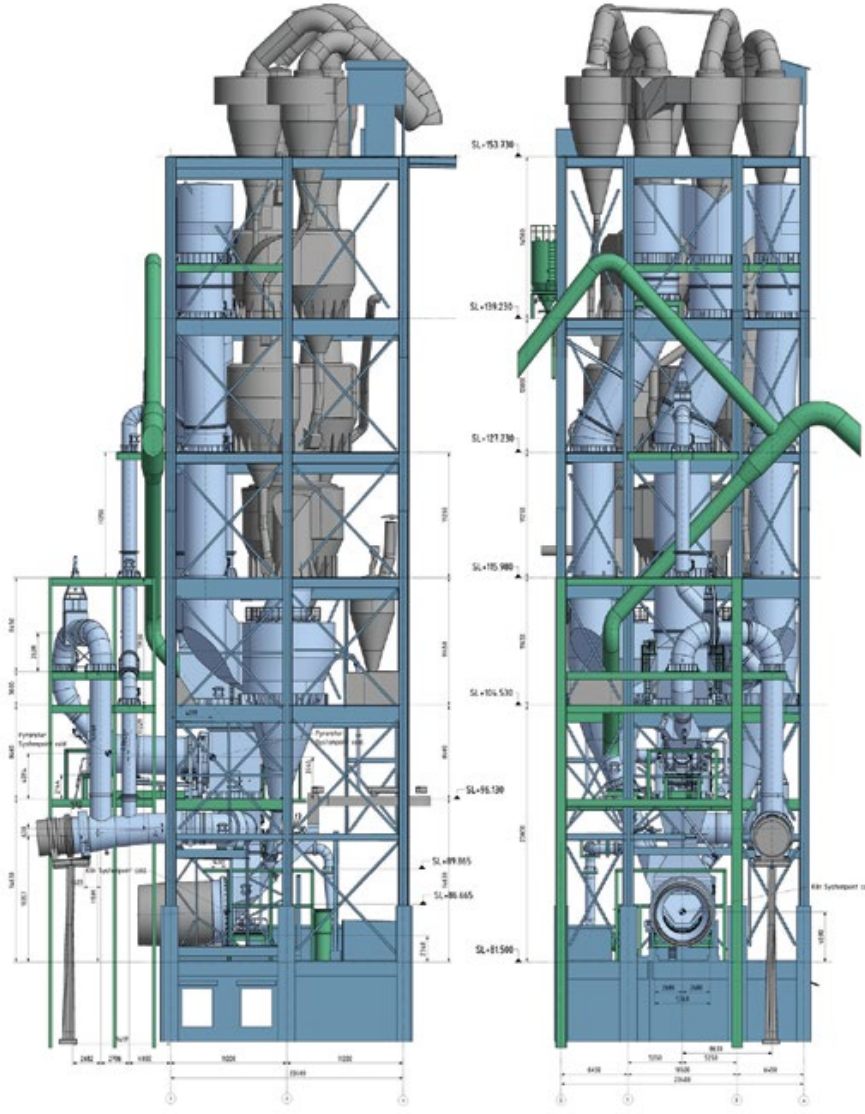
Gerçekleşen Değerler Realized Figures

Termal İkame Alternatif Yakıt Thermal Substitution Alternative Fuel	> %98
Alternatif Yakıtın Kütle Akışı Mass Flow Of Alternative Fuel	~ 12 t/s
Alternatif Yakıtın Fiziksel Özellikleri Physical Properties Of Alternative Fuel	3B Malzeme @ 300mm
Pyrorotor hızı® Speed of Pyrorotor®	0,8 rpm
Pyrorotor® Girişinde Sıcaklık Temperature At Pyrorotor® Inlet	850°C - 950°C
Pyrorotor® Çıkışında Sıcaklık Temperature At Pyrorotor® Outlet	~ 1100°C



Görsel 5: Pyrorotor® kurulum ve çalışma değerleri

Picture 5: Pyrorotor® installation and operating values



Görsel 6: Pyrorotor®'un mevcut bir ön ısıtma kulesi yapısına uygulanması

Picture 6: implementation of a Pyrorotor® into an existing preheater tower structure

Özet

Pyrorotor®'un çok yönlülüğü ve sağlamlığı çimento endüstrisinde benzersizdir ve diğer AF kullanım sistemlerinden daha iyi performans gösterir. Uzun tutma süresi ve sabit AF ve sıcak tersiyer hava karışımının kombinasyonu sayesinde mümkün olan en yüksek TSR değerleri elde edilebilir. Bu koşullar bir araya geldiğinde, herhangi bir yakıtın tamamen yakılmasını sağlar ve neredeyse her türlü hazırlanmamış atık malzemenin kullanılmasına izin verir. Geniş lambda değer aralığı sayesinde, gazlaştırma, yüksek verimli bir termal dönüşüm ve aynı zamanda NO_x azaltımı için yoğunlaştırılabilir.

Pyrorotor®, hem ekonomik hem de ekolojik olarak sürdürülebilir bir geleceğe yapılan tek seferlik bir yatırımdır. Bir çimento fabrikasını tekrar tekrar modifiye etmeye gerek kalmadan, bugün veya gelecekte mevcut olabilecek herhangi bir atıktan türetilmiş yakıtın alternatif yakıt seçeneği olarak kullanılmasını sağlar. Ayrıca, bir Pyrorotor®, atıkları çimentoya dönüştürdüğü için çimento ve klinker üretiminin ekolojik ayak izini azaltırken aynı zamanda NO_x emisyonlarını da azaltır. Pyrorotor®, KHD'nin temsil ettiği şeyi temsil eder: hem sürdürülebilir ve uygun maliyetli bir çimento üretimi hem de daha temiz bir çevreyi mümkün kılan teknolojiler.

Summary

The versatility and robustness of the Pyrorotor® are unique in the cement industry and outperform similar AF utilization systems. Highest TSR can be achieved thanks to the combination of long retention time and constant mixture of AF and hot tertiary air. Combined, these conditions ensure a complete burn-out of any fuel and allow the use of almost any type of unprepared waste material. Due to its wide range of lambda-value operability, the gasification can be intensified for a highly-efficient thermal conversion and NO_x reduction at the same time.

The Pyrorotor® is a one-time investment into a sustainable future, both economically as well as ecologically. It enables the use of any waste derived fuel, available today or maybe in the future, as alternative fuel option without the need to repeatedly modify a cement plant. Moreover, a Pyrorotor® reduces the ecological footprint of cement and clinker production because it transforms waste into cement, while also reducing NO_x emissions at the same time. Pyrorotor® represents best what KHD stands for: technologies that enable both, a cost-efficient cement production, and a cleaner environment.