



Boya ve Kaplama Endüstrileri: Trend, İnovasyon ve Yeni Teknolojiler

Paint & Coating Industries: Trends, Innovations and New Technologies

1.2.3 Melez Teknolojili Boyalar/Kaplama (Hybrid Coatings)

Boya/kaplama uzmanlarının laboratuvarında uzun yıllar çalışmaları sonucunda, birden fazla iki boya/kaplama teknolojisinin kimyasal olarak birleştirilmesi ile oluşturulan, bir nevi melez/hibrit bir boya/kaplama yaratmasına Melez Teknolojili Boyalar/Kaplama (Hybrid Coatings) denmektedir. Son yıllarda bu konuda öne çıkan teknolojiler şunlardır:

1.2.3.1 Poliüre (ing. Polyurea)

Bu teknolojik sınıftaki boya&kaplama ürünleri, 2K Poliüretan sertleştiricisi de olarak bilinen farklı yapıdaki polimerik izosiyanat bileşeni ile, özellikle kimyasal dayanımlı Epoksilerde karşılaşılan farklı Amin polimerik bileşeninin, kimyasal olarak tepkimeye girmesi sonucu ortaya çıkmaktadır.

Resim 1: Polyurea teknolojisine sahip boya ve kaplamaların sembolik kimyasal oluşumu

Özellikle, çok yüksek kalınlıklarda ve çok hızlı şekilde uygulanabilmesi (birkaç yüz mikron ila binlerce mikron arasında olabilir), çok hızlı kuruyup kürlenebilmesi (dakikalar, hatta saniyeler içerisinde), yüksek kimyasal direnci, korozyon ile birlikte darbe dayanımları ve rakiplerine göre daha iyi esneklik (elastomerik) göstermeleri, öne çıkan özelliklerinden bazılarıdır. Atık su havuzları, kimyasal tank zeminleri, taşma havuzları, yeraltı ve yerüstü boru hatları ve çatı kaplamaları, kullanım alanlarından bazılarıdır.

1.2.3.2 Poliaspartik (ing. Polyaspartic)

Bu teknoloji Polyaspartik Üretan (pas) olarak da literatürde bilinmektedir. Aslında bu teknoloji alifatik Polyurea teknolojisi temel alınarak ve poliaspartik ester ile üretan kimyasal gruplarının tepkimeye girmesi ile oluşturulan yeni bir melez teknolojidir.

1.2,3 Hybrid Paints and Coatings

After long years of studies of paint/coating specialist in the research labs, a new class of paints/coatings are formulated by chemical bonding of more than two paint / coating technologies which is broadly known as hybrid paints/coatings. The technologies stand out in recent years are:

1.2.3.1 Polyurea

Paint & coating products of this technological class are produced by the reaction of the polymeric isocyanate component -which is also known as 2K polyurethane paint hardeners- with the amine polymeric compounds encountered in chemical resistant epoxy paints/coatings.

Figure 1: Symbolic representation of chemical formation of Polyurea generic type paints/coatings

In particular, some of the prominent features are applicability in very high thicknesses and very quickly (It can be between several hundred microns to thousands of microns). Very fast drying and curing feature (within minutes, even seconds!), high chemical resistance, impact resistance along with corrosion and better elasticity compared to competitors. Waste-water pools, chemical tank floors, overflow pools, underground and aboveground pipelines and roof coverings are some of the areas of application.

1.2.3.2 Polyaspartic

This technology is also known in the literature as Polyaspartic Urethane (PAS). In fact, this technology is based on Aliphatic Polyurea technology and is a new hybrid technology, which is formed by reaction of Polyaspartic-esters with Urethane chemical groups.

Resim 2: Poliaspartik teknolojisine sahip boya ve kaplamaların sembolik kimyasal oluşumu

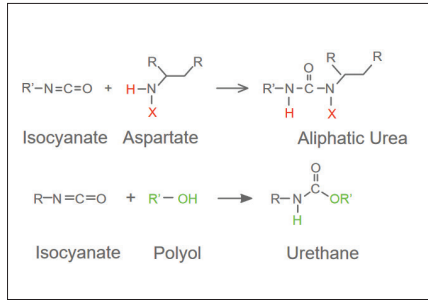


Figure 2: Symbolic chemical formation of paints/coatings that has Polyaspartic technology

Bu teknolojiye sahip boyalar sahip oldukları hem korozyon dayanımı hem de parlaklık ve renk dayanımı sayesinde, normalde 3 katta sağlanabilen atmosferik koruma -1 kat daha az boya/kaplama kullanılarak- sadece 2 katta tamamlanabilmektedir. (3 kat -> 2 kat)

Because of Polyaspartic type paints, just 2 coats of paint may be adequate instead of 3 coats normally needed (1 coat less paint / coating in the painting system) to provide the same level of corrosion, color and gloss resistance in the same atmospheric service conditions. (3 coats -> 2 coats)

Resim 3: Poliaspartik teknoloji sayesinde 3 kat yerine 2 kat ile aynı koruma performansının yakalanması.

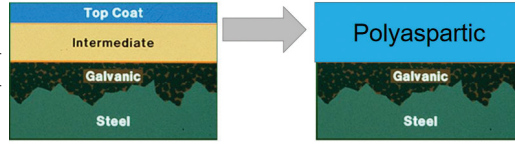


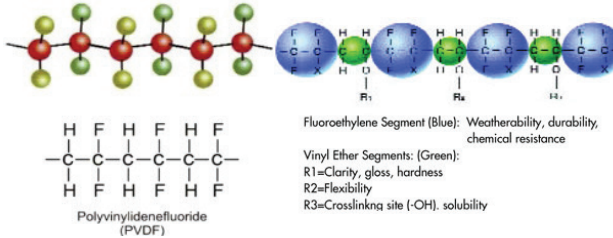
Figure 3: The same protection performance with 2 layers instead of 3 layers thanks to Polyaspartic technology

Poliaspartik teknolojisine sahip boyalar/kaplamalar sayesinde, daha az malzeme kullanımı kullanılmakta ve -buna bağlı olarak- daha az işçilik ve düşük solvent emisyonu gibi avantajlar sağlanabilmektedir.

Thanks to the paints / coatings with Polyaspartic technology, less material usage is used -and because of this- advantages such as less labor and lower solvent emissions can be provided.

1.2.3.3 Floropolimer (ing. Fluoropolymer)

Florlu polimerler ile üretim gruplarının kimyasal olarak tepkimeye sokulması sayesinde ortaya çıkarılan bu teknolojidir. Polyvinylidene fluoride (PVDF) ve fluoroethylene vinyl ether (FEVE) teknolojileri günümüzde öne çıkan Floropolimer boya ve kaplama teknolojileridir. Hem yaş hem toz boya için bu teknolojiye sahip ürünler mevcuttur.



1.2.3.3 Fluoropolymer

This technology is the result of chemically reacting the fluorinated polymers with the urethane groups. Polyvinylidene fluoride (PVDF) and Fluoroethylene-vinyl-ether (FEVE) technologies are the most outstanding Fluoropolymer paint and coating technologies. Products with this technology are available for both wet and powder coating.

Resim 4: PVDF ve FEVE gibi poliaspartik teknolojisine sahip boya ve kaplamaların kimyasal yapısı.

Yüksek parlaklık ve yüksek renk dayanımı ile öne çıkan bir teknolojidir. Bu nedenle, uzun yıllar (20-25, hatta 30 yıl üstü) ciddi bakım gerektirmeden estetik koruması istenen prestijli yapılar için idealdir.

Figure 4: Chemical structure of coatings and coatings with Polyaspartic technologies such as PVDF and FEVE.

This technology stands out with high gloss and high color retention features. Therefore, it is ideal for aesthetic protection of prestigious structures for that do not require any major maintenance for many years (20-25 or even over 30 years).

1.2.3.4 Polisisloksan (ing. Polysiloxane)

Silikon bazlı iskelet kimyasal yapı (inorganik bileşen) ile Alkit, Akrilik veya Epoksi boyalarda kullanılan organik kimyasal grupların tepkimeye girmesi sonucu. Inorganik-organik hibrit polisisloksan teknolojisi ortaya çıkarılmıştır.

1.2.3.4 Polysiloxane

By the reaction of silicon based skeleton chemical structure (inorganic component) with organic chemical groups used in alkyd, acrylic and epoxy paints, this inorganic-organic hybrid Polysiloxane technology has been brought to light.

Resim 5: Polisisloksan teknolojisine sahip boya ve kaplamaların kimyasal yapısı.

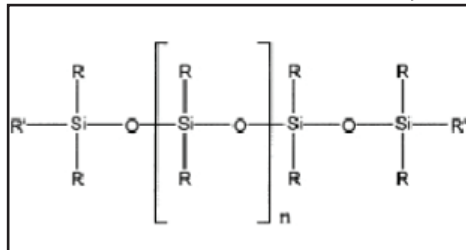
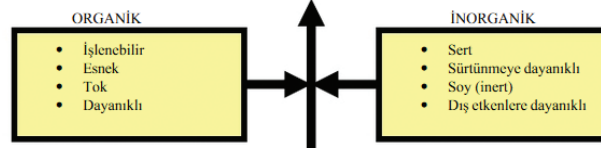


Figure 5: Chemical structure of coatings and coatings with Polysiloxane technology.

The purpose herein is to provide more resistance to outdoor exposure with silicon groups

Buradaki amaç, hem silikon gruplarının dış etkenlere dayanıklılığı, hem de organik kısmında kullanılan kimyasal

gruplar sayesinde esneklik, korozyon ve kimyasal dayanımı gibi özellikler, formüle edilen boya/kaplama ürünlere birlikte kazandırmaktadır.



Resim 6: Organik ve inorganik kısımlarının Polisiloksan teknolojisine katkıları.

and flexibility, corrosion and chemical resistance with the help of ORGANIC groups in the formulation of this type of paints-coatings.

Figure 6: The contributions of organic and inorganic parts of this Polysiloxane technology.

Ayrıca, bu teknoloji ile boya/kaplama kat sayısı ve toplam film kalınlıkları, dolayısıyla işçilik ve malzeme sarfiyatı azaldığı bilinen bir gerçektir:

Also, it is a well-known fact that the decrease in layer number and total film thicknesses yields to a noticeable labor and material costs decrease:

Resim 7: Polisiloksan boyaların geleneksel boya sistemine göre 1 kat boya tasarrufu sağlamaktadır. Polisiloksan teknolojisi ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye bu makalenin sonundaki kaynakça bölümünden ulaşabilirsiniz.

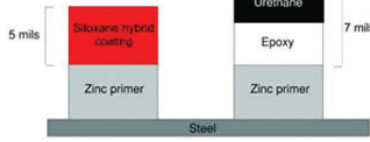


Figure 7: Polysiloxane paints provide 1 coat of paint saving in comparison with conventional paint system. For more information about the Polysiloxane technology, you can visit the link at the end of this article.

1.2.3.5 İnce-Film Kaplama Teknolojisi

Nanometre (metrenin milyarda biri, 1×10^{-9} m) ile mikrometre (1×10^{-6} m) kalınlıklarında olabilen boya veya kaplama filmlerine literatürde İnce Film (ing. Thin film) denilmektedir. Bu teknolojiye sahip boya/kaplama malzemeleri sol-jel teknolojisi gibi nanoteknolojik üretim teknolojileri ile üretilmektedir.

1.2.3.5 Thin-Film Technology

Paint and coating films having between nanometer (one billionth of a meter, 1×10^{-9} m) to micrometer (one millionth of a meter, 1×10^{-6} m) in thickness are known in literature as thin film. Paints/coatings possessing this technology are being produced via nanotechnological manufacturing techniques like Sol-gel technology.

Resim 8: SOL-GEL teknolojisi nedir? Ürünleri nelerdir?

Figure 8: What is SOL-GEL technology? What are the products?

Ana kullanım alanları ise; optik, elektrik, pil/batarya veya Fotovoltaik endüstrileri olabileceği gibi, uygulama yöntemleri de Fiziksel Buhar Biriktirme (İng. Physical Vapor Deposition) veya Kimyasal Buhar Biriktirme (İng. Chemical Vapor Deposition) gibi farklı uygulama teknolojileri içermektedir. Bu teknolojinin en büyük farkı, nihai ürün film kalınlığı genelde nanometreler (nm) ile ölçülmekte ve sonuç olarak bildiğimiz boya ve kaplamalardan çok daha ince olmaktadır (300 nm – 10 mikron) .

Main application areas are; optics, electric, batteries or photovoltaic industries where they can be applied via specialized techniques i.e. Physical Vapor Deposition or Chemical Vapor Deposition. The biggest difference in this technology is the resultant film thickness is the ultra-thin film thicknesses ranging from 300 nm – 10 microns which are much thinner than conventional paints and coatings commonly known.

1.2.3.6 Silikat Mineral Boyalar

Özellikle İnşaat sektörünü ilgilendiren bu teknoloji, bağlayıcı olarak Silikat minerallerini içeren bir boya teknolojisidir. İçerdiği mineraller ve silikat sayesinde Beton yüzeylere kimyasal olarak bağlanır. Bu nedenle, diğer beton boyaların yüzeysel yapışmasına ilave olarak, beton yüzeyine nüfuz ederek çok güçlü olarak Beton yüzeylere bağlanabilmektedir.

1.2.3.6 Mineral Paints

Particularly related to the construction sector, this technology is a paint technology that contains Silicate minerals as binders. Thanks to its minerals and silicate, it is chemically bonded to concrete surfaces. Therefore, in addition to the superficial adhesion of other concrete paints, it can be bonded to concrete surfaces by penetrating the concrete surface.

Resim 9: Silikat mineral boyaların mikroskopik görüntüsü

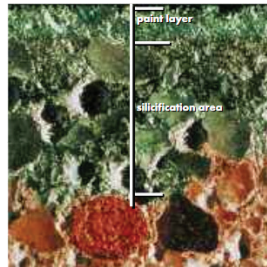


Figure 9: Microscopic view of Silicate Mineral paints.

Yüksek nefes alabilme yeteneği ve kimyasal direnci sayesinde, diğer geleneksel boyalardan daha iyi bir yapışma ve dış etkenlere karşı (Güneş, yağmur vb.) çok daha iyi koruma sağlar (asit yağmurlarına bile dayanabilir). Zehirli olmayan yapısı ile de çevrecidir. Bu teknoloji, doğru bir formülasyon ile yangın geciktirici (ing. fire retardent) sektöründe de kullanılabilir.

2. Cihaz, Ölçü ve Ekipmanlar

Boya ve kaplama teknolojileri içinde belki de en çarpıcı gelişmeler yüzey hazırlığı araç-gereçleri, boya/kaplama uygulama ekipmanları, enspeksiyon cihazları ve laboratuvar test enstrümanları alanlarında gerçekleşmiştir. Bunlara sırayla yakından bakalım:

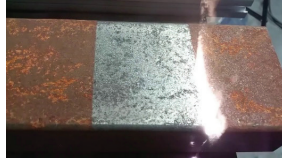
2.1 Yüzey Hazırlığı Araç Gereçleri - Yeni Teknolojiler

Boya ve kaplama uygulama projelerinde en yoğun zaman, işçilik ve sarf malzemesi genellikle yüzey hazırlığı işlemleri sırasında gerekmektedir. Bu nedenle, zaman, işçilik ve sarf malzemesi tasarrufu ile beraberinde iş güvenliği ve daha çevreci teknolojiler sürekli geliştirilmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır.

2.1.2 Lazer ile Yüzeyi Temizleme

Kaynak, delme ve kesme işlemlerinde lazer teknolojisi çok uzun yıllardık bilinmesine karşın, lazer yüzey temizleme nispeten yeni ve niş bir teknoloji olarak son yıllarda piyasaya sürülmüştür. Endüstriyel boya ve kaplama sektörüne adaptasyonu, özellikle organik malzemeleri yüzeyden kaldırmadaki başarısı kanıtlandıktan sonra, gitgide hızlanmaktadır.

Resim 10: Lazer teknolojisini kullanan yüzey temizleyici ekipman.



Bu teknolojinin başlıca avantajları; temassız ve aşındırıcı madde kullanmaması ve atıkları ciddi olarak azaltılması olarak sayılabilir. Netice olarak, yüzey temizliği ve hazırlığı işlemleri için daha çevreci ve daha güvenli bir teknolojidir.

2.1.3 Kumlama Kalitesine Yakın Yüzeyi Temizleyen Motorlu Cihazlar

Boya ve kaplama endüstrisinde kullanılan taş ve zımpara gibi yüzey temizliği yapan aletler, aşındırıcı kumlamanın çok uzağında vasat bir temizlik kalitesi sunmaktadır. Ancak son yıllarda geliştirilen motorlu cihazlar, kumlamaya yakın hatta neredeyse muadil teknolojiler ile piyasaya sürülmektedir. Bunlardan belki de en önemlisi İngilizcede fırçalı raspalama (ing. Bristle Blaster) olarak bilinen bir teknoloji ile, yüzeyi özel tasarlanmış ve gerginleştirilmiş metalik fırça telleri ile dikey doğrultuda dönerek döverek, hem yüzeyi neredeyse sa3 kumlama temizliği seviyesine yakın temizlemekte, hem de yüzeyde boya/kaplama malzemesinin gerektirdiği kadar pürüzlendirebilmektedir.

Thanks to its high breathability and chemical resistance, it provides better adhesion than other conventional paints and much better protection against external factors (sun, rain, etc.). (It can withstand acid rain.) It is environmentally friendly with its non-toxic structure. This technology can also be used in the Fire-Retardant sector with an accurate formulation.

2. Devices and Equipment

Perhaps the most striking developments in paint and coating technologies were the surface preparation tools, paint / coating application equipment, inspection gages and laboratory test instruments. Let's take a closer look at these:

2.1 Surface Preparation Tools – New Technologies

In paint and coating applications projects in the intensive time, labor and supplies are usually required during surface preparation operations. For this reason, time, labor and consumable savings as well as occupational safety and greener technologies are constantly being developed. Following are some of the example:

2.1.2 Surface Cleaning by Laser

Although laser technology has been known for many years in welding, drilling and cutting processes, laser surface cleaning has been launched in recent years as a relatively new and niche technology. The adaptation to the industrial paint and coating industry is accelerating, especially after the successful removal of the organic materials has been proven at large majority.

Figure 10: Surface cleaning equipment using laser technology.



The main advantages of this technology are; contactless surface preparation without abrasives, thereby reducing the wastes considerably. As a result, laser surface preparation technology stands out as a more environmentally-friendly and safer method for surface cleaning and preparation process.

2.1.3 Near Abrasive Blasting Cleaning by Power Tools

Surface cleaning tools such as grinding and sanding used in the Paint and Coating industry offer a mediocre cleaning quality far from abrasive blasting. However, the motorized power tools developed in recent years have been started to be launched on the market with almost equivalent outcomes in comparison with abrasive blasting. One of the most important of these is the technique known as Bristle Blaster, using the specially designed and tensioned metallic brush wires to rotate in the vertical direction, clean the surface almost close to the SA3 abrasive blasting level and also roughen the surface as required for the paint / coating before application.

Resim 11: Metalik fırçalı tellere sahip motorlu patentli cihaz ile metal yüzeyleri temizleme.



Figure 11: Cleaning metal surfaces with motorized patented device with metallic brushed wires

Böylelikle, herhangi bir aşındırıcı kullanmadan, metalik yüzeylerde aşındırıcı kumlama temizliğine yakın ve ciddi miktarda (100 mikron ve üstü) pürüzlü bir yüzey elde edilebilmektedir.

In this way, a rough surface (100 microns and over) can be obtained close to abrasive blasting cleaning on metallic surfaces without using any abrasive.

2.1.4 Robotik Sistemler

Hem aşındırıcı kumlama hem de su ile yapılan (su jeti ve sulu kumlama gibi) ile yüzey hazırlığı ve temizliği işlemleri için geliştirilen bu robot teknolojisi sayesinde, bu işlemleri manuel olarak yapmanın bazı handikapları ortadan kaldırılarak şu avantajlar kazandırılmış:

- Sensörler ve çok-eksenli robotlar sayesinde, karmaşık/grift parçaların tamamıyla dijital haritasının çıkarılması; bu şekilde parça üzerinde yüzey temizliği/hazırlığı bir bölge kalmaması
- Yine sensörler ve çok-eksenli robotlar sayesinde, daha optimal yüzey pürüzlülüğü; buna bağlı olarak daha az su ve/veya aşındırıcı sarfiyatı
- Ortamda çalışan operatöre ihtiyaç olacağı için (sadece robotik sistemi izleyecek ve gerektiğinde touchup/rötuş yapacak) için, iş sağlığı ve işçi güvenliği riskleri minimize edilmesi

2.1.4 Robotic Systems

Thanks to this robotic systems technology developed for surface preparation and cleaning processes with both abrasive sandblasting and water (such as water jetting and water blasting), those handicaps of manual removal have been eliminated and the following advantages have been achieved:

- Complete digital mapping of complex / grifting parts with sensors and multi-axis robots; thereby no surfaces left without surface cleaning / preparation on any part of the material in concern.
- Thanks to sensors and multi-axis robots, more optimal surface roughness; thereby less water and / or abrasive consumption
- Minimization of occupational health and safety risks due to less need of operators in the environment (only for monitoring the robotic system and touch-ups if necessary).

Ayrıca, robotik kumlama sistemleri kullanılarak, özellikle çok tekrarlı ve seri imalata yakın işlerde büyük malzeme ve işçilik kazançları elde edilebilir.

In addition, by using Robotic Surface Preparation and Blasting Systems, large material and labor gains can be gained especially in repeating and close to mass production jobs.

Resim 12: Robotik sistemler ile otomatik yüzey temizliği



Figure 12: Automatic Surface Cleaning with Robotic Systems

2.2 Boya/Kaplama Uygulamaları - Yeni Teknolojiler

2.2.1 Elektronik Oranlayıcı Püskürtme Sistemleri

Modern Endüstriyel Boya/Kaplama Kimyasal ürünlerinin çoğu 2 bileşenlidir. Yani, bir bileşen/teneke reçine, binder içerirken, diğer bileşen/teneke sertleştirici ve diğer katkı maddelerini içerecektir.

2.2 Paint/Coating Applications – New Technologies

2.2.1 Spray Systems with Electronic Proportioner

Most of the modern Industrial Paint / Coating chemical products are 2-component. That is, one can may include a component consisting of resin or binders, while other component may contain hardener and other additives in a metallic can or box.

Resim 13: Elektronik oranlayıcı sistemler ile çok-bileşenli boya püskürtme uygulaması



Figure 13: Multi-component Paint Spraying Application with Electronic Proportioner Systems.

Bu teknoloji sayesinde, hem çift komponentli (bileşenli) boyalarda, hem de boya/kaplama uygulamalarında esneklik sağlanarak, farklı karışım oranlarına sahip boya&kaplama ürünleri kolaylıkla hassas bir biçimde doğru oranlarda uygulanabilmekte, hem de uygulama için gereğinden fazla miktarda karıştırılan ve kullanılmayan atık malzeme miktarı minimize edilmektedir.

2.2.2 Seyyar (Elle Taşınabilir) Minyatür Havasız Püskürtme Sistemleri

Airless Boya Pompası olarak da bilinen ekipmanlar, geleneksel olarak oldukça büyük yapıdadırlar ve tek elle kaldıramazlar. Ancak, son yıllarda bazı sprey ekipmanları üreticileri, tek elle kolaylıkla kullanılacak ve hatta şarjlı pille veya bildiğimiz elektrik şebekesi ile çalışabilecek taşınabilir/mobil/seyyar airless boya pompaları üretmişlerdir.

Resim 14: Seyyar (elle taşınabilir) minyatür havasız püskürtme sistemleri.

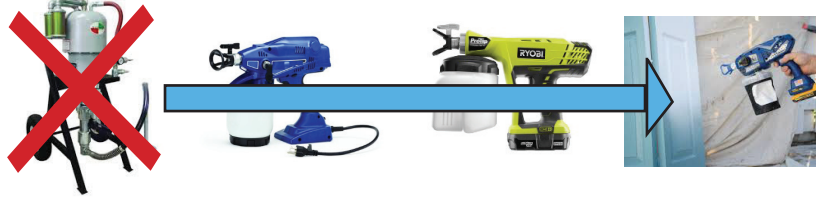


Figure 14: Portable Miniature Airless Spray Systems

2.2.3 Radyasyon Enerjisi İle Kürlendirme

Radyasyon enerjisi kürlendirme (veya kısaca radyasyon kürlendirme), ultraviyole (UV), Kızılötesi (Infrared-IR) veya elektron ışını (Electron Beam - EB) gibi özel radyasyon enerjisi yayan cihazlarca özel tasarlanmış boya ve kaplamaların kurutma ve kürlendirme teknolojisidir.

Önceleri grafik tasarımlarında kullanılan baskı vernikleri ve mürekkep, ahşap ve plastik sektörüne yönelik kullanılan bu teknoloji, son yıllarda metal yüzeylere de uygun hale getirilmiş; Bobin Boya/Kaplamaları (ing. Coil Coatings) sektöründe de kullanılmaya başlanmıştır. (Örneğin, alüminyum, galvanizli-çelik, pirinç, magnezyum ve nikel gibi metal yüzeylere başarı ile uygulanabilmektedir.)

Resim 15: UV, IR ve EB Kürlendirme Lambaları



Bu teknolojinin en önemli avantajları;

- Daha hızlı kuruma ve kürlenme.
- Uçucu organik bileşenler (VOC) az veya hiç yok (%100 katılı sistemler).
- Daha iyi son performans olarak sıralanabilir.

2.2.4 Robotik Sistemler

Otomotiv endüstrisinde 1980'lerden beri kullanılan robotik boyama sistemleri, sensör ve robotik sistemlerde gelişmelere bağlı olarak, son 5 yıldır endüstriyel yaş ve toz boya endüstrisinde de kullanılan bir teknoloji olarak karımıza çıkmaktadır.

Thanks to this technology, the two-component paints & coating products with different mixing ratios can be easily applied precisely in the correct proportions, as well as the amount of unnecessary and unused waste materials for the application is minimized.

2.2.2 Miniature Portable Airless Spray Systems

Also known as the Airless Paint Pump, the equipment is traditionally quite large and cannot be lifted with one hand. However, in recent years, some spray equipment manufacturers have produced portable / mobile / portable airless paint pumps that can be easily operated with one hand and can work with a charged battery or even with the mains electricity.

2.2.3 Radiation-Energy Curing

Radiation energy Curing (or briefly radiation curing) is the drying and curing technology of paints and coatings specially designed by devices emitting special radiation energy such as Ultraviolet (UV), Infrared (IR) or Electron Beam (EB).

Previously used in graphic design, the printing varnishes and ink, wood and plastic used for the industry, this technology has been recently made suitable for metal surfaces; It is also being used in the coil coatings industry (for example, aluminum, galvanized steel, brass, magnesium and nickel can be applied successfully on metal surfaces.)

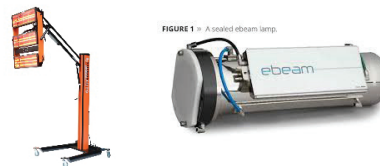


Figure 15: UV, IR and EB Curing Lamps

The most important advantages of this technology can be listed as;

- Faster drying and curing.
- Volatile organic compounds (VOC) little or no (100% solids).
- Better final performance.

2.2.4 Robotic Systems

Robotic painting systems, which has been used in the automotive industry since the 1980s, is a technology used in the industrial age and powder coating industry for the last decade due to developments in sensor and robotics systems.



Resim 16: Robotik sistem-ler ile otomatik boyama

Figure16: Auto-matic Painting with Robotic Systems

Bu teknoloji kullanılarak şu avantajlar kazandırılmış:

- Sensörler ve çok-eksenli robotlar sayesinde, karmaşık/grift parçaların tamamıyla dijital haritasının çıkarılması; bu şekilde parça üzerinde boyanmayan bir bölge kalmaması.
- Yine sensörler ve çok-eksenli robotlar sayesinde, daha optimal boya film kalınlıkları; buna bağlı olarak daha az boya sarfiyatı.
- Ortamda çalışan boya operatörü olmayacağı veya çok az ihtiyaç olacağı (sadece touchup/rötuş için gerekebilir) için, iş sağlığı ve işçi güvenliği riskleri minimize edilmesi.

The following advantages gained by using this technology:

- Complete digital mapping of complex / grifting parts with sensors and multi-axis robots; in this way there is no area that is not painted on the piece.
- Thanks to sensors and multi-axis robots, more optimal paint film thicknesses; therefore less paint consumption.
- Minimization of occupational health and safety risks for the environment where there is little or no need for paint operator (may be required only for touching / retouching).

Kaynakça/References

1. Corrosion Prevention by Protective Coatings – Charles G. Munger & Louis D. Vincent – NACE International
2. The Protective Coating User's Handbook – Louis D. Vincent
3. BASF Coatings' Global Trend Book - BASF's Coatings division
4. Selecting Coatings for Industrial and Marine Structures – SSPC publications
5. ASM Handbook, Volume 5B: Protective Organic Coatings
6. Paint and Surface Coatings –Theory and Practice- R Lambourne T A Strivens – Woodhead Publishing
7. <https://www.vocabulary.com/dictionary/trend>
8. <http://www.turkceanlaminedir.com/trend-62082>
9. <https://www.coatingsworld.com/knowledge-center/coatings-markets-amp-technologies/market-trends-amp-forecast>
10. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/innovation>
12. https://www.academia.edu/36712021/INORGAN%C4%B0KORGAN%C4%B0K_HYBR%C4%B0T_POLYS%C4%B0LOKSAN_BOYALAR_PCS._Tolga_DIRAZ

PHYNIX 

SURFIX®
Kuru Film Kalınlığı Ölçüm Cihazları

