

Paslanmaz Çeliklerin Renklendirilmesi



Euro Inox

Euro Inox, paslanmaz çelik için Avrupa pazarını geliştirme birliğidir.

Euro Inox'un üyeleri arasında şunlar bulunmaktadır:

- Avrupa'daki paslanmaz çelik üreticileri
- Ulusal paslanmaz çelik geliştirme birlikleri
- Alışım elementi endüstrilerini geliştirme birlikleri.

Euro Inox'un öncelikli hedefi, paslanmaz çeliklerin eşsiz özellikleri hakkındaki bilinci oluşturmak ve paslanmaz çeliklerin hem mevcut uygulamalardaki hem de yeni pazarlardaki kullanımını daha ileri götürmektir. Bu amaç doğrultusunda Euro Inox, mimarların, tasarımcıların, uzmanların, imalatçıların ve son kullanıcıların malzemeyi daha iyi tanıyabilmeleri için konferanslar ve seminerler organize etmekte, basılı ve elektronik formatta kılavuzlar yayımlamaktadır. Euro Inox ayrıca teknik araştırmaları ve pazar araştırmalarını da desteklemektedir.

ISBN 978-2-87997-369-2

978-2-87997-359-3	İngilizce çeviri
978-2-87997-360-9	Çekçe çeviri
978-2-87997-361-6	Flemenkçe çeviri
978-2-87997-362-3	Fince çeviri
978-2-87997-363-0	Fransızca çeviri
978-2-87997-364-7	Almanca çeviri
978-2-87997-365-4	İtalyanca çeviri
978-2-87997-366-1	Lehçe çeviri
978-2-87997-367-8	İspanyolca çeviri
978-2-87997-368-5	İsveççe çeviri

Tam üyeler

Acerinox
www.acerinox.com

Aperam
www.aperam.com

Outokumpu
www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni
www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta
www.nirosta.de

Ortak üyeler

Acroni
www.acroni.si

British Stainless Steel Association (BSSA)
www.bssa.org.uk

Cedinox
www.cedinox.es

Centro Inox
www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
www.edelstahl-rostfrei.de

International Chromium Development Association (ICDA)
www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOA)
www.imoa.info

Nickel Institute
www.nickelinstitute.org

Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)
www.turkpasder.com

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)
www.puds.pl

Swiss Inox
www.swissinox.ch

Paslanmaz Çeliklerin Renklendirilmesi
Birinci Baskı 2011
(Malzemeler ve Uygulamaları Serisi, Cilt 16)
© Euro Inox 2011

Yayımcı

Euro Inox
Diamant Building, Bd. Aug. Reyers 80
1030 Brüksel, Belçika
Tel. +32 2 706 82 65
Faks +32 2 706 82 69
Email: info@euro-inox.org
Internet: www.euro-inox.org

Yazar

Alenka Kosmač, Brüksel (B)

Tercüme

Dr. Caner Batıgün, Ankara, Türkiye

Teşekkür

Euro Inox, taslak yayım üzerindeki eleştirel okuma ve katkılarından dolayı Mrs. Catherine Houska, TMR Pittsburgh, PA (USA)'ya teşekkürlerini sunmaktadır.

Kapak fotoğrafları

Steel Color S.p.a., Pescarolo Ed Uniti (I) (solda)
Inox-Color GmbH, Walldürn (D) (sağ altta)

Bildirim

Euro Inox bu dokümanda sunulan bilgilerin teknik açıdan doğruluğunu sağlamak için her türlü çabayı göstermiştir. Fakat, okuyucunun burada mevcut materyalin sadece genel bilgi amaçlı olduğunu algılaması tavsiye edilmektedir. Euro Inox, üyeleri, çalışanları, danışmanları ve çeviri yapan kişi veya kuruluşlar işbu yayında sunulan bilgilerin kullanılması nedeniyle oluşabilecek herhangi bir kayıp, hasar veya ziyana bağlı hiçbir yükümlülük veya sorumluluk kabul etmeyeceklerini özellikle bildirirler.

İçindekiler

1	Giriş	2
2	Elektro-kimyasal renklendirme	3
2.1	Korozyon direnci	6
2.2	Işık ve hava etkisiyle yaşlanma	8
2.3	Elektrolitik olarak renklendirilmiş paslanmaz çelikler için uygulamalar	8
3	Yüzeyin karartılması	9
4	PVD kaplamalar veya püskürtülmüş renk	10
5	Rulo kaplama	12
6	Boyama	14
7	Metalik kaplamalar	16
8	Renklendirilmiş ve boyalı paslanmaz çeliklerin temizlenmesi	17
8.1	İlk temizlik	17
8.2	Rutin temizlik	17
8.3	Vandalizm, kazalar ve iyileştirici temizlik	18
9	Renklendirilmiş paslanmaz çelik mamullerin belirtilmesi	19
10	Referanslar	20

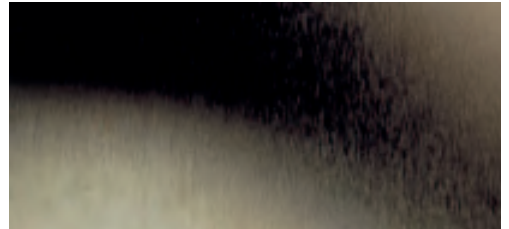
Telif hakkı uyarısı

Bu çalışma telif haklarına tabidir. Euro Inox, herhangi bir dilde çeviri, yeniden basım, resimlerin, ifadelerin ve yayının yeniden kullanımı konusundaki bütün haklarını elinde tutmaktadır. Bu yayının hiçbir kısmı, telif hakkı sahibi olan Euro Inox, Lüksemburg'un yazılı izni olmaksızın yeniden üretilemez, bilgi deposunda saklanamaz ve hiçbir şekilde elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt veya diğer yöntemlerle herhangi bir biçime aktarılamaz. İhlaller yasal işleme tabi tutulacak olup, ihlalden kaynaklanan maddi zararların yanı sıra maliyet ve yasal ücretler konusunda da sorumluluk doğar ve Avrupa Birliği dahilinde Lüksemburg telif hakları yasa ve tüzüğüne kovuşturma yasası kapsamına girer.

1 Giriş

Paslanmaz çelik söz konusu olduğunda, renk seçeneğini gümüş rengi ile sınırlamanın bir nedeni kalmamıştır. Artık hem opak hem de yarı saydam renklerde geniş bir renk yelpazesi bulunmaktadır. Ayrıca, alttaki sonlama deseni de görülür kalabilmekte ve estetik çekiciliğe katkı sağlamaktadır. Paslanmaz çeliğin üstün korozyon direnci, renklendirilmiş paslanmaz çeliği zorlu uygulamalar için mükemmel, sürdürülebilir bir malzeme seçeneği haline getirmektedir [1].

Paslanmaz çelikler, bir dizi eşsiz özelliğe sahip olan bir malzeme ailesidir. Bunlar, yüzeylerindeki pasif bir film tarafından korunmakta olup, bu tabaka çelikteki krom ve atmosferdeki oksijen arasındaki bir reaksiyon sonucunda meydana gelmektedir. Paslanmaz çelikler, seçilen tür ortama uygun olduğu müddetçe korozyona karşı ilave bir yüzey koruması gerektirmezler. Orijinal yüzey, kaza ile çizildiğinde veya sonlama esnasında bilerek aşındırılarak hasar gördüğünde, film tabakası oksijen mevcut olan ortamlarda kendini hemen tamir edebilmektedir. Bu dokümanın açıkladığı gibi, koruyucu tabaka metalik renkler üretmek için kimyasal proseslerle modifiye de edilebilir. Tabaka ayrıca elektroliz ile sertleştirilebilir niteliktedir.



Pasif filmin kontrollü biçimde kalınlaştırılması, renkler olarak algılanan ışık girişim etkileri üretmektedir.

2 Elektro-kimyasal renklendirme

Paslanmaz çelik yüzeylerin kromik ve sülfürik asit içeren sıcak bir çözelti içerisinde veya oksitleyici bileşenler içeren sıcak bir alkali çözelti içerisinde işlem görerek renklendirilebildiği uzun zamandır bilinmektedir. Prosesleri ticarileştirmek amacıyla çok sayıda deneme gerçekleştirilmiş fakat bu yolla renklendirilen filmler yeterli aşınma direnci sağlamak üzere çok yumuşak ve gözenekli bulunmuştur [2].

Paslanmaz çeliğin renklendirilmesindeki ilk atılım 1972’de krom oksidin anodik elektriksiz depozisyonuna dayanan Inco-prosesi olarak bilinen bir renklendirme metodu ile gerçekleşmiştir.

O tarihten bu yana paslanmaz çeliği renklendirmek üzere bu proses dahilinde, malzemeyi sıcak bir kromik-sülfürik asit çözeltisine daldırıp ardından diğer bir asit çözeltisi içerisinde katodik sertleştirme işlemine tabi tutmayı kapsayan, firmaya özgü çok sayıda varyasyon geliştirilmiştir. Bu işlem, paslanmaz çeliğin özelliklerine zarar veren pigment veya renklendirme ajanları içeren herhangi bir ilave katman uygulamamaktadır. Renklendirme prosesi, paslanmaz çeliğe korozyon direncini veren pasif krom-oksit tabakasını kimyasal olarak kalınlaştırmaktadır. Renkler, ışık dalgaları şeffaf pasif tabakadan geçerken meydana gelen girişim tarafından üretilmektedir [3].

Östenitik paslanmaz çelik, bu elektro-kimyasal veya girişimle renklendirme prosesi-ne özellikle uygundur. Çeliğin asit çözeltisi içerisinde daldırılma süresi, yüzey filminin kalınlığını, ışık dalgalarındaki girişimi (veya filtrelenmeyi) ve yoğun yansıtılan renk etki-



sini – bir yüzey üzerindeki sabun ya da yağın oluşturduğu gök kuşağı girişim etkisine benzer şekilde - belirlemektedir. Film içerisinden geçen renk etkilerine ait özgün aralık (bronz, altın, kırmızı, mor, mavi ve yeşil) film kalınlığının 0.02 μm ’den 0.36 μm ’ye kadar artırılmasına karşılık gelmektedir. Ferritik paslanmaz çelikler bu prosesle sadece koyu gri olarak renklendirilebilmektedir.

Viyana’da turistlerin rağbet ettiği noktalarda renklendirilmiş paslanmaz çelikte kaplanmış büfeler bulunabilmektedir.

Altın renkli paslanmaz çelik, lobi alanlarına lüks bir dokunuş vermektedir. Fotoğraf: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (I)

Görülen renk, ışığın açısına göre değişmektedir.



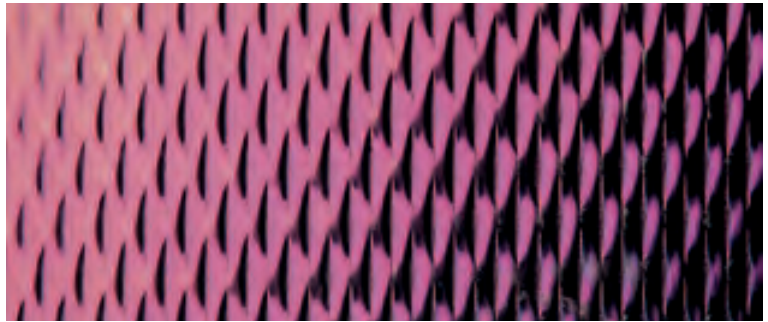
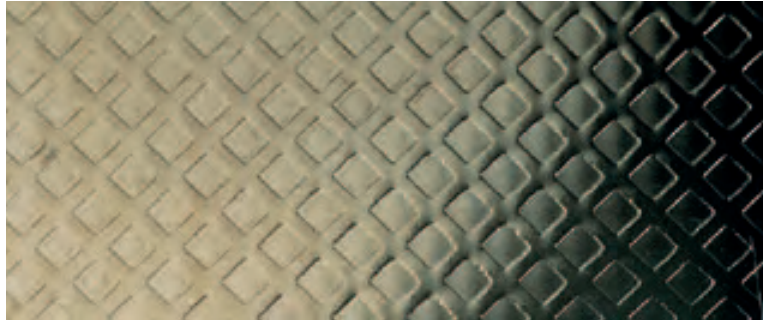
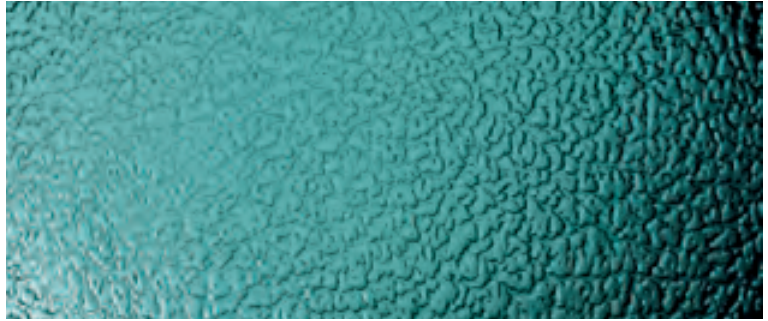
Renksiz olduğundan, krom oksit tabakası ultraviyole ışınının soldurma etkisine karşı duyarlı değildir. Ayrıca, renklendirme süreci pigmentler içermediğinden, renklendirme sonrasındaki fabrikasyon süreçleri filmi parçalamadan uygulanabilmektedir. Bükme işleminde, örneğin, asal film büküm kenarlarında incelmekte, bu ise renk derinliğini önemsiz miktarda azaltmaktadır [4]. Renk eşit biçimde uygulanabilmekte veya gök kuşağı etkisi vermek üzere bilerek değiştirilebilmektedir. Renkte hafif farklılıklar olabileceğinden geniş yüzeyler için renklerin aralığını gösteren örnekler elde etmek önem taşımaktadır. Renk, ışığın saydam pasif film içerisinden yansıtıldığı yola bağlı olduğundan, yüzeyin izlendiği açı görülen rengi değiştirebilmektedir. Aynı nedenle, panellerin kavislendirilmesi veya biçimlendirilmesi de paslanmaz çeliğin görülen rengini değiştirecektir. Bu durum, tasarım esnasında dikkate alınmalıdır. Daha büyük panellerin kavislendirilmesiyle elde edilen

renk değişimi bir tasarım elemanı olarak da kullanılabilir [1]. Geniş kavisli bir yüzey üzerinde çok düzenli bir renk dağılımı istenildiğinde, yüzeyi bölmek ve düzgün bir görünüm elde etmek üzere küçük yassı paneller kullanılmaktadır.

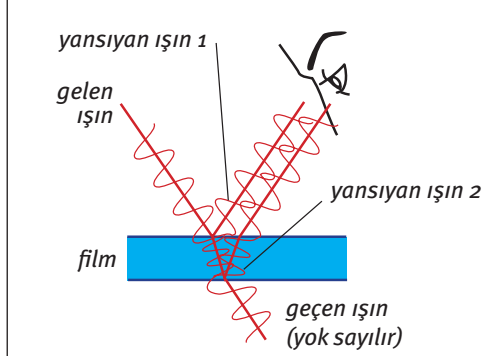
Pasif yüzey filminin saydam olması sebebiyle, altta yer alan katmanın sonlanma biçimi nihai görünümü etkilemektedir. Örneğin, mat bir sonlama bastırılmış mat bir renk ile sonuçlanırken, ayna parlaklığında bir yüzey parlak renkli bir görünüm verecektir. Boyalı yüzeylerin aksine, renk güneş ışığına maruz kaldığında zaman içerisinde soluklaşmaktır. Bununla birlikte, yüzey çizilme, fabrikasyon veya korozyon sebepleriyle hasar gördüğünde tamir edilememektedir [4].

Renk, aşınma ile de giderilebildiğinden, yoğun trafik bulunan alanlar veya rüzgârla üflenen aşındırıcıların mevcut olduğu yerler gibi kazara veya kasıtlı hasarların görülebileceği yerlerde kullanılmamalıdır [2, 5]. Paklama, dağlama ve elektro-parlatma renklendirilmiş yüzeyi giderecektir.

Bu prosesle renklendirilen paslanmaz çelik, yüzeyi tahrip etmeden kaynak yapılamaz. Bu ısı hasarı sebebiyle, kaynak ve sert lehimleme işlemlerinden kaçınılmalı ya da bunlar görülen alanların dışında uygulanmalıdır. Renklendirilmiş yüzeyler üzerinde, özel yumuşak lehimler ve pastalar yardımıyla, bir miktar yumuşak lehimleme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Kürlleme sıcaklıkları çok yüksek olmadığı müddetçe, yapıştırarak bağlama sınırsız uygulanabilmektedir. Vidalama, perçinleme ve kenetleme uygun mekanik bağlama metotlarıdır [3].



Orijinal yüzey ve buna ait yansıtma kabiliyeti, elektro-kimyasal renklendirme işleminden etkilenmemektedir.



Işık girişiminin prensibi

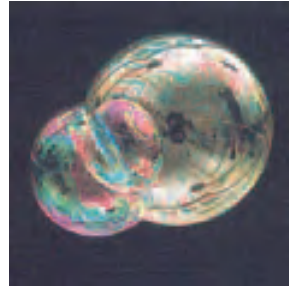
Işın 1 ve 2 girişim oluşturmaktadır

Film içerisindeki dalga boyu daha kısadır:

$$l' = l / n$$

n = filmin kırılma indeksi

Işın 1, 180 derecelik bir faz değişimine uğrar



Sabun filmindeki ışık girişimi



Tavus kuşu tüylerindeki renkli parlaltılar, karmaşık tabakalı bir yüzeyden yansıtılan ışık tarafından oluşturulmaktadır.

Kaynak: <http://www.mwit.ac.th/>

2.1 Korozyon direnci

Renklendirilmiş yüzeyin korozyon direnci, belirtilen paslanmaz çeliğe bağlıdır. Proses, pasif tabakayı güçlendirdiğinden, elektro-kimyasal olarak renklendirilmiş paslanmaz çelik çukurcuk (pitting) korozyonuna karşı renklendirilmemiş yüzeylere kıyasla daha yüksek bir başlangıç direnci gösterecektir. Bununla birlikte, araştırmalar bu ufak iyileştirmenin uzun vadeli performansı etkilemediğini göstermiştir [6]. Bir paslanmaz çelik türü verilen bir ortam içerisinde korozyon sergilemeye eğilimliyse, bu durum renklendirilmiş yüzey üzerinde de görülecektir. Hafif korozyon lekelenmelerinin genelde görünüme zarar vermeden giderilebildiği renklendirilmemiş sonlamaların aksine, renklendirilmiş yüzeylerdeki hafif korozyon dahi kalıcı renk değişimlerine yol açabilmektedir. Korozyon ürününün giderilmesi, aynı zamanda rengi de giderecektir. Bu nedenle renklendirilecek paslanmaz çelik, maruz kalacağı ortamda hiçbir korozyon meydana gelmeyecek şekilde seçilmelidir [3]. Mimari uygulamalara özgü paslanmaz çelikler üzerine rehberlik bilgileri veren kaynaklar mevcuttur [7, 8].

Tablo 1'de görüldüğü gibi, bilinen gıda ve konstrüksiyon kimyasallarına kısa ve orta sürelerde maruz kalmak, elektro-kimyasal olarak renklendirilmiş paslanmaz çeliklerin görünümünü değiştirmeyecektir.

Herhangi bir yüzey korozyonu, etkilenen alandaki rengi kalıcı olarak gidereceğinden, korozyonsuz performans sağlayacak bir paslanmaz çelik bileşimi seçmeye büyük özen göstermek zorunludur.

Tablo 1: Renklendirilmiş 1.4301/304'ün çeşitli kimyasal maddelere karşı kimyasal direnci [2]

Kimyasal ajan	Kons. (%)	Sıc. (°C)	Zaman (sa)	Renk		
				Yeşil	Kehribar rengi	Siyah
Çimento suyu	-	50 100	50 10	Ø □	Ø □	Ø □
Sodyum karbonat	5	50 100	50 10	Ø	Ø	Ø
Kostik soda	5	50 100	50 10	Ø	Ø	Ø
Deterjan (nötr)	5	50 100	50 10	Ø	Ø	Ø
Aseton	100	RT*	200	Ø	Ø	Ø
Lake tineri	-	RT*	200	Ø	Ø	Ø
Trikloretillen	-	RT*	200	Ø	Ø	Ø
Soya sosu	-	100	10	Ø	Ø	Ø

Ø Renkte değişim yok □ Renkte hafif değişim var * RT: Oda sıcaklığı

Elektrolitik renklendirilmiş paslanmaz çelik yüzeyler, UV ışınlarına karşı son derece dirençlidir. Fotoğraf: Rimex Metals, Enfield (UK)



Elektro-kimyasal olarak renklendirilmiş paslanmaz çelik Japonya'daki Reiyuuka Shakaden Tapınağında 1975'den bu yana iyi bir performans sergilemektedir. Fotoğraf: Nickel Institute, Toronto (CA)



2.2 Işık ve hava etkisiyle yaşlanma

Ağarabilecek veya solabilecek pigment ya da renklendirme ajanları bulunmadığından, renklendirilmiş paslanmaz çelikler çevresel etkilene bakımından uzun bir ömre sahiptirler. Güneş ışığı veya hava etkilerine maruz kaldığında, renk solmayacaktır. Elektro-kimyasal olarak renklendirilmiş çatı panellerinde 30 yıl sonra bile renk değişimi olmadığı söylenmektedir [1]. Buna ek olarak, renklendirilmiş yüzey çatlamaz veya dökülmez ve yaşlanmaya karşı direnç gösterir [3].



Renklendirilmiş paslanmaz çelik, Banca S. Marino binasının üç boyutlu geometrisini vurgulamaktadır. Fotoğraf: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (I)

2.3 Elektrolitik olarak renklendirilmiş paslanmaz çelikler için uygulamalar

Renklendirilmiş paslanmaz çeliğin özel bir cazibesi, hem yapay hem doğal ışık ile farklı aydınlatma koşulları ve açılar altında renk değişimi göstermesidir. Çoklu panellerin oluşturduğu yüzeyler için saclar arasında iyi bir uyum elde etmeyi garantilemek önemlidir. Renklendirilmiş sac ve panellere ait uygulamalar arasında mimari dış kaplamalar (bina cepheleri, kolonlar, çatı sistemleri, vb.), az-trafikli alanlardaki iç kaplamalar, işaretler, mağaza teşhir panelleri ve heykeller sayılabilir.

Renklendirilmiş paslanmaz çelik çizildiğinde tamir edilemediğinden, en uygun olduğu kullanım alanları çizilme ve aşınmanın nispeten mümkün görülmediği uygulamalardır [9].

Eindhoven (NL) da bulunan Brand Loyalty binasının cephesi, geleneksel olarak çatı kaplamaları için kullanılan kilit geçme (standing seam) tekniği ile inşa edilmiştir. Fotoğraf: Rimex Metals, Enfield (UK)



3 Yüzeyin karartılması

Paslanmaz çelik yüzeyler, bir sodyum dikromat erimiş tuz banyosu içerisine daldırılarak kolaylıkla karartılabilmektedir. Kurulması ve işletilmesi nispeten basit olan bu uygulama otomotiv endüstrisinde paslanmaz çelik parçaları (örneğin cam silecekleri gibi) karartmak için kullanılmakta ve benzer şekilde paslanmaz çelik güneş-kollektör paneli imalatçıları tarafından da yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bütün paslanmaz çelik türlerine uygulanabilen bu proses, çelik yüzeyinde çok ince, düzgün, siyah bir oksit filminin oluşmasına yol açmaktadır. Film normalde mat siyahtır, fakat yağ ve cilalar uygulanarak parlak hale getirilebilmektedir. Kullanım esnasında hiçbir yaşlanma veya renk kaybı eğilimi göstermemektedir. Sünektir, talaşlanma veya pullanma meydana getirmeyecektir. Paslanmaz çeliğin normal tufallenme sıcaklığına kadar ısıya karşı dirençlidir. Karartılmış bir paslanmaz çelik zarar görmeden kısmen deforme edilebilmektedir. Film aşınmaya karşı iyi direnç göstermektedir. Korozyon ve özellikle yoğun aşınma ile uzaklaştırılması mümkündür.

Tuz banyosu yaklaşık 400 °C'da kullanılmakta ve daldırma süresini (5 dakikadan 30 dakikaya kadar) takiben suyla yıkama yapılmaktadır. Güneş panelleri ideal siyahlığa 5 dakika içerisinde ulaşmaktayken, otomotiv giydirmeye parçalarının derin siyah bir renge ulaşması yaklaşık 30 dakika almaktadır [16]. Proses aynı zamanda elektro-kimyasal renklendirme ile elde edilenden daha fazla çizilmeye dirençli bir siyahın istenildiği küçük mimari bileşenlerde ve çatal-bıçak takımı saplarında kullanılmaktadır.



Güneş enerjisi sıcak-su panellerinin soğurucu plakaları karartılmış paslanmaz çelikten yapılabilmektedir. Fotoğraflar: Energie Solaire, Sierre (CH)



Yüzeyi karartılmış paslanmaz çelik, cam silecekleri ve motosiklet dekoratif parçaları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Fotoğraf (üstte): Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (I)

4 PVD kaplamalar veya püskürtülmüş renk



PVD kaplamalar, sert ve çizilmeye dirençli yüzeyler üretmektedir.

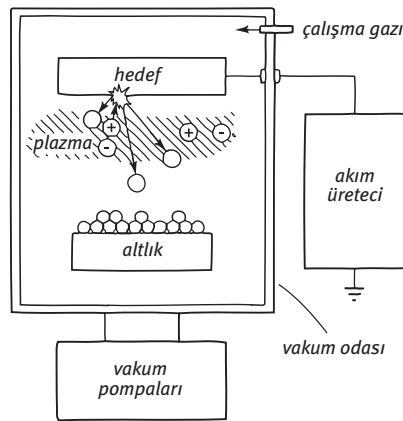
Fiziksel buharla yığıma (physical vapour deposition) (PVD) prosesi, spektrumdaki bütün renklerin kaplama üzerinde elde edilmesine izin vermektedir. Bu metot, geniş metal paneller, musluklar, kapı aksesuarları, cam-kapı çerçeveleri ve tüketici ürünleri gibi uygulamalardaki estetik etkiler için popüler bir seçenek teşkil etmektedir. Buharla yığılmış kaplamalar ayrıca endüstriyel veya tüketici bazlı uygulamalar için de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzey, büyük ölçüde geliştirilmiş aşınma, sürtünme ve sertlik özelliklerine sahip olmakta ve kaplama aynı zamanda çok tutarlı, düzenli ve uzun ömürlü bir renk temin etmektedir. Elektro-kimyasal prosesin aksine, yüzey rengi bakış açısı ile değişmemektedir. Aynı zamanda, çizilmeye karşı çok daha dirençlidir.

Fiziksel buharla yığıma (physical vapour deposition) (PVD) yüzeylerin (metal saclar, kesici takımlar, bağlantı elemanları, cam, yarı iletken yongaları ve hatta tüketici ürün ambalajları gibi) üzerine ince filmlerin yığıldığı bir proses metotları ailesini tanımlamak

üzere kullanılan genel bir terimdir. Kaplanacak malzeme buharlaştırılır ve takiben altlık yüzeyine yığılır. Kaplama malzemesini eritmek için çeşitli metotlar kullanılabilir. Bunlar arasında, yüksek güçte katodik ark, laserler, yüksek buhar basınçlı ve plazma boşaltımlı bombardıman (püskürtme) sayılabilir. Bunun ardından, bu buhar tanecikleri tipik olarak argon gibi asal bir gaz doldurulmuş bir vakum odası boyunca ilerleyerek burada altlık üzerine yığılırlar. PVD terimi ilk olarak 1966'da kullanılmıştır. Fakat daha önce, henüz 1838'de Michael Faraday kaplamaları yığımak üzere bu prosesi kullanmıştır.

Şekil 1, püskürtme prosesine ait bir diyagram göstermektedir. En basit formunda, proses asal bir gaz (soy gaz) altında düşük basınçta (0.1–10 Pa) gerçekleşmektedir. Püskürtme, bir elektrik boşaltımı oluşturulup argonun iyonize olması ile başlamaktadır. Düşük basınçlı elektriksel boşaltım “ak-kor boşaltımı” olarak bilinmekte ve iyonize gaz ise plazma olarak adlandırılmaktadır.

Argon atomları, kaplama malzemesinin geldiği kaynak olan katı hedefe çarpmakta olup, buradaki hedef terimi kaplanacak cisim olan altlık ile karıştırılmamalıdır. Malzeme, momentum enerjisinin değişimi yoluyla hedef yüzeyinden kopartılmaktadır. Püskürtme, ince filmleri yığımak için kullanılacak en iyi tekniktir. Yığıma işlemi, kontrol edilebilir tarzda gerçekleşebilmekte, yüzeye bağlanma seviyesi iyi ve kaplamanın kalitesi, yapısı ve homojenliği mükemmel olmaktadır [10].



Şekil 1: Püskürtme prosesine ait diyagram

Bu proses kullanılarak elde edilebilen renkler ve seramik yüzey tabakası bileşimleri arasında altın, pembe-altın, bronz, mavi, siyah ve şarap kırmızısı sayılmaktadır. Kaplama çok ince olduğundan (tipik olarak $0.3 \mu\text{m}$), altında yer alan sonlamaya ait doku görülebilmektedir. Sonlama tedarikçileri için desenleri yüzeyi kaplamadan önce dağlama, parlatma veya kazıma yoluyla uygulamak alışılmadık bir iş değildir. Kapı hırdavatları gibi agresif uygulamalar için kullanılıyor olmalarına rağmen, agresif aşınmalara maruz kaldığında rengin zarar görebildiğini dikkate almak önemlidir. Bu hasar onarılamaz niteliktedir [1].



PVD kaplamalar, filmin (yeterli kalınlıkta olması halinde) esasen gözeneksiz ve tam yoğunlukta olma avantajına sahiptirler. Bu nedenle, elimine edilemediği durumda nemin ve gazların altlığa kadar nüfuz etmesi büyük ölçüde azaltılmaktadır [10]. Bununla birlikte, paslanmaz çelik fabrikasyon esnasında bükülecek veya şekillendirilecekse, malzemenin teslim alınması esnasında mamul kabulü için bir bükme testinin uygulanması önemlidir.

Yüzey yapışması ile ilgili bir problem olup olmadığını belirlemek için gerekli olan tek şey küçük bir metal parçası üzerinde keskin bir büküme işlemi gerçekleştirmektir. İşleme ile ilgili problemler mevcutsa, kaplama bükme ya da darbe esnasında tabaka halinde ayrılabilir. Bu durum, yüksek kaliteli bir tedarikçiye genellikle ortaya çıkmamalıdır.

Kaynaklamak gerektiğinde, bu işlem seramik kaplamayı uygulamadan önce gerçekleştirilmektedir [1].

PVD katmanlı dekoratif metal saclar çoğunlukla asansörler için ve yaya trafiği beklenen yerlerde sütun kaplamaları için kullanılmaktadır [11].



Püskürtme işlemi, aşınmaya karşı son derece dirençli seramik yüzeyler üretebilmektedir.

Fotoğraf: Inox-Color, Walldürn (D)

PVD kaplamalar çeşitli renklerde elde edilebilmektedir.

Fotoğraflar: Hans Hollein Atelier, Viyana (A)



5 Rulo kaplama

Rulo kaplama, paslanmaz çelik ruloların üretim hattında renklendirilmesi amacıyla kullanılan yerleşmiş bir prosestir. Genellikle, çelik imalatçıları ya da uzmanlaşmış firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Geniş bir renk aralığı sağlamakta ve saydam verniklerin (parmak izi bırakmayan yüzeylerin) uygulanmasına olanak vermektedir.

Paslanmaz çelik, kaplanmadan önce kimyasal olarak temizlenip durulanmaktadır. Çelik altlık, östenitik veya ferritik olabilmekte ve kaplamalar belirli fonksiyonlar ve kullanım ortamına göre optimize edilebilmektedir. Primer ve son kat kaplamalar paslanmaz çelik rulo formundayken sürekli bir kaplama hattı üzerinde baskı silindirleri aracılığıyla yüzeye uygulanmaktadır. Hazırlanan yüzey, son kaplamayı uygulamadan önce konveksiyon fırınıyla pişirilerek kürlenene bir primer kaplama taşımaktadır. Farklı uygulamalar, ortamlar veya servis şartları için çeşitli kaplamalar mevcuttur. Rulo halde kaplanmış malzemeler, örneğin havalandırması zayıf olan ve yüksek nem ile beraber araç motorlarından yayılan yüksek konsantrasyonda kirlenici gazlarla karakterize edilen yoğun



Milan'da Piazzale Carlo Maciachini metro istasyonunda kırmızı renkte sonlanmış çekici bir paslanmaz çelik yüzey. Fotoğraf: Centro Inox, Milan (I)

trafiğe sahip karayolu tünelleri gibi çok zorlu ortamlarda başarıyla kullanılabilir.

Uygulanan renkler, paslanmaz çeliğin altlık malzemesi olarak korozyon direncini artırmamaktadır. Bununla birlikte, özellikle boyanmayan arka tarafta, çizilmelerin meydana gelmesi ve kenarlardaki boyanın hasar görmesi durumlarında, paslanmaz çeliğin özünde bulunan korozyon direnci tamamen kullanılmaktadır. Geleneksel malzemelerin aksine (örneğin galvanizli boyalı çelik), rulo halde kaplanmış paslanmaz çelikler kesim kenarlarında kabarmalara ve tabakalanmalara karşı dayanıklıdır [12]. Boya uygulanmışsa, bu durum korozyondan korunmak için değil, estetik nedenler veya yüzeyin parlama karşıtı veya parmak izi bırakmazlık özellikleri içindir.



Paslanmaz çeliğe saydam ve opak kaplamalar uygulanabilmektedir. Fotoğraf: Replasa, Astrain, Navarra (E)



Korozyona dirençli tünel kaplamalarında, parlak yansımalarından kaçınmak için rulo kaplanmış paslanmaz çelik kullanılmaktadır.

Fotoğraf: ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, Terni (İ)

Rulo kaplanmış malzeme kaynağa uygun değildir, fakat malzemenin yapıştırma ile birleştirilmesi oldukça başarılıdır [13]. Sacların kenarları boyanmadığında kaynak metodu boyasız paslanmaz çeliğinkine benzer şekildedir. Aksi taktirde bazı basit kurallara uymak zorunludur [12]:

- Laser ve plazma kaynağı, özel bir önlem almadan gerçekleştirilebilmektedir. Kenarların boyanmadan bırakılmasına gerek yoktur.
- Direnç (nokta) kaynağı kullanıldığında, kaynak yapılacak bölge çevresinin mekanik olarak tıraşlanması tavsiye edilmektedir.

Kaplamalar, çok çeşitli renklerde bulunabilmekte ve ev aletleri, mobilya, mimari paneller, dekoratif paneller, soğuk depolama odaları, iklimlendirme, metal kapılar ve aydınlatma gibi uygulamalarda kullanılmaktadır [14, 15]. Endüstriyel imalat hattında proses parametrelerinin çok sıkı kontrol edilmesi sebebiyle, bu prosesle hassas renk uyumu elde edilebilmektedir. Tedarikçiler genelde en popüler renkleri stoklamaktadır. Fakat, aslında minimum sipariş miktarı talep edildiğinde bütün renkler bulunabilmektedir.

Rulo halde kaplanmış paslanmaz çelik örneğin bina cephe elemanları formuna bükülebilmektedir.
Fotoğraf: Centro Inox, Milan (İ)



6 Boyama



Venedik'teki bu çelik köprü, tarihi çevreyle uyum sağlamak üzere siyaha boyanmıştır. Fotoğraflar: IMOA, Londra (UK)

Korozyondan korunma yerine daha ziyade estetik sebeplerle yapılmasının dışında paslanmaz çeliklerin boyanması, diğer metallerin boyanmasına benzemektedir. Yeni nesnelerin boyanması söz konusu olduğunda, paslanmaz çelik altlığın çevresel faktörlere karşı boyadan çok daha dirençli olduğu akılda tutulmalıdır. Bu nedenle, karar alıcılar boya kaplaması nihayetinde bozulduktan sonra ne olacağını dikkate almalıdır. Konuyla ilgili bazı projeler tekrar boyanmış ve bazı durumlarda mal sahipleri kalan boyayı uzaklaştırarak paslanmaz çeliği açığa çıkarmayı tercih etmiştir.

Boya bozulmalarının yegâne en büyük sebebi, yüzey doğru biçimde temizlenip ön işleme tabi tutulmadığında hatalı yüzey hazırlığı nedeniyle çirkin pullanmalara ve muhtemel korozyona yol açan yapışma kaybıdır.

Herhangi bir boya işleminden önce yüzeyin tuzlar, kirleticiler, yağ, toprak, pas, korozyon ürünleri ve diğer parçacıklardan arındırılmış olmasına özen göstermek zorunludur. İyi yapışmaya olanak tanımak üzere yüzey yeterince pürüzlü olmak zorundadır. Ayrıca, paslanmaz çelik ilave bir şarta sahiptir: pasif film uygun yapışmayı önleyebileceği için boyadan kısa süre önce uzaklaştırılmalıdır. Özellikle soğuk haddelenmiş veya özellikle pürüzsüz bir sonlamaya sahip olduklarında paslanmaz çelik yüzeyler sert ve düzgündür. Yüzeyin pürüzlendirilmesi gerektiğinde, paklama, asitle dağlama, aşındırıcı püskürtme veya telli fırçalama kullanılır. Yüzey pürüzlendirmeyi takiben, pasif film tekrar oluşmaya zaman bulmadan önce, mümkün olan en kısa sürede uygun bir metal primer (dağlayıcı primer) ve boya sistemi uygulanmalıdır.



Renk, görme bozukluğu bulunan insanlar için paslanmaz çelik merdiven küpeşelerinin kolay algılanır olmasını sağlamaktadır. Fotoğraf: Rimex Metals, Enfield (UK)



Çeşitli aşındırıcı püskürtme tipleri kullanılmaktadır. Bilyeli yüzey dövme, yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır. Fakat sadece bilyelerin darbesiyle çarpılmayacak yapısal elemanlar ve plakalar gibi kalın kesitler için dikkate alınmalıdır. Bu yöntem en iyi, kompresör yağından tamamen arındırılmış basınçlı hava ile üflenmiş, temiz, sert ve nispeten küçük tane boyutuna sahip demir dışı parçacıklarla uygulanmaktadır. Bazen cam boncuklar da kullanılmaktadır. İnce kalınlıktaki malzemelerde bir altlık kullanarak deformasyondan kaçınmak mümkün olabilse de, bu işlem sadece tecrübeli firmalar tarafından gerçekleştirilmelidir.

Boya firmaları, primer ve son katlar için boya tipleri ve prosedürleri önermek üzere azami seviyede kalifiyedirler. Halen yeterince pürüzlü olan bir sonlama üzerindeki pasif filmi gidermek üzere, paslanmaz çelik için uygun olan bir metal primer (dağlayıcı primer) kullanılabilir. Sıcak haddelenmiş yüzeyler, 2B ve 2D sonlamalar ve daha kaba parlatılmış 2G veya 2J (No.4) gibi yüzey sonlamaları başarıyla boyanabilmektedir. Bununla birlikte, pasif film yine de giderilmek zorundadır. Paslanmaz çeliklerin boyanmasındaki temel unsur temizliktir. Yüzey temiz olmak zorundadır ve boyamanın temiz ve tozsuz bir atmosfer altında gerçekleştirilmesi iyi bir uygulamadır. Boyanın ince katmanlar halinde uygulanması ve katmanlar arasında uzun bir kuruma süresi verilmesi tavsiye edilmektedir [16].

Boyama sıklıkla görülebilirliği artırmak için istenmektedir.

Fotoğraflar: Centro Inox, Milan (I)



7 Metalik kaplamalar

Başlıca çatılar ve yağmur suyu indirme tesisatları için kullanılmakla beraber, metalik kaplamalar aynı zamanda dış duvar panelleri için de kullanılmaktadır [17].

Kalayla kaplanmış paslanmaz çelikler, dış şartlar altında orta-gri ila koyu gri bir ton almakta ya da önceden havaya maruz bırakılmış halde sipariş edilebilmektedir. Bunlar çizilme veya aşınma ile tamamen hasar görebilse de, bu durum alt tabakanın korozyon direncini etkilememektedir. Nihai renk, servis ortamına bağlıdır. Karbon çeliğinin aksine, paslanmaz çelik üzerindeki metalik kaplamalar korozyon direncini artırmak için uygulanmazlar.

Kalay tabakası, boyanabilirliği büyük ölçüde artırmaktadır. Çatılar ve yağmur gideri elemanlarında, bir paslanmaz çeliğin dayanıklılığının çözüm olarak gerektiği fakat metalik yüzey görünümünün örneğin belirtilen bu yapı elemanlarıyla bağdaşmadığı mimari ortamlar bulunabilmektedir. Bu tür durumlarda, kalay kaplanmış paslanmaz çelik imalatçının tavsiye ettiği primerler ve boyalarla bir ön yüzey hazırlığı olmadan boyanabilmektedir [17, 18]. Bu işlem, çeliğin pasif filmini gidermeyi gerektirmediğinden yalın haldeki paslanmaz çeliği boyamaya kıyasla daha kolay bir saha boyama prosesidir.

Kalay kaplı paslanmaz, çatılarda ve yağmur suyu indirme tesisatlarında onlarca yıldır başarıyla kullanılmaktadır.

Fotoğraf: Aperam, Lüksemburg (L)



Paslanmaz çeliğe ince bir bakır tabakası uygulamak için galvaniz prosesi de kullanılabilir.

Fotoğraf: Roofinox, Schaan (FL)



8 Renklendirilmiş ve boyalı paslanmaz çeliklerin temizlenmesi

Alt tabaka, paslanmaz çeliğin özünde bulunan dayanıklılığa sahip olmasına karşın, renklendirme sistemi daha hassastır. Yalın haldeki paslanmaz çelikleri bazı durumlarda temizlemekte kullanılan aşındırıcı temizleme teknikleri, renklendirilmiş veya boyalı paslanmaz çelikler için uygun değildir.

Boyalı paslanmaz çeliklerin bakımı ve temizlenmesi ile ilgili olarak sadece genel gözlemler yapmak mümkündür. Elektrokimyasal olarak renklendirilmiş paslanmaz çeliklerin temizlenmesinde malzeme tedarikçileri veya bu konuda tecrübeye sahip uzman temizlik firmalarının özel tavsiyelerine başvurmak zorunludur. Bazı imalatçılar, motorlu taşıtları yıkamak için kullanılan hafif deterjan ve yağdan arındırıcı çözeltileri önermektedirler. Boya firmaları çoğu durumda kendi boya sistemleri için tescilli temizleyiciler sunmaktadır.

Renklendirilmiş paslanmaz çelik kalınlaştırılmış bir oksit filmine, bir PVD'ye veya bir siyah oksit tabakasına bağlı olduğundan, temizleme esnasında yüzeye zarar vermekten kaçınmaya büyük özen göstermek zorunludur. "Tamir" işlemi sadece paneli değiştirerek gerçekleştirilebilir [19].

8.1 İlk temizlik

Sevkiyatta, sahada depolama süresince ve montajda yüzeyin korunmuş olduğu varsayılmaktadır.

Renklendirilmiş ve boyalı yüzeyleri korumak için arka tarafı yapışkanlı, çıkarılabilir plastik filmlerin kullanılması yaygındır. Bu tür durumlarda, filmi tavsiye edilen maksimum film



Bu tünel içerisindeki çok olumsuz koşullara rağmen, yan duvarların temizliği korozyon varlığı göstermemiştir. Fotoğraf: Centro Inox, Milan (I)

ömrünü aşmadan önce çıkarmak son derece önemlidir. Buna uyulmadığı takdirde, yapıştırıcı kalması problemi ile karşılaşılabilir. Yapıştırıcı yüzeyde kaldığında ve giderilmesi gerektiğinde hem film hem de paslanmaz çelik tedarikçisinin veya uzman bir temizlik firmasının tavsiyesine başvurmak zorunludur [19]. Su bazlı yapıştırıcılar genellikle boyalı yüzeylere zarar vermeden giderilebilmektedir. Fakat bazı yapıştırıcılar boyaya zarar veren solventlerin kullanılmasını gerektirmektedir.

8.2 Rutin temizlik

Yalın haldeki paslanmaz çeliğin rutin temizliği için önerilen temizlik sistemi, yüzeye zarar vermemek üzere özel dikkat gösterecek biçimde adapte edilmelidir. Bu durum özellikle çok kirli, renklendirilmiş çeliklerle uğraşırken önemlidir. Örneğin, yüksek basınçlı su jetiyle temizlemek renklendirilmiş yüzeye zarar verebilir. Düşük basınçlı hortumdan gelen suyla deterjan kullanarak yıkama yapmak tercih edilebilir. Kirler hala çıkmadıysa, yumuşak bir bez veya yumuşak bir plastik fırça ile hafifçe ovma, çok defa birikintileri sökecektir. Genel olarak, boyalı veya renklendirilmiş paslanmaz çelik üreticisinden veya uzman bir temizlik firmasından yardım istenmesi tavsiye edilmektedir [19].

8.3 Vandalizm, kazalar ve iyileştirici temizlik

Renklendirilmiş ve boyalı paslanmaz çeliklerden boya ve mürekkep izlerini çıkartmak üzere teknikler mevcut olmasına karşın, bu tür duvar yazılarının giderilmesi işi uzman temizleme firmalarına bırakılmalıdır. Aksi taktirde, yüzey geri döndürülemez biçimde zarar görebilmektedir.

Boyalı paslanmaz çelik üzerindeki grafiti çizikleri, çizik izinin sonradan korozyonla genişlememesi avantajıyla birlikte boyalı karbon çeliği üzerindikilerle aynı görsel etkiye sahiptir. Çizik bölgenin yeniden boyanması ve boyalı paslanmaz çelik yüzeyinin yenilenmesi işinin yapılabilirliği, renk uyumu ihtimaline ve boya sisteminin tipine bağlıdır. Elektro-kimyasal olarak renklendirilmiş paslanmaz çeliklerde, bir konumun tamiri ancak panel değişimi ile mümkündür.

Alkalilik renklendirilmiş yüzeylerde renk değişimlerine yol açabileceğinden, harç ve çimento sıçramaları hemen yıkanarak gi-

derilmelidir. Çimento veya harç hemen fark edilmezse, bunlar tamamen kuruduktan sonra sertleşen malzemenin büyük bir kısmı düzgün yüzeyden dökülebilir ve kalan kısım ise düşük basınç gücüyle yıkama ve yumuşak fırçalarla yüzeyi aşındırmamaya özen göstererek giderilebilir. Sıçramalar giderildikten sonra, paneller alkali paslanması mevcudiyeti için kontrol edilmek zorundadır. Bu meydana gelmişse, renklendirilmiş paneller muhtemelen değiştirilmek zorunda kalınacaktır. Boyalı paslanmaz çelikler için, etkilenmiş bölgedeki boyanın uzaklaştırılması ve tekrar uygulanması düşünülebilir.

Yüzeyi çizmekten kaçınmak açıkça önem arz etmektedir. Dolayısıyla, metal fırçalar veya aşındırıcı bileşikler asla kullanılmamalıdır. İdeal olarak, demir parçacıkları da paslanmaya başlamadan önce yumuşak bir bezle nazikçe silinerek giderilmelidir.

Büyük ölçekli iyileştirici temizlik işlemleri için ehli, uzman bir temizlik firması tarafından yüzeyi sonlayan tedarikçinin tavsiyesini alarak gerçekleştirilmelidir [19].

Yalın haldeki paslanmaz çelikler için emniyetli olan temizlik maddeleri genellikle elektro-kimyasal olarak renklendirilmiş paslanmaz çelikler üzerinde de kullanılabilir.



9 Renklendirilmiş paslanmaz çelik mamullerin belirtilmesi

EN 10088 – 2'ye ait Tablo 6 [20] renklendirilmiş yassı mamuller için 2L (özel sonlama) gösterimini kullanmaktadır. Bu gösterim, başlangıç malzemesini sadece soğuk had-delenmiş olarak sınırlamaktadır. Burada, sadece bir taraf anlaşmaya varılan renk tonu ve yüzey kalitesine uygun olmak zorunda-dır. Standard, özel renkleri koşullara bağ-lamamaktadır. Renk, şartname hazırlayıcısı ile tedarikçi arasında anlaşmaya varılarak belirlenmelidir.

Olağan uygulamada, sonlanmış sac ma-muller tedarikçisi yüzey-sonlama seçim prosesine yardımcı olmak için hazır renk kartelâları üretir [9]. Daha sonra, projenin tam boy modelleri için tipik renk aralığını gösteren daha büyük örnekler tedarik edi-lebilmektedir. Bunlar, beklenen bütün ay-dınlatma şartları altında incelenmelidir. Bu örnekler, hazırlayıcı (planlama) ve tedarikçi arasındaki anlaşma üzerine proje için görsel bir standart olarak kullanılabilir.



Örnekler, binanın bulun-duğu konumdaki gerçek ışık şartları altında incelenmelidir.
Fotoğraf: Inox-Color, Walldürn (D)



10 Referanslar

- [1] Houska, C., “Coloured stainless offers a rainbow of possibilities”, Part 1, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 12, No. 1, 2005
- [2] Yoshino, M., *Application of INCO coloured stainless steel in Japan*, Nickel Development Institute, Technical series, No. 13005, 1992
- [3] Wiener, M., “Coloring Stainless Steel”, *Products Finishing*, July, 1991, pp.68-70
- [4] Cochrane, D., *Paslanmaz Çelik Yüzeyleri Kılavuzu*, Euro Inox, Bina Serisi, Cilt 1, 2007, http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02_TR.pdf
- [5] Rabelo Junqueira, R. M., de Oliveira Loureiro, C. R., Spangler Andrade, M., Lopes Buone, V. T., *Materials Research*, Vol. 11, No. 4, pp. 421-426
- [6] Kikuti, E., Conrado, R., Bocchi, N., Biaggio, S. R., Rocha-Filho, R. C., *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Vol. 15, No. 4, pp. 472-480
- [7] Houska, C., *Stainless Steels in architecture, building and construction*, Nickel Development Institute, Publication No. 11024, 2001
- [8] *Which Stainless Steel Should be Specified for Exterior Applications*, IMOA, http://www.imoa.info/_files/stainless_steel_selection_sw.html
- [9] *Specifying coloured stainless steel finishes and their applications*, BSSA, <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=187>
- [10] *Metals Handbook, Ninth Edition: Volume 13 – Corrosion*, ASM International, pp. 456-458
- [11] <http://www.metalresources.net/pdfs/DecorativeSheetMetalFinishes.pdf>
- [12] *Vernest – Coloured Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VERNEST.pdf>
- [13] Inossidabile 161, Centro Inox, 2005, http://www.centroinox.it/sites/default/files/rivista/inoss_161.pdf
- [14] <http://www.replasa.es/index.php?id=122&L=9>
- [15] *Vivinox – Painted Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VIVINOX.pdf>
- [16] *ASM Specialty Handbook, Stainless Steels*, ed. J.R. Davis, ASM International, 1996
- [17] Houska, C., “Colored Stainless Possibilities”, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 11, No. 4, 2005
- [18] *Special Finishes for Stainless Steel*, SSINA, http://www.ssina.com/publications/spe_fin.html
- [19] *Stainless steel in architecture, building and construction, Guidelines for maintenance and cleaning*, Nickel Development Institute, Reference book, No. 11014, 1994
- [20] EN 10088-2:2005 *Paslanmaz çelikler – Bölüm 2: Genel amaçlar için korozyona dirençli çeliklerden yapılan sac/levha ve şeritlerin teknik teslim şartları*

ISBN 978-2-87997-359-3