

Dünyamızı Nasıl Koruyabiliriz?

KORUYUCU KAPLAMALAR / BOYALAR

Anahatları ile Tüm Teknolojiler, Uygulama Teknikleri ve Endüstriyel Sınıflar

PCS. Tolga DIRAZ

www.korozyondoktoru.org

*“Aşağıdaki kapsamlı teknik yazı; dünyadaki **Koruyucu KAPLAMALAR ve BOYALAR** alanındaki bugüne kadar yazılmış başlıca güvenilir teknik ve ticari bilgi kaynaklarının değerlendirilmesi ve bunların özetlenmesi sonucu oluşturulmuştur. **Koruyucu KAPLAMALAR ve BOYALAR** hakkında, TEK-ÇATI altında, kapsamlı ve güvenilir online bir bilgi kaynağı olarak kullanabilirsiniz.”*

Dünya üzerinde sahip olduğumuz her türlü eşya, materyal, malzeme, ekipman, otomobil ve ticari araçlarımız, inşa ettiğimiz yapılar -doğal veya yapay dış etkenler* nedeniyle- ile eskidiğine, estetiklerini kaybettiklerine ve hatta işlev göremez hale geldiklerine mutlaka şahit olmuşsunuzdur!

Peki, çeşitli teknolojiler ve teknikler kullanarak ve metal, beton, plastik, ahşap, cam ve kompozit malzemeleri kullanarak oluşturduğumuz dünyamızı, bu dış etkenlerden* nasıl koruyabiliriz? Bu soruya yanıt olarak şunları sayabiliriz:

1. Doğru Malzeme Seçimi
2. Yapısal Tasarım / Strüktürel Dizayn
3. Isıl İşlemler
4. Alaşımlandırma
5. Anodik/Katodik Koruma
6. **Koruyucu Kaplamalar / Boyalar**

Yukarıdaki 6 adet yöntem, yöntem ve kullanılan malzemeler olarak birbirinden son derece farklı ancak birbirini destekleyen 6 adet farklı konudur. Bu yazıda ise, sadece “**Koruyucu Kaplamalar / Boyalar** (ing. **Protective Coatings**)” konusuna değinilecektir.

Peki, Koruyucu Kaplamalar nedir?

Koruyucu Kaplamalar/Boyalar, yukarıda bahsedilen endüstriyel ve mimari yüzeyleri “estetik kaygılardan çok”; **korozyon, çürüme, yaşlanma** veya **bozulma** gibi istenmeyen sonuçlardan – bu sonuçları doğuran doğal ve doğal olmayan dış etkenlerden* yalıtım yaparak- ekonomik bir biçimde yüzeyleri koruyamaya yarayan film tabakalarına verilen genel isimdir. Bu koruyucu film tabakası, sıvı halde (boyalar gibi) olabileceği gibi, katı halde (plastik veya metalik kaplamalar) ve hatta gaz halinde (VCI tipinde inhibitörler) halinde olabilir.**

* **Dış etkenler** derken; hava, deniz, su ve toprak nedeniyle oluşan doğal koşullar olabileceği gibi; kimyasal, elektriksel ve nükleer radyasyon gibi doğal olmayan koşullar da kastedilmektedir.

Bu yazıda, her ne kadar dünya üzerinde mevcut bulunan tüm **Koruyucu Kaplamalar ve Boyalar tiplerini / sınıflarını kapsama iddiasında olsa da; kapsamayı atlandığını düşündüğünüz bir tip/sınıf varsa, görüşleriniz şu eposta adresine iletebilirsiniz: info@korozyondoktoru.org

Koruyucu Kaplamalar, genel olarak İÇERİĞİNE GÖRE, UYGULANIŞI / UYGULAMA METOTLARI ve KULLANILDIĞI SEKTÖRLER'e göre **3 ana sınıfta** incelenebilir. Bu ana sınıflar ile birlikte daha önce bazılarının isimleri duymuş olabileceğiniz boya ve kaplama türleri, şu düzende incelenecektir:

1. İÇERİĞİNE GÖRE

- 1.1. TERMOPLASTİK Kaplamalar & Boyalar
- 1.2. TERMOSET Kaplamalar & Boyalar
- 1.3. ORGANİK Kaplamalar & Boyalar
- 1.4. INORGANİK Kaplamalar & Boyalar
- 1.5. METALİK Kaplamalar & Boyalar
- 1.6. PETROL Türevli Polimerik Bantlar ve Sergiler (Petrolatum Tapes)
- 1.7. İNHİBİTÖRLER ve PASİVATÖRLER

2. UYGULANIŞI / UYGULAMA METOTLARINA GÖRE

- 2.1. SPREY ATOMIZATION
 - 2.1.1. Havalı (Airspray)
 - 2.1.2. Havasız (Airless)
 - 2.1.3. Hava-destekli (Air-assisted Airless)
- 2.2. BOBIN KAPLAMA & BOYAMA (Coil-Coating & Pre-painted Metal)
- 2.3. SICAK DALDIRMA KAPLAMALAR ve GALVANİZLEME
 - 2.3.1. Şerardizasyon (Sherardizing)
 - 2.3.2. Sıcak-daldırma
 - 2.3.3. Elektrogalvaniz
 - 2.3.4. Tambur-ile -Çinko kaplama (Tumbling)
- 2.4. TERMAL SPREY (ISIL PÜSKÜRTME)
 - 2.4.1. Metalizasyon (Metalizing)
 - 2.4.1.1. Arc-spray
 - 2.4.1.2. Gas-alev (Gas-flame)
 - 2.4.2. HVOF
 - 2.4.3. Plasma
 - 2.4.4. Detonasyon
- 2.5. METAL KAYNAKLI KAPLAMA (Cladding)
- 2.6. GALVANO KAPLAMALAR (Electrodeposition Coatings)
 - 2.6.1. Anodik Elektro Kaplamalar (AED) ELEKTROFOREZ
 - 2.6.2. Katodik Elektro Kaplamalar (CED) KATAFOREZ
 - 2.6.3. GALVANO KAPLAMALAR (Galvano-coatings)
 - 2.6.4. Eloksal / Elektrolitik pasivasyon (Anodizasyon)
- 2.7. BUHAR BIRIKTIRME (Vapor Deposition)
 - 2.7.1. PVD
 - 2.7.2. CVD

3. KULLANILDIĞI SEKTÖRLERE GÖRE

- 3.1. ALTYAPI Kaplamaları & Boyaları (INFRASTRUCTURE)
- 3.2. BORU-HATTI Kaplamaları & Boyaları
 - 3.2.1. Toz Epoksi Kaplama
 - 3.2.2. Sıvı Polimerik
 - 3.2.3. PETROL Türevli Bantlar ve Sergiler (Petrolatum Tapes)
- 3.3. ENDÜSTRİYEL Kaplamalar & Boyalar
 - 3.3.1. Hafif Endüstriyel
 - 3.3.2. Ağır Endüstriyel
- 3.4. DENİZCİLİK ve OFFSHORE Kaplamaları & Boyaları (MARINE & OFFSHORE)
- 3.5. ELEKTRONİK ve BİLGİSAYAR Kaplamaları & Boyaları
- 3.6. HAVACILIK ve UZAY Kaplamaları & Boyalar (AEROSPACE)
- 3.7. İNŞAAT/MİMARİ Kaplamaları & Boyaları
- 3.8. OTOMOTİV Kaplamaları & Boyaları
- 3.9. ZEMİN Kaplamaları & Boyaları
 - 3.9.1. Organik boya-bazlı zemin kaplamaları
 - 3.9.2. Sızdırmazlık Malzemeleri
 - 3.9.3. Emprenye Malzemeleri
- 3.10. SAĞLIK ve HİJEN Kaplamaları & Boyaları
- 3.11. SAVUNMA ve SİLAH Kaplamaları & Boyaları
- 3.12. YANGIN-DAYANIMLI (FIREPROOFING) Kaplamalar & Boyalar
 - 3.12.1. SU / SOLVENT bazlı Boyalar
 - 3.12.2. BETONUMSU Kaplamalar
 - 3.12.3. INTUMESAN Kaplamalar ve Boyalar
 - 3.12.4. REFRAKTER ve Benzeri Kaplamalar

Şimdi derseniz, bu sınıfları özetle şu maddeleri altında inceleyelim:

- NEDİR?

- KULLANIM ALANLARI?

- AVANTAJ / DEZAVANTAJLARI?

1. İÇERİĞİNE GÖRE

Koruyucu Kaplamalar ve Boyalar - ISIL (*Termal*) özelliklerinden dolayı - en geniş anlamda - iki ana sınıfta incelenebilir: TERMOPLASTİK ve TERMOSET tipte kaplamalar ve boyalar...

1.1. TERMOPLASTİK KAPLAMALAR & BOYALAR

Nedir?

YÜKSEK ISIYA maruz kaldığında eriyip PLASTİK hale dönüşen ve bu halde istenen yüzeylere uygulaması yapılabilen, ancak soğuduğunda sertleşip katı hale gelen kaplama ve boyalara, **TERMOPLASTİK Kaplamalar** veya **TERMOPLASTİK Boyalar** denilmektedir. Akrilik, Naylon, Polikarbonat, Polietilen ve Polipropilen bu sınıftaki kimyasallara örnek gösterilebilir.

Kullanım Alanları

Dekoratif amaçlı kullanımdan çok, fonksiyonel amaçlı olarak (*korozyon, mekanik aşınma, elektriksel yalıtım / izolasyon gibi dış etkenlere dayanım*) kullanılan genelde tek katta ve kalın (*300 mikron ve üstü*) olarak yüzeylere uygulanmaktadır. Örnek olarak, beyaz eşya ve otomotiv sektöründe kullanılan metalik parçaların kaplanması amacıyla termoplastik tipte toz boyalar yoğun olarak kullanılmaktadır.

Avantajları / Dezavantajları

Hem solvent oranlarının çok daha düşük olması (sıfıra yakın veya sıfır VOC*) **çevreci avantajlar** sunması ile birlikte tek katta kalın uygulamaya imkân vermesi nedeniyle işçilik ve maliyet avantajları sunabilmektedir. Ayrıca, kullanılan reçine ve katkı maddelerinin sayesinde, **daha esnek ve darbeye daha dayanıklı** olabilmektedir. Bütün bu avantajlarına ile birlikte, en büyük dezavantajı, termoplastik yapısı gereği **yüksek ortam sıcaklıklarında yumuşaması** ve dolayısıyla **yüksek sıcaklıklarda beklenen performansı gösterememesi** gösterilebilir.

1.2. THERMOSET KAPLAMALAR & BOYALAR

Nedir?

Termoplastik sınıftakilerin aksine, yüksek ısı uygulandığında kimyasal çapraz bağlar kurarak geri dönüşürülmez bir biçimde (*kürlendikten sonra sıcaklık veya ısı ile tekrar plastik hale dönüşmezler*) yüzeyler ile bütünleşen boya ve kaplamalara **THERMOSET Kaplamalar & Boyalar** denir.

Kullanım Alanları

Hem dekoratif hem de fonksiyonel amaçlı olarak kullanılabilirler. Yüksek sıcaklık ve basınç isteyen durumlara uygun Termoset kaplamalar ve boyalar mevcuttur. **Alkid, Fenolik, Silikon, Epoksi, Poliüretan** ve **Polyester** kimyasalları kullanılarak THERMOSET Kaplamalar & Boyalara üretilebilmektedir.

Avantajları / Dezavantajları

Daha düşük sıcaklarda uygulanabilmesinin yanında daha düşük kalınlıklarda uygulanabildiği için yüzeylerde daha az ekstra ağırlığa neden olacaktır. Kullanılan Termoset reçine ve teknolojiye bağlı olarak şu avantajlara sahip olabilir:

- Düşük sıcaklıkta uygulama (oda sıcaklığı hatta altındaki sıcaklıklar)
- Yüksek sıcaklık dayanımı (200°C ve üstü)
- Ultraviyole – UV dayanımı
- Düşük ağırlık
- Korozyon dayanımı
- Asit ve kimyasal dayanımı

1.3. ORGANİK KAPLAMALAR & BOYALAR

Nedir?

Moleküler yapılarında, Karbon (-C), Hidrojen (-H) veya Oksijen (-O) gibi ORGANİK elementler veya bunların içinde olduğu kimyasal bağlar içeren ve genelde sıvı halde yüzeylere uygulanan kaplama ve boyalara **ORGANİK KAPLAMALAR & BOYALAR** denilmektedir.

Bu sınıflandırma moleküler yapıya göre yapıldığı için, hem Termoplastik hem de Termoset kaplamalar / boyaları da kapsayabilir. Bu sınıftaki kaplama ve boyalara örnek olarak şunlar verilebilir:

- İnşaat / Mimari Boyalar
 - Su-bazlı
 - Mat (Plastik boya)
 - Yarı Mat Boyalar (saten boya)
 - Parlak
 - Silikonlu
- Solvent bazlı / petrol-türevli
 - Sentetik
 - Selülozik
- Elastomerik Polimerik Kaplamalar
 - Akrilik
 - Latex
 - Novalak
 - Üretan
 - Kauçuk türleri (EPDM, Neopren, Nitril ve Butil gibi)
 - Fenolik (Fırın)
 - Poliüre
 - Fusion Bond Epoxy (FBE)
- Endüstriyel Sıvı Boyalar&Kaplamlar
 - Alkid
 - Akrilik
 - Fenolik
 - Epoksi
 - Epoksi-Ester
 - Kömür-katran (Coal-tar)
 - Saf
 - Epoksi-modifiye
 - Poliüretan-modifiye
 - Vinil
- Vinil-Ester
- Polyurea
- Polisiloksan
- Poliürea
- Poliester
- Poliüretan
- Fluoropolimer
- Silikon
- Latex
- Furan
- Klorlanmış Kauçuk
- Zehirli Deniz Boyaları (ing. Antifouling Paints)
- Takviyeli Plastikler ve Astarlar (ing.Reinforced Plastics & Linings)
 - Cam-Pulcuk Takviyeli Plastik – [Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)]
 - Elyaf Takviyeli Astarlar [Fiber Reinforced Lining (FRL)]
 - Cam-takviyeli Plastik [Glass Reinforced Plastic (GRP)]
- Çinkoca-zengin
 - İnorganik
 - Organik
- Toz Boyalar ve Kaplamalar (ing. Powder Coatings)
 - Fusion Bonded Epoxy (FBE)
 - Termoplastik
 - Termoset

Kullanım Alanları

Yukarıda görebileceğiniz gibi çok değişik türde ve dolayısıyla özelliklerde ORGANİK kimyasal gruplardan oluştukları için, kullanım alanları son derece geniştir. Zemin kaplamalarından tutun da her türlü yapısal inşaattan (bina ve gökdelen gibi) otomotiv, inşaat, endüstriyel, denizcilik ve offshore alanlarında yüzeylerin maruz kalabileceği tüm dış etkenlerden koruma amaçlı ORGANİK Kaplama ve Boyalar kullanılabilir.

Spesifik ortam ve koşullara göre kaplama veya boya malzeme seçimi ise ayrı bir uzmanlık alanıdır; bu konuda uluslararası ve dünyaca kabul edilmiş endüstriyel standartlar ve rehber dokümanlar mevcut olmak ile birlikte, sadece bu konuyu ele alan mesleki eğitim programları da mevcuttur.

Avantajları / Dezavantajları

Geniş bir yelpazede ORGANİK kimyasallardan oluştukları için, dünyadaki hemen hemen her endüstri için uygun ve ekonomik bir ORGANİK kaplama veya kaplama mevcuttur. Bunların uygulaması nispeten kolaydır; fırça veya rulo gibi son derece basit aletler ile uygulanabildikleri gibi, bazı sınıftaki ORGANİK Kaplama ve Boyalar (Örn. Polyurea, Vinil-Ester) uygulaması için özel ekipmanlar (Örn. Çift-komponentli boya pompası) gerekebilir.

Bu tür boyalar ve kaplamalar genelde SIVI veya TOZ biçimde yüzeylere uygulandıkları için, uygulama sırasında ve sonrasında YÜZEY HAZIRLIĞI, UYGULAMA / YÜZEYDE YAYILMA, KURUMA ve KÜRLENME proseslerinde – kullanılan ORGANİK Kimyasal ürüne göre - bazı hata ve kusurlar oluşturabilirler. Bu sınıftaki boya ve kaplamalar, genelde kimyasal POLYMERİZASYON sayesinde gerçek performanslarına ulaşabildikleri için, UYGULAMA, KURUMA ve KÜRLENME sırasında o ürüne ait minimum parametreler (ortam sıcaklığı, nem, basınç ve debi gibi ekipman ayarları) mutlaka iyi bilinmeli ve sıkı bir biçimde takip edilmelidir.

1.4. İNORGANİK KAPLAMALAR & BOYALAR

Nedir?

Yapılarında ORGANİK kimyasallar yerine; ALUMİNYUM, ÇİNKO gibi METALLER ve bunların OKSİT halleri, CAM ve cam bileşikleri, SERAMİK ve Seramik bileşikleri, BETON ve beton bileşikleri veya organik olmayan bileşikler (Fosfat, Kromat ve Silikon gibi) içerebilen kaplamalar ve boyalar, **İNORGANİK KAPLAMALAR & BOYALAR** olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıfta örnek olarak şunlar verilebilir:

- Aluminizasyon
- Anodizasyon
- Siyah Oksit
- Kimyasal Grafting
- Seramik Kaplama
- Enamelleme
- Kimyasal Buhar Biriktirme
- Fiziksel Buhar Biriktirme
- Kromatlama
- Elektrolizsiz Kaplama
- Elektro-Kaplama
- Galvanizleme
- Fosfatlama
- Nitridizasyon
- Termal Sprey Kaplamalar / Metalizasyon
- Şerardizasyon

İNORGANİK BOYALAR için örnek olarak ise, boyacılar arasında *beca boyası* olarak bilinen yüksek sıcaklık SİLİKON boyalar ve yine boyacılar arasında *İnorganik-Çinko* veya *Toz-Çinko* olarak bilinen Silikat türevli reçinelere ETİL/ALKİL-SİLİKAT gruplarına sahip boyalar olarak gösterebiliriz.

Kullanım Alanları

Genelde klasik boya ve kaplamalara çok daha düşük kalınlıklarda (5-30 mikron DFT) uygulandığında, Aluminyum, Magnezyum veya Titanyum gibi yüzeylerde, organik boya uygulaması için öncesinde yüzey hazırlığı olarak kullanılmaktadır (Örneğin, Anodizasyon ve Fosfatlama işlemleri). Daha kalın **İNORGANİK KAPLAMA** uygulamalarında ise, uygulandığı yüzeyin (genellikle metal) özelliklerini oluşturduğu OKSİT FİLMİ ile modifiye ederek; korozyon, darbe ve sürtünme gibi dayanımlarını arttırmaktadır.

Avantajları / Dezavantajları

Organik alternatiflerine göre genel olarak **daha yüksek sıcaklık, basınç ve sürtünme dayanımlarına** sahiptir. **Korozyon dayanımı** ise, seçilecek kaplama ve kalınlığına ile birlikte malzemenin bulunacağı ortam bağlı olarak, **daha yüksek olabilir** (Örneğin, *atmosferik ortamlarda Çelik malzeme için Termal Sprey Çinko ve Sıcak-Daldırma Galvaniz kaplamalar, ORGANİK alternatiflerine göre daha performanslı ve çoğu zaman daha ekonomiktir.*). Ancak, çoğu zaman daha az estetik görünüme sahiptir ve renk seçeneği sınırlıdır. Ayrıca, bu tür **İNORGANİK KAPLAMALAR & BOYALAR** uygulamak için, ÖZEL ALET, EDAVAT, EKİPMAN ve KALİFİYE İŞÇİLİK gerekmektedir.

1.5. METALİK KAPLAMALAR

Nedir?

Bir metalin üzerine - daha ince bir katman olarak başka bir metal uygulanmasına genel olarak METALİK KAPLAMALAR denir. İNORGANİK KAPLAMALAR sınıfının bir alt-kolu olarak değerlendirilebilir. Buradaki amaç, ana metalin yüzey özelliklerinin iyileştirilmesidir; böylelikle ana metal bir KOMPOZİT gibi davranarak, normalde her iki metalin tek başına kullanıldığına sağlayamayacağı özelliklere (*daha yüksek KOROZYON, AŞINMA, DARBE veya SICAKLIK dayanımı gibi*) sahip olabilir. Termal Sprey, Kimyasal veya Fiziksel Buhar Biriktirme, Elektro veya Galvano kaplamalar, İyon püskürtme (Sputtering) ve Galvanizleme gibi metalik kaplama uygulama teknolojileri kullanılarak; DEMİR, ÇELİK ve ALUMİNYUM metallerinin üzerine ÇİNKO, ALUMİNYUM, NİKEL, KROM ve BAKIR metalleri ince bir kaplama olarak uygulanabilir.

Kullanım Alanları

Uygulandığı metalik yüzeyin KOROZYON, SICAKLIK ve AŞINMA DAYANIMI gibi yüzeysel özellikleri iyileştirmenin yanında, ELEKTRİKSEL DİRENÇ ve ELEKTROMANYETİK veya NÜKLEER RADYASYON KORUMASI gibi ilave özellikler kazandırabilir.

Avantajları / Dezavantajları

Aynı İNORGANİK KAPLAMALAR ve BOYALAR'da olduğu gibi, ORGANİK alternatiflerine göre genel olarak **daha yüksek sıcaklık, basınç ve sürtünme dayanımlarına** sahiptir. **Korozyon dayanımı** ise, seçilecek kaplama ve kalınlığına ile birlikte malzemenin bulunacağı ortam bağlı olarak, **daha yüksek olabilir** (Örneğin, *atmosferik ortamlarda Çelik malzeme için Termal Sprey Çinko ve Sıcak-Daldırma Galvaniz kaplamalar, ORGANİK alternatiflerine göre daha performanslı ve çoğu zaman daha ekonomiktir.*). Ancak, çoğu zaman daha az estetik görünüme sahiptir ve renk seçeneği sınırlıdır. Ayrıca, bu tür **METALİK KAPLAMALARI** uygulamak için, ÖZEL ALET, EDAVAT, EKİPMAN ve KALİFİYE İŞÇİLİK gerekecektir.

1.6. POLİMERİK BANTLAR, SARGILAR ve MEMBRANLAR

Nedir?

1950-60 yıllarından beri elle veya makina ile tek katta veya çok-katlı olarak sargı veya serme yöntemi ile uygulanan PETROL veya KÖMÜR-KATRANI (Coal Tar) türevli POLİMERİK BANTLAR, SARGILAR ve MEMBRAN kaplamalar, daha çok yeraltına gömülen yapılarda daha çok SU YALITIMI için uygulanmaktadır. Tek başlarına uygulanabildikleri gibi, alt-yüzeğe yapışmayı arttırmak için su-dayanımı yüksek bir astar ile de metalik veya beton yüzeylerine uygulanmaktadır.

Kullanım Alanları

Genelde **zorlu coğrafik koşullardaki yer-altı yapıları** (inşaat/bina zeminleri, toprakaltı boru-hatları, depolama tankları ve deniz veya offshore yapıları gibi) için kullanılmak ile birlikte otomotiv sektöründe de kullanım alanları mevcuttur. Yukarıda bahsedilen **Koruyucu Kaplama ve Boyalar**'ın çeşitli nedenlerle uygulamadığı durumlarda (özellikle aşındırıcı kumlama ve boya/kaplama pompası gibi spesifik yüzey hazırlığı ve uygulama aletlerinin yokluğunda), alternatif bir kaplama yöntemi olarak seçilmektedir.

Avantajları / Dezavantajları

Başlıca avantajları şunlar olarak gösterilebilir:

- Uygulandığı yüzeye yapışabilmesi için, diğer boya kaplamalara göre çok daha az miktarda yüzey hazırlığı gerektirdiği için (örn sadece ISO 8501-1 St2 veya St3 seviyesinde), yüzey toleranslı daha yüksek olması
- Birden fazla kat uygulamasını hızlıca ve ekonomik bir biçimde yapılabilmesi
- Soğuk uygulanabildiği gibi daha yüksek performans ve uygulama hızı gerektiğinde sıcak da uygulanabilen versiyonları mevcuttur.
- Daha basit el aletleri veya ekipmanlar ile uygulamalarının yapılabilmesi
- Hızlıca servise alabilme (çoğu tipinde kuruma veya kürlenme süresi yok.)
- Tamiri kolaydır; sadece mevcut katman üzerine bir kat daha bant, sargı veya membran malzemesinin el veya el-aletleri sargı ve serme yöntemiyle uygulanması yeterlidir.

Bu avantajlar ile birlikte, **POLİMERİK BANTLAR, SARGILAR ve MEMBRANLARIN** şu dezavantajlara sahip olabilir:

- Yüzeylere yapışabilmesi için, ilave bir astar boya/kaplama ihtiyacı olabilir.
- Bazı bant, sargılar ve membranlar, yüzeylere SOĞUK uygulanabildiği (gibi, bazıları ise yüzeye iyice yapışabilmesi ve kürlenebilmesi için, belirli sıcaklıklarda ISITILMASI da gerekebilir.
- Ayrıca, bu tür kaplamaların çoğu zaman KATODİK KORUMA (*Cathodic Shielding*) ile birlikte çalışması ve bu sistemleri performansını perdelememesi beklenmektedir.
- Doğru uygulanmadığında, ciddi YAPIŞMA ZAFİYETLERİ gibi kusurların oluştuğu, bu alandaki profesyonellerce iyi bilinen bir gerçektir.
- Ayrıca, özellikle toprak-altındaki bazı **bakterilerin** bu **POLİMERİK BANTLAR ve SARGILAR**'a saldırıp zarar verdiği bilinen bir gerçektir.

1.7. İNHİBİTÖRLER

Nedir?

En basit tanımıyla, bir tepkime veya reaksiyonu yavaşlatan veya durduran maddeye denilmektedir. Endüstriyel tanımı ise, oldukça düşük miktarlarda (çok düşük % yüzde oranlarında, hatta ppm –milyonda bir seviyesinde) kullanılan ve ilave edildiği ortamlardaki malzemenin -genelde metalin- korozyona uğramasını, son derece ince pasivasyon tabakası oluşturarak KOROZYONU ve yaşlanmasını yavaşlatan veya engelleyen kimyasallar, İNHİBİTÖR olarak sınıflandırılmaktadır.

İNHİBİTÖRLER, çoğu zaman çıplak gözle gözlenemez ancak özel aletlerle varlığını tespit edebilir; kalınlık ve diğer özelliklerinin ölçümü mümkündür.

Çalışma prensibi çoğu zaman PASİVASYON tabakası oluşturarak olan İNHİBİTÖR kimyasalları, aşağıdaki 4 ana tipte endüstride bulunmaktadır:

- Pasivatörler
- Anodik inhibitörler
- Katodik inhibitörler
- Uçucu (*Volatile*) Korozyon İnhibitörleri (VCI)

Kullanım Alanları

Petrol, Paketleme, İçme /Aritma suyu, Otomobil ve Ticari Taşıt Araçları, Uçak ve Uzay endüstrisi, Gemicilik ve Offshore endüstrileri pek çok sektörde motor ve ekipman iç yüzeyleri koruma, deniz aşırı konteyner - yük koruma gibi alanlarda - genelde kısa süreli korozyon ve mikro-bakteriyel koruma gerektiren durumlar - kullanım alanları içindedir.

Avantajları / Dezavantajları

Başlıca avantajları:

- Herhangi bir kaplama ve boyanın ulaşamayacağı hassas alanları (Örn. araçlardaki motor iç yüzeyleri) kolaylıkla ulaşabilir.
- Nefes alırlar. Yapı içinde su-buharı ve diğer sıvı buharları nedeniyle oluşabilecek olumsuzlukları önlemek için, buhar geçişine izin verirler.
- Kısa süreli (genelde birkaç ay veya birkaç yıl) KOROZYON koruması için daha ekonomik bir alternatif olabilir. (Geçici koruma / *Temporary protection*)
- Kolaylıkla istenen yüzeylere uygulanabilir; çoğu zaman özel bir alet/ekipman gerekmez.
- İstenildiğinde kolaylıkla yüzeylerden çıkartılabilir. (Özellikle farklı basınç değerlerindeki su-jeti uygulamaları ile)

Başlıca dezavantajları:

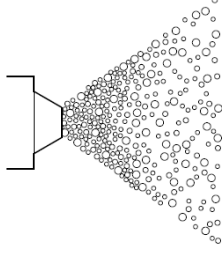
- Film kalınlık kontrol pek mümkün değildir; uygulama yöntemine göre, nanometre (nm) ila mikrometre (μm) arasında film kalınlıklarında olabilir ve film kalınlıkları homojen değildir.
- Bazı tiplerinde kullanılan kimyasallar çevreye zararlıdır.
- İnhibitör uygulanacak yüzeye daha sonra herhangi bir boya/kaplama uygulanacak ise, yapışma problemlerine yol açabilir.

2. UYGULANIŞI / UYGULAMA METOTLARINA GÖRE

2.1 SPREY ATOMİZASYON (Püskürtme ile Zerrecikleştirme)

Nedir?

Sıvı boya ve kaplama malzemelerinin, istenilen yüzeylere Atomizasyon yoluyla uygulanmasına SPREYLEME veya SPREY ATOMİZASYON denir. Atomizasyon, bir hacim içindeki sıvıların, belirli düzenekler ile (atomizer, pompa veya kompresör gibi) **damlacıklar** olarak bilinen küçük parçacıklara bölünerek, yüzeylere geniş alanda ve mümkün oldukça düzgün şekilde yayılmasını sağlayan bir tekniktir. Günlük yaşamımızdan örnek olarak, duş başlıkları, parfüm spreyleri, bahçe hortumları ve deodorantlar gösterilebilir.



Genel olarak 5 ana tipte uygulama tekniği ve bu teknolojinin prensipleri ile çalışan alet, makine ve ekipman mevcuttur:

1. Havalı (Air) Sprey
2. Havasız (Airless) Sprey
3. Hava-destekli Havasız (Air-assisted Airless) Sprey
4. Elektrostatik Sprey
5. Ultrasonik Sprey

Bu 3 yöntemin birbirlerini avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur ve başka bir detaylı teknik yazının konusudur.

Kullanım Alanları

Bu uygulama tekniği SIVI malzemelerin spreyc atomizasyon ile uygulama yöntemini temel aldığı için, endüstride yaş (wet) boya ve kaplamaların için uygun olarak kabul edebilirsiniz.

Bu YAŞ boyalar/kaplamalar daha çok ORGANİK tiptedir ancak İNORGANİK veya METALİK sınıftaki boya ve kaplamaları da uygulayabilecek özelliklerde özel tasarlanmış SPREY SİSTEMLERİ de mevcuttur.

Avantajları / Dezavantajları

Fırça ve rulo gibi basit el aletleri ile karşılaştırıldığında, çok daha hızlı bir şekilde yüzeylere malzeme uygulaması yapılabilmesi, bu teknolojinin en büyük avantajıdır. Bunun ile birlikte, istenilen boya/kaplama film kalınlığı daha homojen/düzgün bir biçimde yüzeylere uygulayabilirsiniz.

Ancak, SPREY teknolojisine sahip alet, makine ve ekipmanlar –basit el aletlerine göre- daha karmaşık bir düzeneğe sahip olduğu için, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sırasında dikkat edilip takip edilmesi gereken kurallar vardır. Bu yönüyle, SPREY sistemlerini kullanacak kişilerin, belirli bir bilgi birikimi ve tecrübeye sahip olması gerekir. Zira bu **bilgi ve tecrübe olmadan yapılan SPREY uygulamalarında çeşitli boya/kaplama kusurları ortaya çıktığı** dünyaca bilinen bir gerçektir! Özetle, teknik bilgi ve eğitim gereksinimi ve alet/makine/ekipman ön-hazırlığı ve temizlik ihtiyacı, başlıca dezavantajları olarak görülebilir.

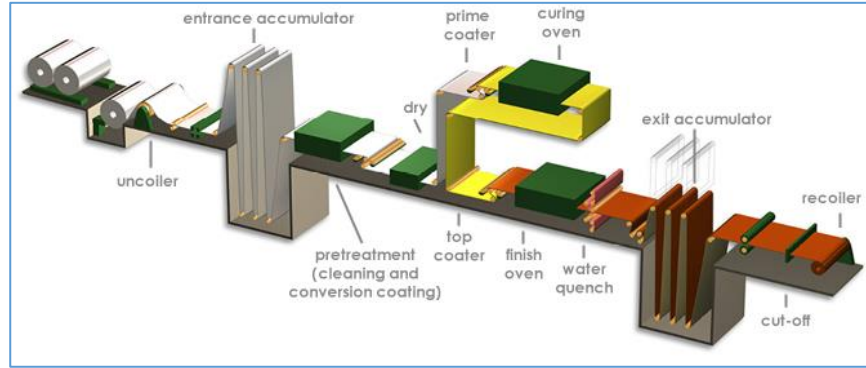
2.2 BOBİN / RULO KAPLAMA & BOYAMA (Coil-Coating & Prepainted Metal)

Nedir?

Sürekli ve yüksek derece otomasyonlu endüstriyel prosesler yoluyla RULO haline getirilen yassı metal ürünlerden oluşturulan BOBİNLERİN (genelde Çelik, Galvaniz veya Alüminyum) tek veya her iki yüzeyinin, çeşitli temizlik ve yüzey hazırlığı aşamalarından geçtikten sonra, organik boyalar ile kaplanmasına **BOBİN KAPLAMA & BOYAMA** denilmektedir. Bu prosesler, belirli hızlarda ilerleyen (örn. 0.5 ila 3.6 m/s hızlarda) çeşitli büyüklükteki hatlar üzerinde gerçekleşmektedir. Kullanılan boyalar ve kaplamalar ise çok çeşitli olup, Korozyon/UV/Sıcaklık/Aşınma dayanımları gibi istenen son özelliklere göre **Akrilik, Poliester, Plastisol, Poliüretan, Polivinilidin Florür (PVDF), Epoksi** esaslı Boyalar olabileceği gibi **Laminant Film Kaplamalar** da olabilir. BOBİN KAPLAMA & BOYAMA uygulama teknolojisinin diğer bir ismi ise, **ÖNCEDEN BOYANMIŞ (PREPAINTED) METAL** olarak da endüstride bilinmektedir.

EN 10169, EN 13523 ve ASTM A792 / A792M standartları iyi birer temel bilgi kaynakları olmak ile birlikte, bu konuda Avrupa'da [ECCA](http://www.ecca.com) ve ABD'de gibi mesleki [NCCA](http://www.ncca.com) gibi organizasyonlardan da faydalanılabilir:

- <https://www.prepaintedmetal.eu/>
- <https://www.coilcoating.org/>



Bobin Boyama&Kaplama Hattı Akış Şeması – Kaynak : National Coil Coating Association

Konuyla ilgili güzel hazırlanmış özet bir videoyu şu linkten izleyebilirsiniz:

https://www.prepaintedmetal.eu/874/prepainted_metal_movie

Kullanım Alanları

BOBİN KAPLAMA & BOYAMA / ÖNCEDEN BOYANMIŞ (PREPAINTED) METAL sektörü için küresel endüstride son derece geniş kullanım alanları mevcuttur. Bunlardan öne çıkan bazıları; inşaat sektöründeki ÇATI DUVAR ve PANELLER için kullanılan metaller, OTOMOTİV sektöründe önceden astarlanmış parçalar ve BEYAZ EŞYA sektöründeki bulaşık/çamaşır makinesi, buzdolabı gibi ürünleri geniş düz metalleri olarak gösterilebilir.

Avantajları / Dezavantajları

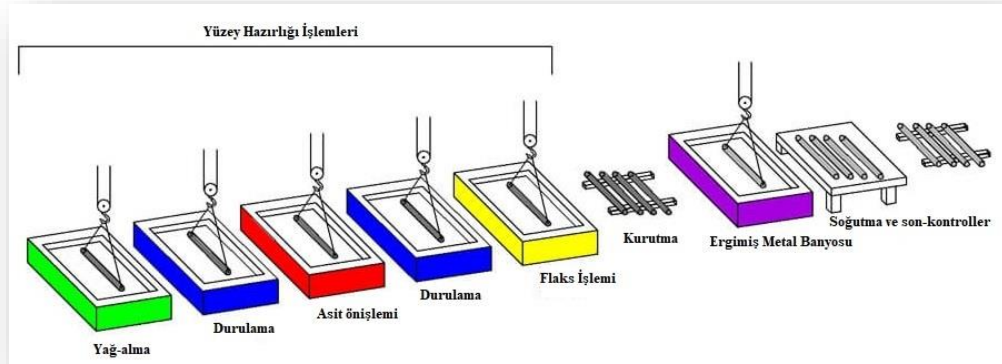
BOBİN KAPLAMA & BOYAMA prosesleri ve üretim hatları son derece yüksek kontrollü bir ortamda ve yüksek teknoloji ile kaplama işlemi yapıldığı için, spreyci boyama/kaplamaya göre çok daha ince ve hassas kalınlıklarda (4 ila 20 mikron aralığında) uygulama yapılabilir. Ayrıca, **kuruma ve kürlenme sırasında kullanılan teknolojiler** (IR, UV ve EB radyasyon kürlenme ve konvansiyonel fırınlama gibi) sayesinde, uygulamadan sonra **çok hızlı bir biçimde kaplanmış metal sevke hazır hale** getirebilmektedir. Ayrıca, kontrollü ortam ve şartlar sayesinde, normal bir boya/kaplama operasyonuna göre **daha düşük solvent ve diğer emisyonlar** doğaya salınmakta; bu da sözkonusu teknolojiyi daha da çevre-dostu yapmaktadır.

Ancak, yüksek yatırım maliyeti ve tesiste çalışan personelin yüksek niteliklere sahip olması gerekliliği, bu teknolojinin dezavantajları arasında öne çıkanlardır.

2.3 SICAK DALDIRMA KAPLAMALAR ve GALVANİZLEME

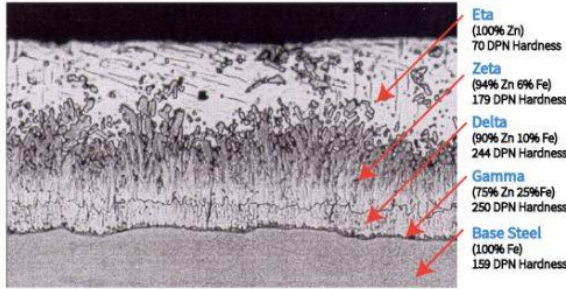
Nedir?

Korunması istenen metalin (genelde Çelik metali) önceden belirlenmiş yüzey hazırlığı ve temizliği işlemlerinden sonra, ergimiş başka bir metal veya metal bileşikleri (Çinko veya Çinko-Magnezyum gibi) içeren belirli bir sıcaklıktaki banyoya daldırılarak oluşturulan koruyucu film tabakasına SICAK-DALDIRMA KAPLAMALAR denmektedir.



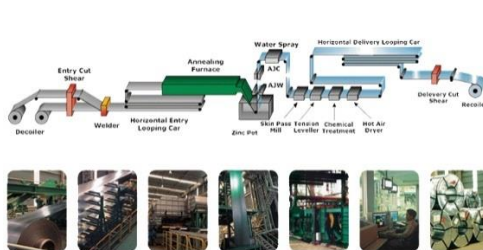
SICAK DALDIRMA KAPLAMALAR, soğuk boya ve kaplama uygulamalarından **yüksek sıcaklık ve ısı** nedeniyle farklılaşır. Zira yüksek sıcaklık ve ısı korunmak istenen metali ile ergimiş metal arasında METALURJİK tepkimelere sebebiyet verdiği için, **SICAK DALDIRMA KAPLAMALAR** esasında bir nevi ALAŞIMLANDIRMA işlemi olarak da değerlendirilebilir. (Korunmak istenen ana metal yüzeyinde oluşan koruyucu film tabakası ile birlikte, metalin iç katmanlarında da çeşitli kalınlılarda ve özelliklerde koruyucu tabakalar oluşmaktadır.)

SICAK DALDIRMA GALVANİZLEME teknolojisinde ise, korunması istenen metal çoğu zaman Demir veya Çelik metallere ve yüzey hazırlığı ve temizliği işlemlerinden sonra ergimiş Çinko ve Çinko bileşikleri içeren sıcak bir banyoya daldırılır. Böylelikle, hem Demir/Çelik yüzeyinde hem de iç-katmanlarda koruyucu tabakalar oluşmaktadır.



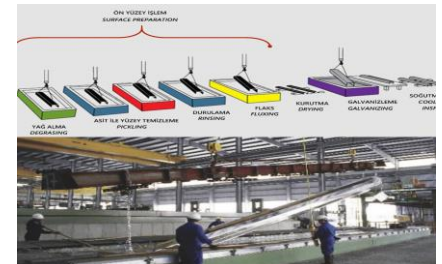
Kaynak: American Galvanizers Association AGA

Sıcak-Daldırma Galvanizleme SÜREKLİ Galvanizleme (Continuous Galvanizing) veya GENEL veya YIĞIN Galvanizleme (General or Batch Galvanizing) olarak ayrıca iki ana sınıfa ayrılmaktadır:



Sürekli (Continuous) Galvaniz Akış-şeması ve Ürünler

Genel veya Yiğın (General / Batch) Galvaniz Akış-şeması ve Ürünler



Kullanım Alanları

En yaygın kullanım alanları olarak, Otomotiv ve Beyaz-eşya sektöründe çelik sacların Galvanizlenmesi ile birlikte boru ve tel sektörleri sayılabilir. Ayrıca, otoyol korkuluğu ve enerji sektörü (nakil hatları ve aydınlatma direkleri) gibi konstrüksiyon projelerin de Galvanizleme yoğun olarak kullanılmaktadır.

Avantajları / Dezavantajları

SICAK-DALDIRMA KAPLAMALAR ve SICAK-DALDIRMA GALVANİZLEME teknolojisinin belki de en büyük avantajı normal boya ve kaplamaların ya hiçbir şekilde (malzemenin iç yüzeyleri gibi) ya da layığıyla koruyamadığı (köşe ve kenar bölgeler gibi) eşit şekilde kaplama yaparak KOROZYON ve diğer dış-etkenlerden koruyabilmesidir. Ayrıca, yüksek sıcaklığa (450-500 C gibi) dayanabilmesi ve oluşan kaplamanın boyalara göre daha sürtünme ve darbe dayanımının yüksek olması ilave avantajlar olarak düşünülebilir.

Dezavantajlar olarak ise;

- İnce et kalınlığına sahip metallerin, sıcak işlemler sırasında deformasyon riski
- Hidrojen sıkışması
- Asit dayanımının çok düşük olması (toprak, deniz ve offshore koşulları için üzerine ilave dayanıklı bir boya/kaplama gerekebilir – DUPLEX sistemler)

Karşılaşılan en büyük zorluklar ve problemler olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, GALVANİZLEME tesisinin yüksek yatırım maliyeti ve çalışanlarının iyi derecede eğitilmiş olması gereksinimi, diğer yan dezavantajlar olarak belirtilebilir.

Konuyla ilgili hazırlanmış özet bir videoyu şu linkten izleyebilirsiniz:

<https://gaa.com.au/galvanizing-process/>

2.4 TERMAL SPREY (ISIL PÜSKÜRTME)

Nedir?

Tel veya toz formunda malzemenin (genellikle metal ancak polimerik malzemeler de olabiliyor), çeşitli ısı kaynakları (gaz, elektrik veya bunların karışımı) kullanılarak eritilmesi ve eriyen bu malzemenin basınçlı hava yardımı ile istenilen yüzeylere püskürtülmesine **TERMAL SPREY (ISIL PÜSKÜRTME)** uygulaması denilmektedir. Genelde 4 farklı uygulama yöntemi nedeniyle 4 ana sınıfta incelenir:

1. Gazlı/Alevli Isıl Püskürtme Sistemi (*Gas/Flame Thermal Spray*)
2. Elektrik-ark Isıl Püskürtme Sistemi (*Electric-arc Thermal Spray*)
3. HVOF Isıl Püskürtme Sistemi (*HVOF* Thermal Spray*)
4. Plazma Isıl Püskürtme Sistemi (*Plasma Thermal Spray*)

HVOF: High velocity oxy-fuel

Termal Sprey Kaplamalar ile ilgili hazırlanmış özet bir videoyu şu linkten izleyebilirsiniz:

<https://www.youtube.com/watch?v=iUeUZPkEFTg>

Kullanım Alanları

Aşınan metal yüzeyleri eski haline getirmek için ana metal ile benzer özellikteki metallerin ısıl püskürtülmesi yapılabileceği gibi, metal yüzeylerin KOROZYON, ISI, SÜRTÜNME ve AŞINMA dayanımlarını arttırmak için de termal sprej uygulamaları ile mümkündür. Bu özellikleri sağlamak için, özellikle Çinko, Alüminyum, Paslanmaz Çelik, Titanyum, Bakır, Bronz gibi metaller ile birlikte Seramik malzemeleri (Alüminyum oksit, Titanyum oksit, Zirkonyum oksit gibi) ısıl püskürtme / termal sprej ile yüzeylere tatbik edilebilir.

Avantajları / Dezavantajları

Termal Sprey Kaplamalar ile çok geniş yelpazedeki metal ve polimerler –herhangi bir yardımcı kimyasal veya solvent ihtiyacı olmadan- sadece eriyerek yüzeye püskürtülerek uygulanabildiği için, çoğu endüstriyel kaplama ve boyadan daha çevre-dostudur. Ayrıca, normal şartlarda fabrika ortamında yapılabilecek kaplamaları (Sıcak-daldırma galvaniz yerine Çinko-Metalizasyon gibi) sahada nispeten çok daha düşük maliyetle uygulanmasına izin verirler. Ayrıca, eritilerek uygulanan metalin özelliklerine bağlı olarak, ana metal yüzeyi daha sürtünmeye ve korozyona dayanıklı hale getirilebilir.

Bununla birlikte, Termal Sprey Kaplamalar nispeten daha **kaotik** ve nispeten **daha az düzenli** kaplamalar olarak bilinmektedir. Zira bu uygulamalarda diğer boya/kaplamalarda olduğu gibi yüzeye yayılmayı yardımcı olacak kimyasallar (solvent gibi) olmadığı için, eriyen metal ve polimerler birbirinin üzerine sıcak bir şekilde kaynaşarak kaplama tabakası oluştururlar. Bu nedenle, kaplama tabakası içinde HAVA BOŞLUKLARI oluşabilir. Ayrıca, bu cihaz ve ekipmanlar geleneksel boya ve kaplama ekipmanlarına göre daha PAHALI olduğu bilinen bir gerçektir ve bu cihazların kullanımı daha PROFESYONEL kişileri gerektirebilir.

2.5 METAL KAYNAK KAPLAMA (METAL CLADDING)

Nedir?

Difüzyon, deformasyon ve lazer teknikleri yardımı ile bir metalin üzerine başka bir metal veya alaşımını kaynaştırma yöntemine METAL KAYNAK KAPLAMA (METAL CLADDING) denilmektedir. Bu şekilde ana metal metalürjik olarak alaşım metali veya başka bir metal ile bağdaştırılır ve istenilen özellik (Korozyon, Isı, Aşınma dayanımı gibi) iyileştirilmesi sağlanır. Bu yöntem, şu metaller ve alaşımları için kullanılabilir:

- Alüminyum ve alaşımları
- Çelik ve alaşımları
- Çinko ve alaşımları
- Kurşun ve alaşımları
- Bakır ve alaşımları

METAL KAYNAK KAPLAMA, genelde ana metalin üretildiği fabrikada ve haddeleme aşamasında uygulanır. Ancak, çelik imalat işlemleri sırasında da uygulandığı (Özellikle Kaynak ve Lazer ile) bilinmektedir.

Uygulama yöntemlerine göre şu 4 ana sınıfa ayrılabilir:

1. Press Cladding
2. Hadde Bağdaştırma (Roll bonding Cladding)
3. Patlatmalı Kaynak – (Explosive Welding (EXW))
4. Lazer Kaplama (Laser Cladding)

METAL KAYNAK KAPLAMA (METAL CLADDING) ile ilgili hazırlanmış özet bir videoyu şu linkten izleyebilirsiniz:
<https://www.youtube.com/watch?v=pLWGVJGhijU>

Kullanım Alanları

Özellikle aşırı derecede sürtünme, sıcaklık, korozyon ve kimyasal dayanımı istenen endüstrilerin tercih ettiği bir kaplama teknolojisidir. HAVACILIK & UZAY, OTOMOTİV, ELEKTRONİK ve PETROKİMYA endüstrilerinde geleneksel boya ve kaplamalar ile çözümü zor olan aşırı koşullar METAL KAYNAKLI KAPLAMALAR seçimini gerektirebilir. Ayrıca, Lazer Kaynaklı Kaplamalar (Laser Cladding) ile Endüstri 4.0 konsepti içinde olan Eklemeli İmalat (Additive Manufacturing) yapmak mümkündür.

Avantajları / Dezavantajları

Bu tür kaplamalar genelde metal üreticisinin kendi tesisinde veya çelik imalat fabrikasında özel ekipmanlar ile yapılabildiği için, maliyeti yüksek çözümlerdir. Ancak, herhangi bir boya veya kaplamanın sağlayamayacağı derecede dayanım ile birlikte hafiflik ve uzun ömür gibi sektöre bağlı istenen özellikleri de kullanılacak ana metale kazandırabilir. Ayrıca, Laser Cladding gibi teknolojisi yüksek ekipmanlar ile metalin mikro-yapısı kontrol altına alınabilir ve son derece hassas kaplamalar son derece küçük yüzeylere uygulanabilir.

2.6 GALVANO KAPLAMALAR (ELECTRODEPOSITION COATINGS)

Nedir?

İletken bir metalin - korozyondan veya başka bir doğal yaşlanma etkisinden korunması veya görsel olarak daha güzel bir görünüme kavuşması için- ELEKTROLİZ tekniğini kullanarak başka bir metal ile kaplanmasına GALVANO KAPLAMALAR denir. Bu işlem genellikle daha önce 1.3 ORGANİK KAPLAMALAR bölümünde bahsedilen çok çeşitli su-bazlı ve solvent bazlı reçinelerden elektrik ile yüklenebilir olanlarını içeren bir emülsiyon banyosuna (+) veya (-) yüklenmiş metalin daldırılıp dışarıdan bir elektrik akımı uygulaması ile yapılır. Bu işlem için kullanılan kaplama metaller BAKIR, ÇİNKO, GÜMÜŞ, KALAY veya NİKEL olabilir.

Ancak son yıllarda, indirgeyici bir kimyasal ile OTOKATALİK olarak kaplanması işlemi olan – ELECTROLESS KAPLAMA teknolojisi - *dışarıdan bir elektrik akımı banyoya verilmeksizin* GALVANO KAPLAMALARIN yüzeylere uygulanabilmesine izin vermektedir. Genel olarak şu 4 ana sınıfta ürünler ve teknolojiler mevcuttur:

1. Anodik Elektro Kaplamalar (AED) ELEKTROFOREZ
2. Katodik Elektro Kaplamalar (CED) KATAFOREZ
3. Eloksal / Elektrolitik pasivasyon (Anodizasyon)
4. Elektriksiz (Electroless) Galvano Kaplamalar

Bu kaplamaların uygulamaları, Türkiye’de GALVANO-TEKNİK genel ismi ile de bilinmektedir.

Kullanım Alanları

Bu teknoloji, özellikle otomotiv sektöründeki araç gövdelerinin kaplanması için kullanılmakla birlikte mücevher, mutfak, banyo, bilgisayar / telekomünikasyon, Askeri, Tarım ve Havacılık & Uzay (Aerospace) gibi çok çeşitli endüstrilerde özellikle metal yüzeylerin astarlanması için kullanılmaktadır.

Avantajları / Dezavantajları

GALVANO KAPLAMALAR teknolojisinin sahip olduğu en büyük avantajı, diğer boya ve kaplama uygulamalarından DAHA YÜKSEK TRANSFER VERİMİ’ne sahip olmasıdır. Ayrıca, bu teknoloji sayesinde maliyet olarak çok pahalıya elde edilebilecek yüzeyler (Altın, Gümüş, Nikel, Kadmiyum, Kalay ve Krom gibi), mikron seviyesindeki GALVANO kaplamalar ile son derece ekonomik bir şekilde malzemelere estetik olarak kazandırabilmektedir.

Ayrıca, bu teknoloji son derece otomasyona dayanmakta olup, malzemeler sürekli belirli bir hızlarda ve açılarda banyoya girip çıkarak kaplanmaktadır. Bu nedenle, kaplamanın kalitesi ve homojen olabilmesi için, malzemelerin hat hızı ve banyoya giriş açıları son derece kritiktir. Bu neden bu tesislerde çalışacak personelin de son derece EĞİTİMLİ olması bir ön-şarttır. Bununla birlikte, hem metalin hem de banyo içindeki kimyasalların iletkenlikleri ve asit dereceleri (pH), düzgün bir GALVANO KAPLAMA yapılabilmesi için son derece önemlidir.

2.7 BUHAR BİRİKTİRME (Vapor Deposition) İNCE-FILM KAPLAMALAR

Nedir?

Kaplanması istenen katı malzemenin VAKUM ortamında veya **çok düşük basınçlarda**, yüksek sıcaklarda veya özel kimyasallar etkisi ile son derece küçük GAZ parçacıkları haline getirilmesi ve istenen yüzeylerin - **çeşitli metal, metal alaşımları ve seramikler ile** - çoğu zaman yüksek voltaj ve taşıyıcı gaz ile MİKROSKOBİK düzeyde **BOMBALANARAK** kaplanmasıdır. Bu teknoloji ile oluşturulan kaplama filmi, son derece YOĞUN, BOŞLUKSUZ ve GEÇİRİMSİZ olarak bilinmektedir.

Bu teknolojinin, yukarıda bahsettiğimiz TERMAL SPREY ve GALVANO kaplamalardan en büyük farkı, kaplama malzemesi olarak ergimiş toz ve plazma halindeki metal veya sıvı emülsiyon gibi görebildiğimiz maddeler değildir; aksine **çıplak gözle göremeyeceğimiz** ATOM ve MOLEKÜLLER'in kaplama malzemesi olarak kullanılmasıdır.

BUHAR BİRİKTİRME (Vapor Deposition) kaplama teknolojisi genel olarak 2 ana sınıfa ayrılmaktadır:

- Fiziksel Buhar Biriktirme (Physical Vapor Deposition - PVD)
- Kimyasal Buhar Biriktirme (Chemical Vapor Deposition - CVD)

Fiziksel Buhar Biriktirme Teknolojisi de kendi içinde

- Fiziksel Saçılma (*Sputtering*)
- Buharlaştırma (*Evaporation*)
- İyon Kaplama (*Ion Plating*)

olarak 3 ana uygulama teknolojisine ayrılmaktadır.

Kullanım Alanları

FİZİKSEL ve KİMYASAL BUHAR PÜSKÜRTME kaplamaları, çoğunlukla bir yüzeyin AŞINMA, SÜRTÜNME ve SERTLİK gibi mekanik özelliklerini iyileştirmek için yapılmaktadır. Bu nedenle BUHAR PÜSKÜRTME kaplamalarının çoğu TRIBOLOJİK özelliklere ve uygulamaları uygundur denilebilir. Özellikle sürekli aşınan endüstride kullanılan KESİCİ UÇLAR ve yüksek sıcaklık ve yük altında çalışan OTOMOBİL MOTORLARI, GEMİ TÜRBİNLERİ ve JET MOTOR PARÇALARI gibi aşırı ısınma ve sürtünmeye sahip malzemeler, bu kaplama teknolojisi sayesinde korunabilmektedir.

Avantajları / Dezavantajları

BUHAR PÜSKÜRTME KAPLAMALARI son derece ince (Nanometre ile Mikrometre kalınlıkları arasında) oluşturulabildiği ve son derece BOŞLUKSUZ bir yapıya sahip olduğu için, diğer sıvı ve katı kaplamalarda oluşabilen bazı kusurlar (akma & sarkma, hidrojen sıkışması, baloncuklanma gibi) kaplama kusurları oluşmaz.

Ancak, son derece düşük basınçlar (0.13 ila 13 Pa veya 1×10^{-3} ila 100×10^{-3} torr) hatta VAKUM ortamı gerektirdiği için, BUHAR BİRİKTİRME KAPLAMALARIN bir vakum odacığı içerisinde uygulaması mümkündür. Bu nedenle, bu kaplamalar son derece yüksek teknolojiye sahip cihaz ve ekipmanların oluşturduğu sistemler içinde uygulanabilir.

3. KULLANILDIĞI SEKTÖRLERE GÖRE

3.1. ALTYAPI Kaplamaları & Boyaları (Infrastructure Coatings & Paints)

Enerji, Ulaşım, Telekomünikasyon sektörleri ve Köprü, Baraj ve Su Arıtma Tesisleri gibi tesislerinin inşaatında çoğunlukla Karbon Çelik ve Çelik alaşımları ile birlikte Paslanmaz ve Alüminyum metaller kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu yapılarda Beton ve benzeri inşaat malzemeleri de sıkça kullanılmaktadır. Bu inşaat malzemelerini korumak için buldukları ortam (yeraltı, yerüstü, kimyasal daldırma gibi) ve hizmet ömürlerine (0-7, 7-15, 15-25 ve 25 sene üstü gibi) bağlı olarak seçilecek ORGANİK ve İNORGANİK BOYALAR & KAPLAMALAR kullanılabilir. Aynı zamanda daha agresif koşullar için, TERMAL SPREY veya GALVANİZLİ kaplamalar da - çeşitli faktörler göz önüne alınarak – tercih edilebilir.

3.2. BORU-HATTI Kaplamaları & Boyaları (PIPELINE Coatings & Paints)

Genelde YERALTI içinde inşa edilen ve içinde çeşitli sıvı ve gaz materyalleri taşıyan BORU-HATLARI yüzeylerini korumak için, aşağıdaki 3 ana sınıfta boya ve kaplama tercih edilmektedir:

1. Toz Epoksi Kaplama
2. Sıvı Polimerik
3. PETROL Türevli Bantlar ve Sargılar (Petrolatum Tapes)

Bu kaplamalar ve boyalardan beklenen genel özellikler KOROZYON ve AŞINMA dayanımı olmak ile birlikte KATODİK KORUMA sistemleri ile birlikte uyumlu çalışmaları; herhangi bir KATODİK KALKAN (Shielding) oluşturmamaları beklenmektedir.

3.3. ENDÜSTRİYEL Kaplamalar & Boyalar (INDUSTRIAL Coatings & Paints)

Petrol, Petrokimya, Plastik, Çimento, Kozmetik ve Madencilik gibi alt-sektörleri barındıran bu sektör 2 ana sınıfta incelenebilir:

1. Hafif Endüstriyel
2. Ağır Endüstriyel

Bu sektörlerde ana inşa malzemesi olarak Beton ve Çelik inşa malzemeleri kullanıldığı için bu yüzeylere uygun sıvı boya veya organik, inorganik ve metalik kaplamalar, içinde bulunacağı koşullar (sıcaklık, nem, UV, kimyasallar gibi), beklentiler (Korozyon, Aşınma veya Sürtünme direnci gibi) ve yasal sınırlamalar (solvent emisyonları regülasyonları, ağır metal yasağı gibi) doğrultusunda seçilebilmektedir. Bu konuda faydalanabilecek uluslararası standartlar ve rehber dokümanlar olduğu gibi, konu ile ilgili uluslararası mesleki derneklerin dergi, bülten ve kitap gibi yayınlarında da son derece faydalı bilgiler elde edilebilir.

3.4. DENİZCİLİK ve OFFSHORE Kaplamaları & Boyaları (MARINE & OFFSHORE Coatings & Paints)

DENİZ KUYUSINDAKİ (İskele, rıhtım, tersane ve sahil kenarındaki diğer yapılar gibi), DENİZ-ÜSTÜ (feribot, gemi ve tanker gibi) , DENİZ-ALTI (askeri ve sivil denizaltı araçları gibi) ve OFF-SHORE (Petrol, doğalgaz çıkarma platformları gibi) yapıları, şu nedenlerden dolayı **DENİZCİLİK ve OFFSHORE Kaplamaları & Boyaları** (MARINE & OFFSHORE) ile korunmalıdır:

- Deniz suyunun asidik ortamı
- Deniz canlılarının kirlenmesi (fouling)
- Okyanus ve açık denizlerdeki sert hava koşulları (rüzgâr, dalga ve aşırı sıcak-soğuk farkları gibi)

Bu boya ve Kaplamalar ENDÜSTRİYEL KAPLAMA ve BOYALARA benzemek ile birlikte, yukarıda bahsedilen FOULING kirlenmesinden korunmak için ANTI-FOULING olarak bilinen özel boya ve Kaplamalar sadece bu sektörel özgü KORUYUCU BOYALAR ve KAPLAMA ürünleri olarak kullanılmaktadır.

3.5. ELEKTRONİK ve BİLGİSAYAR Kaplamaları & Boyaları (CONFORMAL Coatings & Paints)

ELEKTRONİK ve BİLGİSAYAR sektöründe üretilen cihaz ve aksesuarlarının özellikle içindeki Baskı Devre Kartlarının (*Printed Circuit Board - PCB*) korunması gerekmektedir. Zira bu koruma yapılmaz ise, Baskı Devre Kartları çevresindeki dış etkenler (aşırı sıcaklık, nem, toz ve kimyasallar gibi) nedeniyle, devreler çok çabuk arıza yaparak (kısa devre gibi), elektronik alet veya bilgisayar iş göremez hale gelebilir.

Bu nedenle, genellikle 25-250 µm film kalınlığında sıvı veya sprey (aerosol) şeklindeki polimer bir kaplama; fırça, sprey atomizasyon, dispense edilerek veya daldırma yöntemiyle PCB yüzeylerine uygulanır. Bu tür kaplama ve boyalar, KONFORMAL (*CONFORMAL*) KAPLAMALAR ve BOYALAR olarak da bilinir. Bu kaplamalar Akrilik, Silikon, Üretan ve Parylene kimyasalları bazlı olabilmektedir.

3.6. HAVACILIK ve UZAY Kaplamaları & Boyaları (AEROSPACE Coatings & Paints)

Hem sivil hem de askeri alanda kullanılabilen drone, helikopter ve uçak gibi hava taşıtları, hem de roket, uydu ve shuttle gibi uzay araçlarını istenmeyen dış etkenler (aşırı sıcaklık farkları, UV, IR ve diğer radyasyon türleri, nem, sürtünme ve aşınma) dayanabilmesi için yapılan kaplamalara **HAVACILIK ve UZAY Kaplamaları & Boyaları** denilmektedir.

HAVACILIK ve UZAY Kaplamaları & Boyalarında hem koruma performansı, hem esneklik, hem de hafiflik son derece önemlidir. Bu nedenle; ORGANİK, İNORGANİK veya METALİK kaplamalar ve boyalar bu sektöre özel olarak formülize edilmekte ve ENDÜSTRİYEL ve MARİNE sektörlerine göre daha hassas uygulamalar ile farklı METAL (genelde Alüminyum ve Çelik) ve KOMPOZİT (Karbon-fiber ve Fiber-glass gibi) yüzeylere daha ince film kalınlıklarında (genelde 10-30 mikron arası) uygulanmaktadır.

Bu kaplamaların / boyaların çoğu Alüminyum veya alaşımlarının yüzeylerine uygulanacağı için, **HAVACILIK ve UZAY Kaplamaları & Boyaları uygulamasından önce bir DÖNÜŞÜM / GEÇİŞ ASTARI (*Conversion Coating*)** gerekebilir.

3.7. İNŞAAT/MİMARİ Kaplamaları & Boyaları (ARCHITECTURAL Coatings & Paints)

Yaşadığımız binaların, ticaret merkezlerinin ve evlerimizin iç / dış cephelerinde karşılaşılabilecekleri dış etkenlerden (sıcaklık, nem, güneş ışığı, tuzlar ve çeşitli kimyasallar gibi) korumak ve yaşadığımız yerleri daha güzel estetik hale getirmek için beton, mermer, çelik hatta ahşap gibi inşaat malzemesi yüzeylerine uygulanan kaplamalara **İNŞAAT/MİMARİ Kaplamaları & Boyaları (ARCHITECTURAL COATINGS&PAINTS)** genel ismi verilmiştir.

Bu Kaplamalar ve Boyalar ile duvar, çatı ve panellerin iç ve dış yüzeylerin dışında, estetik ve prestij gibi beklentiler de, İNŞAAT/MİMARİ Kaplamaları & Boyaları kullanımını tetiklemektedir.

Bu Kaplamalar ve Boyalar, ORGANİK, İNORGANİK veya METALİK esaslı olabileceği gibi, SOLVENT-BAZLI ve SU-BAZLI olarak da sınıflandırılabilir. ENDÜSTRİYEL Kaplamalar ve Boyalardan farklı olarak bu sektörde özellikle renk ve desen konuları, kaplama ve boya seçiminde daha ön plandadır. Ancak özellikle BETON yüzeyler için ALKALINE/BAZİK kimyasal dayanım, kaplama ve boyalarda olması gereken zorunlu bir özelliktir. Klasik su-bazlı ve solvent-bazlı boyalar dışında VİNİL KAPLAMA ve ALUMİNYUM CEPHE GİYDİRME gibi alternatif kaplamalar, kullanılacağı bina ve koşullarına daha uygun olabilmektedir.

Son yıllarda EPA, SCAQMD, OTC ve Avrupa Birliği Emisyon Direktifleri ve “*Leadership in Environmental and Energy Design – LEED*” gibi enerji verimliliği sertifikası programları nedeniyle şu trendler öne çıkmaktadır:

- Çevreye daha az veren
- Kokusu olmayan
- Bio-bozunumlu
- Düşük solventli veya solventsiz

İNŞAAT/MİMARİ Kaplamaları & Boyaları uygulamaları fırça ve rulo gibi basit el aletleri ile yapılabildiği gibi, Püskürtme / sprey metodu ile de yüzeylere uygulanabilmektedir. Ayrıca, el ile serme yöntemi ile uygulanan duvar kağıdı veya membran tipi kaplamalar da mevcuttur.

3.8. OTOMOTİV Kaplamaları & Boyaları (AUTO Coatings & Paints)

Hususi ve ticari amaçlı kullandığımız motorlu araçlarımızın iç ve dış yüzeylerini (ana gövde, gövde-altı, tamponlar, zemin, yürüyen mekanik aksam ve motor bloğu gibi) sıcaklık, nem, deniz tuzu, toz, güneş ışığı, asit yağmuru ve diğer kimyasallar gibi dış etkenlerin olumsuz etkilerinden koruyarak ömürlerini uzatan ve hatta araçlarımıza ilave özellikler kazandıran sıvı veya katı koruyucu materyallere **OTOMOTİV Kaplamaları & Boyaları** denilmektedir.

1908 senesinde dünya üzerindeki ilk seri üretim otomobil olan Ford Model T arabasının, sadece siyah renkte üretilmesinin üzerinden 100 yılı aşkın süre geçmiştir. Artık otomobillerde siyah renk boya dışında birçok opak, sedefli ve metalik renk kullanılmaktadır. Bu değişik renkteki boyalar, esasında ENDÜSTRİYEL BOYALAR oldukça benzer; çok çeşitli su-bazlı veya solvent-bazlı Alkid, Akrilik, Üretan, Epoksi ve PVC gibi reçineler vasıtası ile sıvı veya toz halde genelde havalı ve elektrostatik sprey sistemleri ile otomobil yüzeylerine uygulanmaktadır. Bu boyaların ENDÜSTRİ segmentindeki boyalardan başlıca farkları ise, **daha ince film kalınlığına (100 µm - 0.1mm civarındaki kalınlıklar)** sahip olmaları, **daha az zararlı kimyasallar** (daha düşük VOC ve HAPS) ve **UV, IR ve EB ışın kürleme (radiation curing)** gibi inovatif kuruma ve kürleme teknolojilerine sahip olmaları olarak sıralanabilir.

Yukarıdaki bahsedilen Koruyucu **OTOMOTİV Boyaları** dışında, şu kaplamalar da **OTOMOTİV Kaplamaları** olarak kullanılmaktadır:

- Şeffaf Vernik
- Cila (Wax)
- Su-Sızdırmazlık Maddeleri (Sealer)
- Kataforez (E-Coat)
- Sıcak-Daldırma Galvaniz
- Elektro-Galvaniz
- Seramik Kaplamalar
- Titanyum Kaplamalar

3.9. ZEMİN Kaplamaları & Boyaları (FLOOR Coatings & Paints)

Daha çok endüstriyel (fabrika, atölye ve hastane, postane gibi kamu hizmet alanları) veya ticari amaçlı (mağaza, showroom, galeri, ambar ve depo gibi) kullanılan BETON zemin yüzeylerinin, üzerindeki ağır trafik nedeniyle aşınma, kimyasal kontaminasyon ve tozuma gibi çeşitli dış etkenlerden korumak ile birlikte güzel görünüm ve estetik hale getirmek için kullanılan materyallere **ZEMİN Kaplamaları & Boyaları** denilmektedir. Ayrıca bu kaplamalar REÇİNEMSİ (Resinous) ZEMİN KAPLAMALARI da denilmektedir.

Bu boyalar ve boyalar çok çeşitli madde ve kimyasallardan meydana gelebileceği gibi, genel olarak şu 3 sınıfta incelenebilir:

1. Organik boya esaslı zemin kaplamaları
2. Sızdırmazlık Malzemeleri
3. Emprenye Malzemeleri

Diğer boya ve kaplamalardan farklı olarak, bu boyalar ve kaplamalar için YÜZEY HAZIRLIĞI son derece kritiktir. BETON yapı malzemesinin boşluklu yapısı ve kullanılan BETON katkı maddeler nedeniyle, eğer yeterli derecede yüzey temizliği ve ön-hazırlığı yapılmazsa, ZEMİN Kaplamaları & Boyaları yeterli performansı sergileyemez hatta erken kabul edilen bir zamanda boya/kaplama filminde balık-gözü, kabarcıklanma, deliklenme (pinhole), soyulma gibi çeşitli kusurlar da meydana gelebilir. (BETON YÜZEY HAZIRLIĞI için **dünyaca kabul edilmiş endüstriyel standartlar** mevcuttur.)

3.10. SAĞLIK ve HİJYEN Kaplamaları & Boyaları (*HEALTH & HYGIENIC Coatings and Paints*)

İçecek, Gıda, Kozmetik ve Hastane tesislerinde zemin, duvar ve ekipman yüzeylerindeki MİKROP, KÜF ve BAKTERİ gibi hastalık yapan ve yayılmasını sağlayan mikro-organizmaları öldüren veya gelişmesini engelleyen koruyucu kaplama ve boyalara **SAĞLIK ve HİJYEN Kaplamaları & Boyaları** denilmektedir. Ayrıca, bu kaplamalar ve boyalar, çeşitli endüstrilerde hassas imalat için TEMİZ ODA (*Clean room*) ihtiyacı olduğunda da gündeme gelmektedir.

SAĞLIK ve HİJYEN Kaplamaları & Boyaları, yapılarındaki BİOSİT denilen özel kimyasallar veya SİLAN, SİLOKSAN gibi kimyasalların morfolojik yapıları sayesinde bu organizmaları öldürürler yahut gelişip yayılmalarını engellerler. SAĞLIK ve HİJYEN Kaplamaları & Boyalarının bir alt-kategorisi olan ANTI-BAKTERİYEL kaplamalar/boyalarda ise, bu mikro-organizmaların duvar ve zemin gibi yüzeylerde yayılması yenilikçi bir yaklaşım olan ENKAPSÜLE FİLM-İÇİ KORUYUCULAR ve GÜMÜŞ iyonları ile engellenmektedir.

Bu kaplama ve boyalarda şu 4 ortak özellikler mevcuttur:

1. Kolay temizlenebilme
2. Yüksek esneklik
3. Pürüzsüzlük ve Yapışmazlık
4. Gümüş, Gümüş-fosfat, Titanyum oksit, Bakır Oksit ve Çinko Oksit gibi anti-bakteriel ajanlar

SAĞLIK & HİJYEN Kaplamaları & Boyaları, klasik MİMARİ veya ENDÜSTRİYEL Boyalar ile benzer reçinelere sahiptir; bu nedenle uygulama ve kontrol aşamaları son derece benzerdir. Ancak, bu Kaplamalar ve boyaların gıda gibi bazı sektörlerde HACCP gibi sertifikalara sahip olması gerekmekte ve bu nedenle özel HİJYEN testlerine tabi tutulması gerekmektedir.

3.11. ASKERİ ve SİLAH Kaplamaları & Boyaları (*MILITARY & WEAPON Coatings & Paints*)

Savaş ve terörist ataklarda kullanılan son derece gelişmiş kimyasal ve biyolojik silahlara dayanım başta olmak üzere; yanma, patlama ve nükleer radyasyona dayanım gibi özel durumlara dayanımı sağlayan kaplamalara **ASKERİ ve SİLAH Kaplamaları & Boyaları** (*MILITARY & WEAPON COATINGS & PAINTS*) denir.

Özellikle, kimyasal ajanlara dayanımlı kaplamalar (*CARC: Chemical Agent Resistant Coatings*) ABD ordusunda son derece önem verilmektedir ve ABD ordusundaki tüm taktik ve savaş araçlarına CARC Kaplamaları uygulanarak, cephedeki askerlerin özellikle biyolojik ve kimyasal saldırılardan korunması amaçlanmaktadır. CARC ve benzeri şartname esaslı boya/kaplama sistemleri, ABD'de MIL Spesifikasyon ve standartlarının belkemiğini oluşturmaktadır.

ASKERİ ve SİLAH Kaplamaları & Boyaları aslında ENDÜSTRİYEL veya MARİNE Kaplamalar gibi, Korozyon ve benzeri doğal yaşlanma koşullara dayanması beklenirken, aynı zamanda Çevre-dostu olması; Krom, Kadmiyum gibi ağır metalleri içeriğinde barındırmayan ve solventsiz veya düşük solvente sahip olan boya ve kaplamaların kullanılması, yeni trendler arasındadır.

Yeni trendler arasında, tamamen görünmez olma (*Stealth*) veya ortama kamufle olabilme özelliği kazandırması ile birlikte elektromanyetik ve ısı dalgalarını emebilme özellikleri, gelecek yıllarda bizleri bekleyen yeniliklerdir.

3.12. YANGIN-DAYANIMLI Kaplamalar & Boyalar (*FIREPROOFING Coatings & Paints*)

Koruduğu yüzeylerdeki yangına karşı ilave dayanım sağlayabilen, yangını kontrol altına alabilen veya yayılımını yavaşlatan koruyucu kaplama ve boyalara, **YANGIN-DAYANIMLI Kaplamalar & Boyalar** (*FIREPROOFING Coatings & Paints*) denilmektedir.

Başlıca şu 4 ana kategoride ürünler mevcuttur:

1. SU / SOLVENT bazlı Boyalar
2. BETONUMSU Kaplamalar
3. INTUMESAN Kaplamalar ve Boyalar
4. REFRAKTER ve Benzeri Kaplamalar

Aynı zamanda Pasif Yangın Koruma (*FPF: Passive Fire Protection*) olarak da bilinen bu boyalar ve kaplamalar, yangına direk müdahale etmemekte; sadece yapı malzemeleri **belirli bir sıcaklığın altında tutarak -binanın bütünlüğünü kaybetmesinin önüne geçerek** - o bina veya alandaki insanları güvenli bir biçimde tahliye edilebilmesi için zaman kazandırmaktadır.

Örneğin, duvar, zemin ve elektrik devreleri için yüzeylerin 140°C'nin altında tutmak veya bina içinde kullanılan çelik elemanların sıcaklığı kritik 550°C'nin altında tutarak, bu malzemelerin görevlerini yerine getirmelerine olanak tanımak YANGIN-DAYANIMLI Kaplamalar & Boyaların esas amacıdır.

Bu tip boyalar/kaplamaları uygulamak için fırça, rulo, inşaat malası, havalı/havasız boya pompaları gibi ekipmanlar gerekebilir. Ancak, seçilecek boya tipine özelinde (Örn. **Epoksi esaslı İntumesan**) uygulama sırasında özel püskürtme ekipmanları ve bu konuda sertifikalı uygulamacı boya ekibi gerektirebilir.

YANGIN-DAYANIMLI Kaplamalar & Boyaların seçimi, uygulaması ve kontrol/denetim/enspeksiyonu uluslararası alanda standartlar ve yönetmeliklerce son derece iyi tarif edilmiş olup, detaylı yangın mühendisliği projelerinde gidecek kaplama & boya miktarı için özel bilgisayar programları kullanmak faydalı olacaktır.

Yukarıda;

- İÇERİĞİNE
- UYGULANIŞI / UYGULAMA METOTLARINA ve
- KULLANILDIĞI SEKTÖRLERE

göre kategorilere ayırdığımız KORUYUCU KAPLAMALAR ve BOYALAR, bünyesinde çok sayıda değişken ve alt-başlıklar içerdiği için, bu yazıda **son derece ÖZET teknik ve ticari bilgilere** yer verilmiştir!

SONSÖZ

KORUYUCU KAPLAMALAR ve BOYALARI içeren projeler, ancak **konuyu iyi bilen profesyoneller tarafından** uluslararası kabul görmüş mesleki organizasyonlar ([ASTM](#), [AWS](#), [DNV](#), [IMO](#), [ISO](#), [EN](#), [NACE](#), [NORSOK](#) ve [SSPC](#) gibi) tarafından yayınlanmış **endüstriyel standartlar ve rehber dokümanlar eşliğinde** ve yaşanan olumlu/olumsuz **saha tecrübeleri yardımıyla** doğru-düzgün biçimde yönetebilir / icra edilebilir. Özellikle, KORUYUCU KAPLAMALAR ve BOYALAR **seçimi, yüzey hazırlığı, uygulanması, son kontrol, denetim ve enspeksiyon** aşamaları ile ilgili sorularınız ve teknik destek taleplerinizi, aşağıdaki email adresi ve [TWITTER](#) ve [LINKEDIN](#) gibi sosyal medya kanalları aracılığı ile tarafımıza iletebilirsiniz.

Güzel ve verimli bir gün dileği ile...

Tolga DIRAZ, PCS.

Koruyucu Boyalar&Kaplama Uzm./ Kimya Müh.

SSPC Protective Coating Specialist # 2011-231-127

NACE Coating Inspector Level 3 ; SSPC Protective Coating Inspector

<http://www.korozyondoktoru.org/>

+90 532 361 8031

