

20. YIL SAYI: 70

ÇELİK YAPILAR

TÜRK YAPISAL ÇELİK DERNEĞİ YAYINI
TURKISH CONSTRUCTIONAL STEELWORK ASSOCIATION

MAYIS - HAZİRAN 2021
MAY - JUNE

STEEL STRUCTURES Bimonthly Magazine
İNŞAAT SEKTÖRÜ KABUK DEĞİŞTİRİYOR



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

KOROZYON



KROMANelik

Türkiye'den dünyaya,
kalite ve **güven**.

Ürünlerimiz



İnşaat Çeliği



Filmaşın



Nervürlü
Filmaşın



Spooler



Profil



KROMANçelik

Kroman Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Emek Mahallesi Aşıroğlu Caddesi No:155 Danca 41700 KOCAELİ
T: 0262 679 20 00 pbx F: 0262 679 20 97 E-mail: info@kromancelik.com.tr
www.kromancelik.com.tr



İÇİNDEKİLER

EDİTÖR 3

Eray Emin AYDEMİR
Genel Yayın Yönetmeni

AJANDAM: YÖNETİM ANLAYIŞIMIZ DEĞİŞEN DÜNYA İLE UYUMLU MU? 4

H. Yener GÜR'EŞ
TUCSA Yönetim Kurulu Başkanı

HABERLER 8

GALDER-KOROZYONUN FARKINDA MIYIZ? 10

Serpil ÇİMEN
Türkiye Çelik Üreticileri Derneği (TÇÜD) Teknik İşler Direktörü
H. Yener GÜR'EŞ
Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Yönetim Kurulu Başkanı
Bünyamin HALAÇ
Genel Galvanizciler Derneği (GALDER) Yönetim Kurulu Üyesi

AKTOGAY KONAKLAMA KOMPLEKSİ 18

Mimar Cenk ÇETİN, DORÇE Tasarım Direktörü

HEYDAR ALİYEV ULUSLARARASI HAVALİMANI 22

MİM Mühendislik

21. YÜZYILIN MUCİZE TEKNOLOJİSİ LAZER 27

Prof. Dr. Okan ADDEMİR, Unique Tech Mühendislik

KADIN İSTİHDAMI 36

Dr. Başak DEMİRYUMRUK DİKİCİ
Mercedes-Benz Türk A.Ş. İnsan Kaynakları İş Gücü Yönetimi Grup Müdürü

KOROZYON ve KOROZYONDAN KORUNMANIN TEMEL İLKELERİ 37

Prof. Dr. Ali Fuat ÇAKIR
İTÜ Kimya Metalürji Fakültesi, Metalürji ve Malzeme
Mühendisliği Bölümü Emekli Öğretim Üyesi

DİJİTALLEŞME YAPIM YÖNETİMİNİN EN ÖNEMLİ DÖNÜM NOKTASI 54

Doç. Dr. Zeynep IŞIK
Yıldız Teknik Üniversitesi Rektör Danışmanı ve
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

EĞİTİM VE SEMİNERLERİMİZE DEVAM EDİYORUZ 56

ÜYELERİMİZ 58

KENDİMİZİ SINAYALIM 60

KİTAP KÖŞESİ 62

İNGİLİZCE İÇERİK ÖZETİ 63

SUMMARY OF CONTENT



Yıl 20, Sayı 70 / Mayıs - Haziran 2021
ISSN: 1303-9067

Türk Yapısal Çelik Derneği Adına
İmtiyaz Sahibi ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
H. Yener Gür'eş

Yayın Kurulu Başkanı ve Yönetim Kurulu Koord.
Doç. Dr. Ece Ceylan Baba

Genel Yayın Yönetmeni
Eray Emin Aydemir

İdari Koordinatör
Aydın Kulaksız

Teknik Yayın Kurulu:
Prof. Dr. Cavidan Yorgun, Koordinatör
Doç. Dr. Cüneyt Vatansever, Editör
Doç. Dr. Serdar Selamet, Editör
Dr. Börte Köse Mutlu, Editör
Dr. Devrim Özhenekçi, Editör
Alparslan Güre, Editör ve
Kendimizi Sinayalım Yayın Koordinatörü

Prof. Dr. Canan Girgin
Prof. Dr. Cem Topkaya
Prof. Dr. Eray Baran
Prof. Dr. Figen Beyhan
Prof. Dr. Gülay Altay
Prof. Dr. Hasan Şener
Prof. Dr. Nesrin Yardımcı
Prof. Dr. Nuran Pilehvarian
Prof. Dr. Serap Kahraman
Doç. Dr. Esra Mete Güneyisi
Dr. Almila Büyüktaşkın
Dr. Özgür Köylüoğlu
İnş. Y. Müh. Necati Çeltikçi

Editör
İsmail Yelaldi

**Grafik Tasarım ve Uygulama,
Reklam ve Kurumsal İletişim**
Yeşim Gür'eş

Çeviri: Yeşim Gür'eş

Baskı: Eray Basım

İletişim Adresi
Altunizade Mah. Bayramağa Sk.
Aksu Apartmanı No:14 / 4
34662 Üsküdar - İstanbul / TÜRKİYE
Tel: +90 216 474 3135
E-posta: tucsa@tucsa.org - pr@tucsa.org



Abonelik
Siz de abone olmak istiyorsanız
QR kodunu okutabilirsiniz

JULES VERNE'E KULAK VERMEK

Bilim Kurgu türünün ilk örneklerinden biri olan Jules Verne imzalı "Balonla Beş Hafta" isimli eser, aynı zamanda uyarılara, tecrübelerle kulak asmanın getirdiği sonuçların en önemli ifadelerinden biridir. Kitapta yer alan "Tehlikeler çoğu kez, hayalcilerin tedbirsizliğinden ve dikkatsizliğinden ortaya çıkar." ifadesi aynı zamanda okurun eserden alması gereken dersin en net anlatımıdır.

Gerekli önlemleri almamanın, boş vermenin sonuçlarını en ağır bedellerle ödeyen ülkelerin ne yazık ki başında geliyoruz. Asla unutmamız gereken deprem gerçeği, her seferinde bize önlem almamız adına korkutucu sonuçlarla tavsiyeler verirken birkaç gün sonra sanki deprem hiç yaşanmamış gibi hayatımıza devam ediyoruz.

70. sayımızda gündemimize aldığımız "Korozyon" konusu da gerekli önlemler alınmamasının yaratacağı sonuçları anlamak açısından kritik öneme sahip. Her sayımızda olduğu gibi bu sayımızda da konunun uzmanlarına sayfalarımızda yer verdik. Korozyonun ne olduğu, gerekli önlemler alınmazsa yaşanacak sonuçları, yarattığı maddi ve manevi kayıpları sayfalarımıza taşıdık.

İçinde bulunduğumuz zaman dilimi artık hataların getirdiği maddi ve manevi sonuçların sindirilebileceği bir dönem değil. Neden ve sonuç ilişkisi tarih boyunca hiç olmadığı kadar net. Yaşanması muhtemel birçok sorun, alınacak önlemlerle giderilebiliyor veya gerekli işlemlerle ertelenebiliyor.

Umarız dergimizin 70. sayısı, Korozyon Farkındalığı alanında sadece sektörümüze değil tüm ülkeye katkı sunar.

Keyifli okumalar dileriz.

Eray Emin Aydemir
Genel Yayın Yönetmeni

YÖNETİM ANLAYIŞIMIZ DEĞİŞEN DÜNYA İLE UYUMLU MU?

H. Yener Gür'eş

Türk Yapısal Çelik Derneği Yönetim Kurulu Başkanı

Bugün hem geçen iki ay içinde yaptıklarımızdan, hem de dünyanın nereye evrildiğinden söz edeceğiz. Dünya öyle süratle değişiyor ki, bir yanımız değişimi yakalarken diğer yanımız ayak uyduramayabiliyor yeniliklere.

ENDÜSTRİ 4.0 DÜNYAYI VE İNŞAAT SEKTÖRÜNÜ DEĞİŞTİRİYOR

Son yıllarda Endüstri 4.0 sıkça gündeme geliyor. Burada öne çıkan öğeleri şöyle sıralayabiliriz: Dijitalleşme, sürdürülebilirlik, kooperasyon (iş birliği, güç birliği) ve yaşam döngüsü anlayışı. Sondan başa doğru gidelim.

Yaşam Döngüsü Anlayışı

Bir ticari kuruluşun amacı nedir? Hakkaniyet ilkesi dâhilinde kâr etmek. Bunu yıllarca şöyle düşündük: Ürünümün

maliyetini nasıl 10 kuruş daha azaltırım da kârım o ölçüde artar. Fakat son zamanlarda bazı firmalar, sağlık faktörünü de hesaba katarak orta ve uzun vadeli değerlendirmeler yapmaya başladılar. Ve gördüler ki, örneğin bir gıda ürününde maliyeti 10 kuruş azaltmak için yaptıkları değişiklikler, kısa vadede zararı olmayan katkılar orta vadede diyabet (şeker hastalığı) damar tıkanıklığı vb. arazlara yol açabiliyor. Bu arazların ortaya çıkması halinde ürününü hiç satamama riski var. Bu riski önceden hesaplayan firmalar kısa vadede 10 kuruşluk ilave kârın orta vadede firmanın büyük zararlarına uğramasına neden olabileceğini değerlendiriyorlar.

"Günü kurtarma" çabasının aslında bir şeyi kurtarmadığını fark eden insanlar artık konuya "yaşam döngüsü" anlayışıyla bakıyorlar. İnşaat sektörünü yakından ilgilendiren "Yaşam döngüsü analizi", "Döngüsel ekonomi", ömrünü dolduran yapıların yıkımı yerine "Söküm ve uyarlanabilirlik tasarımı" (Design for disassembly and adaptability - DfD/A) konseptlerinin geliştirilmesi için yürütülen yoğun çabalar bu yüzden değil mi?

Kooperasyon

"Küçük olsun benim olsun" zihniyeti, hızla değişen küresel ticaret anlayışı içinde rekabetçiliğimizi olumsuz yönde etkileyen en önemli zafiyetlerimizden biri. Birlikte iş yapma kültürü çok farklı bir şey. Özünde etik değerlere sahip çıkmayı, toleransı, paylaşımcılığı, karşılıklı güveni ve adil olmayı gerektiriyor. Bunun yanında, planlama da çok önemli. Bir zamanlar ekonomisi bizden geride olan Güney Kore'nin bugün ekonomisini örnek aldığımız ülke haline gelmesinin altında yatan en önemli faktörlerden biri "planlı ekonomi". Serbest ekonomi adı altında eğitim ve altyapısını ihmal ederek "plansız ekonomiye" yönelen ülkeler aynı ölçüde gelişmeyi sağlayamıyorlar.

Örneğin, Organize Sanayi Bölgelerinde yan yana 10 firmanın benzer tezgâhlardan alıp her birinin ortalama %10-20 verimlilikle çalışmaları oldum olası beni rahatsız etmiştir. Neden adil kurallarla birleşip bir firma kurup 10 firmaya hizmet veren bir tesis kuramazlar bilemiyorum. Bu örnek KOBİ'lere uygun diyebilirsiniz. Peki, yurt dışı ihalelerde kısa listeye kalan dört firmanın üçü Türk firması iken birbirlerini alabildiğine kıran bu üç firmaya ne demeli!

Sözün özü, ister küçük ister büyük firmalar olsun, iş birliğine hatta gerekirse konsolidasyona ihtiyaç olduğunu akıldan uzak tutmamakta yarar olduğu kanaatindeyim.

Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik standartları üç başlık altında toplanmaktadır:

- Ekonomik sürdürülebilirlik,
- Sosyal sürdürülebilirlik,
- Çevresel sürdürülebilirlik

İlk ikisine bu yazının değişik bölümlerinde değinildiği



için biz üçüncü başlık olan “çevresel sürdürülebilirlik” konusuna değineceğiz. Gezegenimiz, gezegende mevcut kaynaklar, artan dünya nüfusuna ve kaynakları hoyratça kullanmamız karşısında artık bizlere yetmemeye başladı. Bunun sonucu ise küresel ısınma, iklim değişikliği, yeraltı kaynaklarının tükenmesi gibi kısa vadede yeterince önemsemediğimiz, ancak orta ve uzun vadede felaketle sonuçlanabilecek değişiklikler. Dünyada “benden sonra tufan” zihniyeti yerine çevre duyarlılığı süratle artıyor. Dilerim ülkemizde de bu duyarlılık kısa sürede artar yaşam döngüsü anlayışı hak ettiği yeri bulur.

Biz burada sera gazı salımından ve karbon ayak izinden bahsedelim. Karbon ayak izi başta olmak üzere Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) (Green Deal) paralelinde sürdürülebilirlik konusuna bir an önce yeterli ilgiyi göstermezsek, AB tarafından daha önce Temmuz 2021’de uygulamaya konulacağı söylenen Karbon Ayak İzi beyan bilgisinin gümrük süreçlerinde zorunlu hale getirilmesi ile karşılaşabiliriz ve kısa bir süre sonra uluslararası alanda fiyata dayalı rekabet gücümüzü kaybedebiliriz. Rekabet gücümüzü kaybetmemenin şartı kalite ve endüstri 4.0’dan yararlanarak maliyetin düşürülmesi karbon ayak izi kriterlerine uyulmasıdır. Karbon salımını azaltılmasını iki safha için ayrı ayrı düşünmeliyiz:

- Çelik üretiminde karbon salımının azaltılması (yeşil çelik üretim çalışmaları devam etmektedir),
- Çelik kullanımında karbon salımını azaltacak tasarım ve uygulamalar.

Tasarım ve uygulama aşamaları ile ilgili olarak, **karbon ayak izini** azaltıcı önlemler kapsamında aşağıda belirtilen iki nedenden ötürü modüler yapılar daha da önem kazanmaktadır. Aynı şekilde; karbon ayak izi özellikle Avrupa ve Amerika’da çok önemli bir **pazarlama stratejisi** ve **pazarlama argümanı** olarak kullanılmaya da başlandı. Şirketlerin dünyaya ve doğaya karşı ne kadar duyarlı olduklarının en somut beyanlarından biri haline geldi.

Dijitalleşme

Sistemlerin birbirleriyle haberleşmesine, verilerin saniyeler içinde taranmasına ve karşılaştırılmasına olanak veren yazılımları ve bu amaçla yapay zekâyı da içeriğinde kullanan dijitalleşme işlem süratini fevkalade arttırmakta, insandan kaynaklanan hataları en aza indirmektedir.

Endüstri 4.0 paralelinde, **çelik sanayiinde** ve çelik sanayii ile inşaat sektörünün ara kesitinde bulunan **çelik yapılar** sektöründeki dijitalleşmeyi ele alırsak, şu tespitleri yapabiliriz;

- **Çelik Üretimi.** Çelik üretiminde dijitalleşme önemli ölçüde kullanılıyor olmasına karşılık, hâlâ sanayideki teknik personelin daha fazla eğitilmesine ve yaratıcı çözümler üretmek için ARGE çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Çelik üretimi dışında, çelik yapı tasarım ve uygulama aşamalarına ilişkin aşağıdaki değerlendirmeyi yapmamız mümkündür.
- **Tasarım.** Gerek mimari gerek yapısal tasarımda gelişmiş yazılımlar kullanılmakta, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) yazılımları ile yalnız tasarım değil, iş süreci ve hatta yaşam döngüsü değerlendirmesi de yapılabilmektedir. Böylece önemli bir ekonomi ve çevre yönetimi de sağlanabilmektedir. Ancak buradaki sıkıntı, bu teknolojiye vakıf olmayan birçok işverenin BIM gibi teknolojik uygulamaları istememesidir. Bu durumda, kamunun bu konuda gerek uygulamalarında BİM’i istemek gerekse mevzuatta gerekli düzenlemeleri

yapmak suretiyle ülkemizin teknolojiyi yakalamasına ve söz konusu ekonominin sağlanmasına katkıda bulunması yararlı olacaktır.

• Uygulama.

◊ **İmalat.** Yapı elemanlarının ve inşaat malzemelerinin **imalatında** Endüstri 3.0’ın gereği otomasyon yaygın olarak kullanılmakla birlikte, Endüstri 4.0’ın gereği olan dijitalleşme ve yapay zekâ henüz tam olarak kullanılmamaktadır.

◊ **Saha montajı.** Şantiyede gerçekleştirilen **montaj** ve diğer inşaat işlerine baktığımızda da benzer eksiklik hissedilmektedir.

◊ **Proje Yönetimi ve Denetim.** Dijitalleşme, bu iki konuda da büyük kolaylık ve sürat getiriyor, henüz başlangıç safhasında olduğumuzu söyleyebiliriz.

Bu Dönüşüme Hazır mıyız?

Yapay zekâ kullanımı ve dijitalleşmeye dönüşüm ile ilgili olarak gerek üniversiteler ve ARGE merkezlerinde gerek projeciler ile proje yönetimi yapan mimar ve mühendislerde önemli ilerlemeler ve gelişmeler var. Ne var ki sektörün topyekûn teknolojiye ayak uydurabilmesi için bu yetmiyor. Örneğin BIM (yapı bilgi modellemesi) kamu ve özel sektör yatırımcıları ve yüklenicileri tarafından talep edilmediği sürece BIM konusundaki gelişim de çok yavaş olacak, çoğunlukla yurt dışındaki projelere bağımlı kalacak. BIM örneğinden devam edecek olursak talep olmadığında; mimari ve yapısal tasarım yapanlar BIM konusunu daha fazla öğrenmek zorunda kalmayacak, klasik yöntemlerle yapılan tasarım ve hesaplamalarda yaşam döngüsü analizleri, sürdürülebilirlik kriterleri ve yapı ömrü sonundaki sökülüm ve uyarlanabilirlik konuları ihmal edilebilecek, projenin muhtemelen daha kısa zamanda tamamlanmasına karşın yapının yapımı daha uzun sürebilecek, doğal kaynaklar daha hoyratça kullanılmış ve karbon salımı daha fazla olabilecek, ilk yatırım maliyeti daha ucuz görünse dahi ekonomiklik açısından ciddi kayıplar yaşanabilecektir.

“Dünya değişiyor” diyoruz da biz değişiyor muyuz acaba? Yönetim zihniyetimiz ve alışkanlıklarımız dijitalleşmeye elverişli mi? İtiraf etmeliyiz ki, bu değişimde en zor iş; fikren değişime hazır olmak ve geleneksel yönetimin fikrini değiştirmektir. Bu konuda el birliği ile çalışmaya devam etmeliyiz.

YARIŞMALAR

2021 yılı içinde yarışma var: TUCSA’nın düzenlediği iki yarışma için başvuru ve proje hazırlıkları devam ederken TUCSA ile koordineli olarak ECCS (European Convention for Constructional Steelwork) tarafından düzenlenen European Steel Design Awards 2021 yarışması jürisi ödüle değer bulunan projeleri belirledi.

18. Çelik Yapı Tasarımı Öğrenci Yarışması (SteelPRO 2021)

Çelik Yapı Tasarımı Öğrenci Yarışmaları 18 yıldır her yıl tekrarlanıyor. Bu yıl Efectis Era Avrasya, ENG Metal Yapı ve DORÇE Prefabrik şirketlerinin ortaklaşa Ana Sponsorluğunda düzenlenen 18. Çelik Yapı Tasarımı Öğrenci Yarışması (SteelPRO 2021) kapsamında da en az bir mimarlık ve bir inşaat mühendisliği öğrencisinden oluşan ekipler tarafından hazırlanan projeler yarışmaya katılacaktır.

Bugüne kadar sayısız yararları gözlemlenmiş olan bu yarışmada, öğrencilerimizin katılımlarını ve bilgilenmelerini kolaylaştırmak üzere bu yıl ilk kez bir interaktif online tanıtım toplantısı ile mimarlık, inşaat mühendisliği ve yangın güvenliği

konularında web seminerleri düzenlendi. Aşağıdaki uzman kişiler tarafından verilen bu dört toplantı ve seminerin amacı; yarışmaya katılsın veya katılmasın, ilgili tüm öğrencilerin bu tanıtım ve bilgilendirme toplantılarından yararlanmasını sağlamaktır. Eğitim ve bilgilendirme yapanlar:

H. Yener Gür'eş, TUCSA Yönetim Kurulu Başkanı

Dr. Cem Haydaroğlu, Marmara Üniversitesi Öğretim Görevlisi ve ARUP Türkiye A.Ş.

Mimar Cenk Çetin, Dorçer Prefabrik Tasarım Direktörü

Selami Gürel, TUCSA Yönetim Kurulu Bşk. Yrd. ve ENG Metal Yapı A.Ş. YK Başkanı

Dr. Selçuk İz, İz Mühendislik Kurucusu ve Yeditepe Üni. İnş. Bölümü Öğretim Görevlisi

İlker İbik, TUCSA Yönetim Kurulu Üyesi ve Efectis Era Avrasya A.Ş. YK Başkanı

Mimar Cem Sorguç, CM Mimarlık Kurucusu

Yeşim Gür'eş, SteelPRO Jüri Raportörü ve GENÇEL Koordinatörü

Yarışmayla ilgili önemli tarihler aşağıdaki gibidir.

Son Soru Sorma Tarihi : 10 Eylül 2021

Proje Son Teslim Tarihi : 03 Kasım 2021

Kolokyum ve Ödül Töreni : 24/25 Kasım 2021

Bu yıl ilk kez uygulanan dört oryantasyon toplantısı ve bilgilendirme semineri dışında, yine ilk kez yangın güvenliği konusuna yer verildi yarışma kapsamında. Bilinç artırma amacıyla verilen yangın güvenliği semineri dışında bir de yangın güvenliği özel ödülü verilecek yarışma sonunda.

Daha fazla bilgi için: pr@tucsa.org, yesimgures@steelpro.org ve/veya www.steelpro.org

2. Ulusal Çelik Köprü Ödülleri 2021

Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından 1997 yılında başlatılan çelik yapı tasarım seçmeleri/yarışmaları, geçen 23 yıl içinde gelişerek Türkiye'nin en prestijli **Ulusal Çelik Yapı Ödülleri** haline geldi. Türkiye'de ve dünyanın dört bir köşesinde yaptığı çelik köprü inşaatlarıyla dünyanın dikkatini üzerine çeken ülkemizde 2019 yılından itibaren **Ulusal Çelik Köprü Ödülleri** yarışmaları düzenlenmeye başlandı.

Çelik köprü tasarlayan ve yapan tüm mimar ve mühendislerimiz eser sahibi proje müellifleri, yapımcı ve yatırımcıları, yapısal çelik sektörümüzün çelik köprüler konusundaki yetenek ve yeterliliğini dünyaya duyurmayı da amaçlayan **2. Ulusal Çelik Köprü Ödülleri 2021**'e katılmak üzere davetlidirler.

Daha fazla bilgi için: pr@tucsa.org ve/veya https://tucsa.org/tr/haber_detay.aspx?haber=995

ESDA - European Steel Design Awards 2021

Avrupa Yapısal Çelik Birliği (ECCS) tarafından gerçekleştirilen European Steel Design Awards (ESDA) yarışmaları iki yılda bir düzenlenmektedir. ESDA 2021 yarışmasına, TUCSA tarafından düzenlenen Ulusal Çelik Yapı Ödülleri 2020 yarışmasında jüri tarafından birincilik ödülüne değer bulunan GEMAK Tersane İdari Binası projesi ile ikincilik ödülü alan Çanakkale Anten Kulesi projesi katılmıştır.

Aşağıdaki üyelerden oluşan uluslararası jüri 3 Haziran 2021 tarihinde Paris'te toplanarak ödül alacak projeleri belirlemiştir:

- Christine LENOUY, Secretary General, Le Syndicat de la Construction Métallique de France
- Jacques FERRIER, Ferrier Marchetti Studio, Paris, France
- Mitsu EDWARDS, Eckersley O'Callaghan design office,

Paris, France

- Aris CHATZIDAKIS, President of the European Council of Civil Engineers, ECCE
- Annamarie HAGOORT, chairwoman of the ECCS Architectural Awards Committee, SNS, The Netherlands
- Bernhard HAUKE, chairman of the ECCS Promotion Management Board, Wiley Group, Germany
- Véronique DEHAN, Secretary General ECCS, Brussels, Belgium

Bu yarışmada üç tür ödül verilmektedir:

1. Laureate Ödülü. Yarışmaya katılan tüm projeler içinde birinci seçilene verilir. Laureate ödülünün jüri tarafından hangi firmaya verildiğinin daha sonra açıklanacağı bildirilmiştir.

2. European Steel Design Awards Ödülü. ESDA 2021 Yarışmasına farklı ülkelerden 23 proje katılmıştır. ESDA Jürisi tarafından ödüle değer bulunan 13 proje, ülkelerin harf sırasına göre aşağıdaki gibi açıklamıştır.

- 1) Austria : KTM Motohall, Mattinghofen, Austria
- 2) Belgium : IMEC Parking Building, Leuven, Belgium
- 3) Czech Rep : Dragons, the Largest Jewel and Lighting, Saipan, Pacific Ocean
- 4) Denmark: Camp Adventure Forest Tower, Rønnede, Denmark
- 5) Finland: Kuusijärvi Bridge, Vantaa, Finland
- 6) France: Passerelle Coty, Puteaux, France
- 7) Germany: U- and S- Bahn-Haltestelle Elbbrücken, Hamburg, Germany
- 8) Netherlands: Schuttebusbrug, Zwolle, The Netherlands
- 9) Norway: Protective building for MS Finnmarken, Stokmarknes, Norway
- 10) Portugal: Aéroport International de Genève, New Terminal, East Wing, Genève, Suisse
- 11) Sweden : Bridge over Vanan, Kristinehamn, Sweden
- 12) Switzerland: Italian Bridge over the River Plessur, Chur, Switzerland
- 13) Türkiye: Çanakkale Antenna Tower, Kalabaklı Köyü Radar Tepesi Çanakkale, Türkiye

3. Public Voting (Halk Oylaması). 2017 yılında başlayan bu uygulamaya göre, yarışmaya katılan projeler ECCS'in facebook sayfasında yayımlanmakta, en çok beğeni (like) alan projeye Public Voting Ödülü verilmektedir.

COVID-19 salgını nedeniyle ESDA 2021 ödülleri topluca yapılamayacağından ödül alan projenin diplomaları ülkelerindeki Çelik Yapılar Dernekleri tarafından yapılacak törenle sahiplerine verilecektir. Sadece Laureate ödülü kazanan ekibe Brüksel'de verilecektir.



ETKİNLİKLERİMİZ

22. Yapısal Çelik Günü Yaklaşıyor

2000 yılında başlayan Yapısal Çelik Günleri'nin 20'ncisi 20 Kasım 2019 tarihinde İstanbul Marriott Asya Otel'de gerçekleştirildi. Yapısal Çelik Günü buluşmaları, çelik yapı proje sunumlarına ilave olarak, geniş katılımlı bir açık oturum, ödül töreni gibi çeşitli etkinliklerle zenginleştirilmektedir. 21. Yapısal Çelik Günü; küresel Covid-19 salgını nedeniyle 11-12 Kasım 2020 tarihinde özel yazılımla online olarak yüksek katılımla gerçekleştirilmiş, "Deprem ve Çelik" ile "İnşaat Sektörü Kabuk Değiştiriyor" temaları işlenmiştir.

Geçen 21 yıl içinde sektörün tüm ilgililerini Yapısal Çelik Günlerimizde buluşturduk. Çok sayıda uzmanın yorumlarını dinledik, çelik yapı projelerinin detaylarını gördük, teknolojiye gelişmeleri izledik. Üyelerin Tanıtım Alanları, Çelik Yapı proje sunumları, paneller, ödül törenleri Türk Yapısal Çelik Derneğinin vazgeçilmez etkinlikleri olarak kabul gördü. Geçen yıl iki gün süreyle internet ortamında gerçekleştirdiğimiz 21. Yapısal Çelik Günü'nde katılımcı sayısı 1000'in üzerine çıktı.

22. Yapısal Çelik Günü bu yıl da iki gün süreli olacak ve online olarak 24-25 Kasım 2021 tarihlerinde gerçekleştirilecek. Dünya üzerinde COVID-19 küresel salgınının kontrol altına alınmaya başladığı dönemde "Sürdürülebilirlik" ve "İnşaat Sektörü Nereye Evriliyor?" konuları ele alınacak. Katılımcıların Çelik Yapılar günlerinin 22'ncisinden yine yararlanacakları çok konu olacak. Yapısal Çelik Günleri sektör paydaşlarına iletişim ağı (networking) ve tanıtım konusunda da önemli

fırsatlar sağlamaktadır. Geçen yıl internet ortamında ilk kez gerçekleştirdiğimiz iki günlük etkinlikten kazandığımız deneyim nedeniyle bu yıl hem katılımcıların hem de tanıtım odası açanların daha fazla yararlanmaları için ilave önlemler de alınmaktadır.

2nd International Conference and Exhibition on Corrosion and Surface Protection for Steel (CASP 2022)

International Symposium on Corrosion and Surface Protection for Steel (CASP 2019), Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) tarafından Avrupa Yapısal Çelik Birliği (ECCS) ile koordineli olarak 22-24 Mayıs 2019 tarihleri arasında İstanbul'da başarıyla gerçekleştirildi. CASP 2019 uluslararası sempozyumu biterken Türk Yapısal Çelik Derneğinin CASP serisi konferansları iki yılda bir gerçekleştireceğinin duyurusu yapılmıştı. Ancak 11 Mart 2020 tarihinde Türkiye'de baş gösteren COVID-19 küresel salgını nedeniyle konferans bir yıl ertelendi ve 25-27 Mayıs 2022'de İstanbul'da yapılacağı ilan edildi.

Salgının dünya çapında kontrol altına alınmaya başlaması nedeniyle umarız ve dileriz Çelik İçin Korozyon ve Yüzey Koruma Uluslararası 2. Konferans ve Sergisi'ni (2nd International Conference and Exhibition on Corrosion and Surface Protection for Steel) (CASP 2022) başlangıçta planladığımız gibi Swiss Otel'de yapmak mümkün olabilecektir. Türkiye'deki aşılama kampanyasının sonuçlarına göre konferansın yüz yüze mi internet ortamında mı yapılacağı bu sonbaharda kesinleşecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Dünyadaki ve teknolojiye değişim, ülkenin ve sektörün bekası açısından, bu değişimi yakından izlenmeli ve gelişmelerin gerisinde kalınmamalıdır. İnşaat sektörü, dünyada rekabetçi olmaya devam etmek için küresel teknolojiye çeviklikle yakalamak, diğer bir deyişle Kabuk Değiştirmek zorundadır.
2. Bu değişimin sonucu: Yapı Elemanlarının Endüstriyel Ürün olması gerekliliğidir. Önerilen yapıları yapma kapasitemiz yeterlidir, ancak tüm yapıların tasarımdan malzemeye, imalatın inşaatı kadar her aşamada nasıl denetleneceğine ilişkin kurallar yeterli hale getirilmeli ve ilgililere anlatılmalıdır.
3. Son yıllarda sıkça sözü edilen Endüstri 4.0'ın sektörümüzde de hayata geçirilebilmesi için aşağıdaki hususların yerine getirilmesi bir zorunluluktur:
 - a. Çelik üretiminden, çelik yapıların tasarım ve uygulamasına kadar tüm süreçleri kapsayacak şekilde dijitalleşme,
 - b. Yapının planlanmasından sökümü/yıkımı dâhil tüm süreçlerini kapsayan sürdürülebilirlik,
 - c. Kooperasyon (iş birliği, güç birliği), döngüsel ve planlı ekonomi,
 - d. Kısa vadeli düşünce tarzı yerine "yaşam döngüsü anlayışı",
 - e. Bu dönüşüm için yönetim anlayışında da gerekli hazırlık ve değişimin gerçekleşmesi.
4. Öğrenciler için her yıl düzenlediğimiz yarışmaların amacı öğrencilere bilgi ve deneyim kazandırmak, çeliğin kullanılması konusunda onlara ufuk açmak, iletişim ağlarını geliştirmektir. Profesyonellere yönelik yarışmaların ise amacı çeliğin mimari, inşaat, üretim, sürdürülebilirlik ve ekonomi kriterleri açısından avantajlarını ortaya çıkaran seçkin çelik yapıların (köprüler dâhil) tasarımlarını ödüllendirmek, söz konusu yapıların özendirilmesini ve yapısal çelik endüstrisini daha rekabetçi ve bilinir hale getirerek yatırımcı, mimar ve mühendislerin çeliğin avantajlarından daha çok yararlanmalarına olanak sağlamaktır. Yukarıda belirtilen amaçlarla ülke ve sektörün yararına düzenlenen yarışmaların tüm sektör paydaşları tarafından desteklenmesi gereklidir.
5. Karbon ayak izini azaltıp, kaliteyi arttırırken maliyetleri de düşürecek önlemler alınmalı ve bu amaçla; dijitalleşme, yapay zekâ gibi teknolojiler ile şu anda gündemimizde dahi olmayan yeni teknolojiler araştırılmalı ve bu gelişmiş/yaratıcı çözümlerle maliyetler düşürülmeli.

BİNALARDA VE SANAYİDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ MASAYA YATIRILDI

ODE Yalıtım, özellikle Avrupa Yeşil Mutabakatı ile birlikte Türkiye'nin ve dünyanın öncelikli gündem maddelerinden biri haline gelen enerji verimliliğinin tüm yönleriyle ele alındığı bir etkinlik düzenledi. Özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve finans kurumu temsilcilerinin katılımıyla düzenlenen çevrim içi etkinlikte, sanayide ve binalarda enerji verimliliği sağlanması için atılması gereken adımlara dikkat çekildi.

ODE Yalıtım Genel Müdür Yardımcısı Özgür Kaan Alioğlu'nun moderatörlüğünde düzenlenen etkinlikte ODE Yalıtım Yönetim Kurulu Başkanı Orhan Turan, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) Türkiye Başkan Vekili Hande Islak, ESCON Enerji Genel Müdürü Onur Ünlü, Siemens Enerji Verimliliği Koordinatörü Hakan Olcay, ODE Yalıtım Bağımsız Danışmanı ve İZODER Başkanlar Kurulu Üyesi Levent Pelesen katılımcılara seslendiler.

TUCSA Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) Konusunda Çalışmalarını Sürdürüyor

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA), Avrupa Yapısal Çelik Birliği (ECCS) ile organize bir şekilde Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) konusundaki çalışmalarına devam ediyor. TUCSA'nın da katıldığı 29.04.2021 tarihli ECCS yönetim kurulu toplantısında Avrupa Yeşil Mutabakatı ile ilgili olarak 2030'a kadar sera

gazı salımını 1990'a nazaran genelde %55, binalarda ise %60 azaltmak hedefi belirlendi.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesindeki Metal Sanayi Teknik Komitesi (Metal-Tek) üyesi olan Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA), Metal Sanayi Teknik Komitesinin 23 Mart 2021 tarihinde gerçekleştirdiği toplantı neticesinde demir çelik sektörü özelinde hazırlanacak 2030 yılı "Çelik Strateji Belgesinin" yol haritasının belirlenmesi için oluşturulacak çalışma gruplarında da görevlendirildi.



JEAN TSCHUMI MİMARİ YAZIN ÖDÜLÜ PROF. DR. KUBAN'IN OLDU

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi emekli öğretim üyelerinden Prof. Dr. Doğan Kuban, Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) 2021 Altın Madalya ve Ödülleri kapsamında verilen Jean Tschumi Mimari Yazın Ödülünün sahibi oldu.

Jüri raporunda, Prof. Dr. Doğan Kuban'ı; "Ödül; mimarlık koruma ve restorasyon alanında 'sessiz dev', Türk mimarlık tarihçisi ve koruma uzmanı Doğan Kuban'a verilmiştir. Çalışmaları İstanbul, Kazakistan ve Türkmenistan'ın zengin mimari miras değerlerine odaklanmıştır. Kuban yaşamı boyunca; Türk, İslam ve Anadolu mimarisinin ihtişamını ve

karmaşıklığını dünyaya tanıtan, geleceğin mimarlarına ve bilim insanlarına paha biçilemez bir kaynak oluşturan ve ilham veren yetmişten fazla eser üretmiştir." sözleriyle tanımladı.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ise ödülle ilgili şu açıklamayı yaptı: "İstanbul Teknik Üniversitesi olarak 95 yaşında yine bizi onurlandıran, İTÜ mezunu, Mimarlık Fakültemizde Mimarlık Tarihi ve Restorasyon Kürsüsü ile Restorasyon Anabilim Dalı'nın Kurucu Başkanı, Mimarlık Fakültesi'nin hocası ve bir dönem dekanı Prof. Dr. Doğan Kuban'ı kutluyoruz."



*Kaynak: İTÜ Medya ve İletişim Ofisi

EN İYİ 500 ŞİRKET ARASINDA 11 TUCSA ÜYESİ

İstanbul Sanayi Odası (İSO), "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (İSO 500)" araştırmasının sonuçlarını açıkladı. Yapılan açıklamaya göre Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Üyesi 11 şirket devler arasında yer aldı.

İstanbul Sanayi Odası'nın araştırmasına göre 2020 yılında Tüpraş, 58,6 milyar TL'lik üretimden net satış rakamıyla zirvede yer aldı. Tüpraş gibi Koç Holding bünyesinde olan Ford, 45,2 milyar TL'lik üretimden net satış rakamıyla ikinci sırada kendisine yer buldu. Oyak-Renault, 31,2 milyar TL'lik rakamla üçüncü sırada yer alırken, bir başka otomotiv firması Toyota 30,8 milyar TL ile dördüncü sırada yer aldı.

TUCSA Üyeleri Listeye Damga Vurdu

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) üyesi 11 şirket listeye dâhil olurken üyelerimiz arasında ilk sıra “Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu” araştırmasında 9. sırada 16,9 milyar TL’lik üretimden net satış rakamıyla yer alan Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş. oldu.

Tosçelik Profil ve Sac Endüstrisi A.Ş. 10,3 milyar TL'lik üretimden net satış rakamıyla 16. sırada, KARDEMİR Karabük Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş. 7,3 milyar TL'lik üretimden net satış rakamıyla 25. sırada yer aldı. İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş. 4,4 milyar TL'lik üretimden net satış rakamıyla 47. sırada kendisine yer buldu.

Kroman Çelik Sanayii A.Ş. , Borusan Mannesmann Boru San. ve Tic. A.Ş., Betek Boya ve Kimya Sanayi A.Ş., Tosalı Demir Çelik Sanayi A.Ş., Jotun Boya San. ve Tic. A.Ş., Kansai Altan Boya San. ve Tic. A.Ş., ÇİMTAŞ Çelik İmalat Montaj ve Tesisat A.Ş. ile Çağ Çelik Demir ve Çelik Endüstri A.Ş. ilk 500’de yer alan diğer üyelerimiz oldular.

Ayrıca sektörümüzden şu firmalar da listede kendilerine yer buldular:

İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.
İçdaş Çelik Enerji Tersane ve Ulaşım Sanayi A.Ş.
Çolakoğlu Metalurji A.Ş.
Borçelik Çelik San. Tic. A.Ş.
Yücel Boru ve Profil Endüstrisi A.Ş.
Diler Demir Çelik Endüstri ve Ticaret A.Ş.
Tatmetal Çelik San. ve Tic. A.Ş.
Yazıcı Demir Çelik Sanayi ve Turizm Ticaret A.Ş.
Tosyalı Toyo Çelik A.Ş.
Kaptan Demir Çelik Endüstrisi ve Ticaret A.Ş.
Atakaş Çelik San. ve Tic. A.Ş.
Erdemir Çelik Servis Merkezi San. ve Tic. A.Ş.
Yeşilyurt Demir Çelik Endüstri ve Liman İşletmeleri A.Ş.
Ekinciler Demir ve Çelik Sanayi A.Ş.
Tosyalı Filmaşın ve İnşaat Demir Üretim Sanayi A.Ş.
Asil Çelik San. ve Tic. A.Ş.
Mescier Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş.
Kocaer Haddecilik San. ve Tic. A.Ş.
Haşçelik Kablo San. ve Tic. A.Ş.
Ege Çelik Endüstrisi San. ve Tic. A.Ş.
Ateş Çelik İnşaat Taahhüt Proje Mühendislik San. ve Tic.
Çınar Boru Profil San. ve Tic. A.Ş.
Has Çelik San. ve Tic. A.Ş.
Çayırova Boru San. ve Tic. A.Ş.
Ağır Haddecilik A.Ş.
Erciyas Çelik Boru Sanayi A.Ş.
Çebitaş Demir Çelik Endüstrisi A.Ş. 0.6
Tufan Endüstri Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş.
Noksel Çelik Boru Sanayi A.Ş.

RUS PAZARINDA GÜÇLERİNİ BİRLEŞTİRDİLER

Yangın güvenliği alanında 70 yıldan fazla test, belgelendirme ve mühendislik deneyime sahip Efectis Rus pazarındaki faaliyetleri için Reflex-R ile bir işbirliği anlaşması imzaladı.

Reflex-R Genel Müdürü Erkan Sarıtaş ve Efectis Holding'in Türkiye'de yerleşik şirketi Efectis Era Avrasya Yönetim Kurulu Başkanı İlker İbik'in imzaladığı anlaşma ile bölgedeki uluslararası projelere ve dış pazarlara açılmayı planlayan üreticilere hizmet sunulması hedefleniyor.

Moskova'da yerleşik olan Reflex-R, sahip olduğu tecrübe ve uzmanlıkla yangın güvenlik ve söndürme sistemleri alanlarında hizmet veren bir kuruluş.

Efectis Holding (Fransa-Hollanda) ve Era Laboratuvarları ortaklığı ile kurulmuş olan Efectis Era

Avrasya; yapı malzemelerinden inşaatı kadar ürünlerin, sistemlerin yangın testleri, belgelendirmesi veya projelerin yangın mühendisliği hizmetlerini Türkiye'nin yanı sıra başta Türkî Cumhuriyetler, Orta Doğu ve Balkanlar olmak üzere Avrupa'dan Hindistan ve Çin'e kadar çok geniş bir coğrafyada sürdürüyor.



GALDER'DEN “KOROZYONUN FARKINDA MIYIZ?” WEB SEMİNERİ

Genel Galvanizciler Derneğinin düzenlediği 4. web seminerinde korozyon konusu tüm hatlarıyla masaya yatırıldı. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Metal Sanayi Daire Başkanı Ümit Yasin Güven, Türkiye Çelik Üreticileri Derneği (TÇÜD) Teknik İşler Direktörü Serpil Çimen, Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Yönetim Kurulu Başkanı H. Yener Gür'eş ve Genel Galvanizciler Derneği (GALDER) Yönetim Kurulu Üyesi Bünyamin Halaç'ın katıldığı web semineri yoğun ilgiyle takip edildi.

Ana sponsorluğunu International Zinc Association (Uluslararası Çinko Birliği), panel sponsorluğunu ise ANI Metal, Koruma Klor Alkali, Marmara Siegener Galvaniz ve Zinkpower İzmir Galvaniz'in yaptığı, Zoom ortamında 1 Haziran 2021 Salı günü gerçekleştirilen web seminerinde açış konuşmasını T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Metal Sanayi Daire Başkanı Ümit Yasin Güven gerçekleştirdi.

Güven, açış konuşmasında tüm katılımcılara konuya olan ilgileri ve Korozyon Farkındalığı için gösterdikleri çabadan dolayı teşekkür ettikten sonra önemli kayba neden olan korozyon hakkındaki farkındalığın daha yaygın hale getirilmesi gerektiğine, alınacak daha çok yolumuz olduğuna dikkat çekti.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Metal Sanayi Daire Başkanı Ümit Yasin Güven'in gerçekleştirdiği açış konuşmasının ardından, sürecin ilk aşaması olan çelik üretimi ile ilgili korozyondan bahsetmek üzere söz alan Türkiye Çelik Üreticileri Derneği (TÇÜD) Teknik İşler Direktörü Serpil Çimen korozyonun tanımı ve çeşitleri, ham çelik üretimi ve tüketimi, korozyonun etkileri korozyondan korunma önlemleri, döngüsel ekonomi, korozyon ve yapı güvenliği, korozyon ile mücadele başlıklarından oluşan sunumunu gerçekleştirdi. Çimen şunları söyledi:

KOROZYONUN EKONOMİDE YARATTIĞI AĞIR YÜKÜ ANCAK ETKİN YÖNTEMLER DÜŞÜREBİLİR

“Kısaca korozyondan bahsedecek olursak, mühendislikte kullanılan metallerin ve alaşımlarının bulundukları ortam ile girdikleri, kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan aşınma ve bozunmadır. Yüzeysel ve bölgesel korozyon tipleri var. Çelik ve dökme demirlerde yüzeyde oluşan atmosfere açık ortamlarda, havayla, suyla ve toprakla temas eden metallerde yüzeysel korozyonlar ortaya çıkıyor.

Bölgesel korozyonda ise çukur korozyon metalin yüzeyinde başlayıp içeri kadar ilerleyen ve metalde delinmelere kadar yol açan sinsi bir korozyon çeşidi. Galvanik korozyon ise iki metal tabakanın yüzeyinde, alüminyum ve pirinç plakalarda, paslanmaz çeliğin yüksek pasifliği nedeniyle oluşuyor. Alaşım içerisinde yer alan bir elementin ya da metalin korozyona uğraması ve öncelikle alaşımdan uzaklaşmasına sebebiyet veren korozyon türü de seçimli korozyondur. Pirinç vanada oluşan seçimli korozyon sonucunda çinko alaşımdan uzaklaşmıştır. Örnekleri daha da artırmak mümkündür.

Korozyonun başrolü günlük hayatımızın vazgeçilmezi de olan çelikte, Türkiye'nin ham çelik üretimindeki değişimi inceleyelim. 2010 ilâ 2020 yılı arasında 29,1 milyon tondan 35, 8 milyon ton seviyesine, inişli çıkışlı bir değişim olduğunu görüyoruz. Demir-çelik sektörü dinamik bir sektördür. 2020 yılında küresel salgına rağmen Nisan-Mayıs aylarında bir kısmaya gidip onun

dışında üretimini yıllık bazda %6,1 oranında artırmıştır. Fakat dünya çelik üretimi küresel salgından etkilenmiş ve yaklaşık %1 oranında daralma görülmüştür. Bu da 2020 yılında çelik sektörümüzü, dünyada 7. Avrupa'da ise 1. sıraya yükseltmiştir. Bu yıl üretimimizde, %10'dan daha fazla bir artış bekliyoruz. Kişi başı çelik tüketimine baktığımızda 2019 yılında Türkiye'de 335 kg çelik tüketilmiştir. Dünya ortalaması 245 kg'dır. Çelik üretimine bağlı olarak tüketim miktarı arttıkça korozyon ile daha fazla karşılaşacağız. Bu da korozyon konusunda farkındalığımızı artırmamız için önemli bir sebeptir.

Korozyonun etkilerine değinmek istiyorum. Doğrudan ve dolaylı kayıplar olmak üzere iki farklı grupta inceliyoruz. Doğrudan kayıplar, malzemenin, makinanın değiştirilmesi ve buna işgücünün de dâhil edilmesi. Dolaylı kayıplar ise malzeme kaybı, verimlilikte düşüş, işin durdurulması, çevre kirliliği ve en büyük zararı ise canlıların yaşamlarını tehlikeye atmasıdır. Dolaylı ekonomik etkiler için bir maliyet hesabı çıkarmak zordur, mali yükün çok ötesindedir. Yaşanan sonuçların ne kadar büyük kayıplara yol açtığını anlatmak açısından sizlerle çarpıcı bir örneği paylaşmak istiyorum. Hindistan'ın Bhopal şehrinde 1984 yılında korozyon nedeniyle bir kaza meydana gelmiştir. Literatüre 'Korozyon Faciası' olarak geçmiştir. Böcek ilacı üretimi yapan bir fabrikada karbon çeliği bir vanadan sızan suyun metil izosiyanat tankına sızması sonucu meydana gelen reaksiyon sebebiyle bir patlama gerçekleşmiştir. Bu patlama sonucunda 20 bin kişi hayatını kaybetmiş, 500 bin kişi ise bu kazadan etkilenmiştir.

Toplam ekonomik kayıplara geldiğimizde ise Prof. Dr. Ali Fuat Çakır Hocamızın bir çalışmasını sizlerle paylaşmak istiyorum. ABD'de yapılan bir çalışmayı kendisi dünyaya ve Türkiye'ye uyarlamış, yaklaşık bir fikir vermesi açısından önemli. Yapılan çalışmada doğrudan korozyon kaybının dolaylı korozyon kaybına eşit olduğu ve yaklaşık olarak GSMH'nin %3,1'lik oranına karşılık geldiği yani toplam ekonomik kaybın doğrudan ve dolaylı kayıplar toplandığında GSMH olarak %6,2'ye karşılık geldiği ortaya çıkıyor. Bu çalışmaya göre dünyada 4,5 trilyon dolar, Türkiye'de ise 50 milyar dolar seviyesinde bir maliyetten bahsediyoruz. Fakat çalışmalar gösteriyor ki etkin önlemler alındığı zaman korozyon maliyetinin %25-30 civarında azalabileceğini görüyoruz. Ekonomin üzerindeki bu ağır yükü, ancak etkin yöntemler düşürebilir.

Korozyona karşı alınan önlemlerde optimum korunma için beklentiler ise uzun ömürlü, dayanıklı olması ve çok sık bakıma ihtiyaç duymaması, verimli ve ekonomik olması malzeme, enerji, işçilik ihtiyacının olmaması ya da çok az olması, mekanik streslere, aşınmaya ve darbeye karşı dirençli olmasıdır. Dünyada ve ülkemizde de korozyondan korunmak için pek çok metot var. Epoksi kaplama, galvaniz kaplama katodik koruma ve korozyon inhibitörleri gibi çeşitli yollar kullanılmaktadır.

Sizlere kısaca sıcak daldırma galvaniz sürecinden bahsetmek istiyorum. 450-460 °C’de ergimiş çinko banyosuna daldırılan demir ve çelik malzemelerin yüzeyine çinko ve çinko bileşikleri içeren koruyucu bir kaplama işlemidir. Çelik malzemenin tüm yüzeyi en kritik noktalara kadar çinko ile kaplanır. Bu yöntemin en büyük özelliği malzemenin en kritik köşelerine kadar nüfuz etmesidir. Alaşımsız yapı çelikleri, düşük alaşımlı çelikler ve dökme demir, sıcak daldırma galvaniz için uygun malzemelerdir. Bu yöntemin uygulama alanlarına geldiğimizde ise güç üretim tesisleri, petrokimya tesisleri, soğutma kuleleri köprüler, çelik binalar, direk hattı donanımları, demiryolu elektrik tesisatı, otoyol kenarlarındaki koruyucu bariyerler yüksek aydınlatma tesisatları, liman kazıkları ve rayları, ızgara merdiven ve korkuluklar gibi geniş alanlarda kullanıldıklarını görmekteyiz.

Faydalarına değinirsek, çelikle karşılaştırıldığında çinkonun korozyona uğrama hızı oldukça yavaştır. Elektrolitik koruma sağlar. Çinko kaplama ve alttaki demir-çinko alaşım tabakaları dayanıklılık ve sağlamlık kazandırır. Çinko kaplamanın boyanması gerektiğinde ekonomiktir ve dayanıklıdır, arazi koşulları ve hafif endüstriyel koşullarda genellikle 15-25 yıl bakım gerektirmez. TS EN ISO 1461 ile uyumlu ve ISO 9223 şartlarında, korozyon hızına göre değişmekle birlikte, yüksek nemlilik ve biraz hava kirliliğinin olduğu ortamlarda, orta aşındırıcılıkta (C3 korozyon kategorisinde), Sıcak Daldırma Galvaniz kaplamanın ömrünün, et kalınlıklarına göre, 26 yıl ile 100 yıl arasında değiştiğini görüyoruz.

Döngüsel ekonomiyi çelik, çinko ve galvanizli çelik üretimi açısından ele almak istiyorum. Çelikten başlayacak olursak Türkiye’de üretimin %70’ine sahip olan ark ocaklı tesislerde hürdanın ergitilmesiyle çelik elde ediliyor. Baca tozu ise çinko üretiminde kullanılıyor. Tehlikeli bir atık. Kuruluşlarımız da lisanslı firmalara veriyorlar. Yurt dışından ithal edilmesi yasak bir malzeme. Bizim atığımız çinkonun hammaddesi oluyor. Endüstriyel simbiyoz uygulamaları için güzel bir örnektir. Bu yönüyle, döngüsel ekonomiye katkı sağlıyoruz. Aynı şekilde çelikhane cürufurumuz %75 oranında geri kazanılıyor. Geri dönüştürülmüş çinko, çeliğin kaplanmasıyla yeniden kullanılabilir. Artık atıklarımız ortada kalmıyor ve dönüşüme giriyor. Bunun çevrenin korunması açısından son derece önemli olduğu ortadadır.

Katodik korumaya gelirse, bu daha çok toprağa gömülü ve sıvı içindeki metalik yapıların korozyonunu önlemek veya kontrol altına almak için kullanılan, elektrik akımına dayanan aktif bir sistem. Petrol depolama tanklarının, doğalgaz borularının, içme suyu, atık su borularının güvenli bir şekilde korunmasında kullanılıyor bu yöntem. Bildiğiniz gibi Panama Kanalı, Büyük Okyanus ile Atlas Okyanusu birbirine bağlıyor. Kanalda bulunan Gatun Kapıları ise havuzlar arasındaki geçişi sağlıyor. Burada uygulanan katodik korumanın ilk maliyeti kapıları yenilemek için yapılan maliyetin binde beşi kadardır. Katodik korumanın uygulanması, kapıları değiştirmeye gerek kalmadan, ekonomik anlamda çok uygun oluyor. Önemli bir husus da kapıların, uzun periyodik bakım gerektirmeden çalışmaya devam edebilmeleridir.

Korozyonu yapı güvenliği açısından da değerlendirmek

istiyorum. Betondaki dökümler donatı korozyonundan kaynaklanmaktadır. Korozyon, donatı-beton aderansını azaltır. Deniz yapılarında ve özel yapılarda beton kalitesi ve iyi işçilik son derece önemlidir. Karbonatlaşma ve klor saldırısına karşı donatı korunmalıdır. Betonarme yapılarda donatı ile kalıp arasında kalan boşluk pas payıdır. Donatıyı dış etkilere korumak için bırakılan örtüdür. Pas payı yetersizliği nedeniyle yapılarda etriyelerin tümüyle yok olduğu ana taşıyıcı donatılarda ise korozyondan dolayı paslanan katmanın kalınlığının 7 kata kadar artabildiği, bu durumdan dolayı betonun hızla çatladığı gözlenmektedir. 99 Depremi sonrasında, Gölçük’te yıkılan yapıların büyük bölümünde korozyona uğramış donatı çeliğinin beton üzerinde tahrip edici etki yaptığı gözlenmiştir. Korozyona karşı çok basit ve çok düşük maliyetli bir önlem olan pas payının bırakılmadığı görülmektedir. Yönetmelikte yer alan pas payı kalınlığının bırakılması büyük önem taşımaktadır. Yapılarda galvanizli donatı çeliği standardı Avrupa’da 2018 yılında yürürlüğe girdi (EN 10348-2). Ülkemizde ise 09.11.2020 tarihinde kabul edildi. Adapte bir standarttır. Hepimizin bildiği gibi betonarme çeliklerinin, donatı çeliklerinin standardı olan Avrupa standardı, şu an yürürlükte olmayan EN 10080 standardından çıkartılmıştır. Onun kapsamında kalan bütün mamuller sıcak daldırma galvanize tabi tutuluyor. Şu an belge alan firma yok. Çok yeni bir standart, eminim, ihtiyaçlara, kullanım alanına göre ülkemizde de belgelendirme faaliyetleri yakın zamanda başlayacaktır.

Şimdiye kadar anlattıklarımı özetleyecek olursam, korozyon ile mücadele etmek için neler yapmalıyız? Korozyon bir doğa olayı ve bundan kaçış yok, ancak ilk başta alacağımız etkin önlemler ile kontrol altına alarak mücadele edebiliriz. Farkındalığı arttırmak için, kamu, sanayi, üniversite, meslek odalarının, STK’ların işbirliği yapması, yönetmelik, şartname, standartların geliştirilmesi, uluslararası mevzuatın yakından takip edilmesi gerekiyor. Ülkemiz birinci derece deprem bölgesinde olduğundan korozyon hassasiyeti olan bölgelerde, binayı çürüten korozyonun tasarım aşamasında önlenmesi ve etkin önlemler uygulanması, doğru malzeme seçilmesi, sunumunun başında belirttiğim Hindistan’da kazanın yaşandığı fabrikada karbon çeliği yerine paslanmaz çelik vana kullanılsaydı facia yaşanmayacaktı belki, tasarım yapan mühendis ve mimarların korozyonu yeterince tanımaları, bunun için de ilgili mühendislik fakültelerinin ders programlarının korozyon açısından daha kapsamlı hale getirilmesi ve yeni malzemelerin, yüzey işleme kaplama teknolojilerinin geliştirilmesi gibi iyi mühendislik uygulamalarının yaygınlaştırılması korozyonla mücadele açısından önem taşıyor.”

Türkiye Çelik Üreticileri Derneği (TÇÜD) Direktörü Serpil Çimen’in gerçekleştirdiği sunumunun ardından Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Yönetim Kurulu Başkanı H. Yener Gür’eş söz aldı. Gür’eş konuşmasında şu noktaların altını çizdi:

TÜRKİYE’NİN KOROZYON MALİYETİ BİLİMSEL YÖNTEMLERLE HESAPLANMALI

“Bu güzel organizasyon için GALDER’e, değerli katkılarından dolayı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımıza ve bütün panelistlere teşekkür ediyor, bizi dinleyen tüm misafirlerimize de saygılarımı sunuyorum. Bizim açımızdan konunun en önemli yanı korozyonun maliyeti.

NACE'in 2016 rakamlarına göre korozyonun dünyaya her yıl 2,5 trilyon dolar direkt maliyeti olduğunu görüyoruz. Dolaylı maliyeti de hesaba katarak, bunu yaklaşık 2 ile çarparsanız 5 trilyon dolar çıkar ki Prof. Dr. Ali Fuat Çakır Hocamızın 2014 yılındaki değerlendirmelere istinaden söylediği 4,5 trilyon dolar maliyet ile uyumludur. Farklı bölgelerdeki korozyon maliyetinin GSMH'ya oranları şu şekildedir: ABD'de %2,7 Avrupa'da %3,8, dünya ortalamasında ise %3,4 olarak belirlenmiş. Biz de %3,4'ü baz aldık. Türkiye'de GSMH'nin 650 milyar dolar olduğunu düşünürsek 2020 yılı için doğrudan kayıpların ($650 \text{ milyar \$} \times \%3,4 = 22,1 \text{ milyar \$}$) 22,1 milyar dolar olacağını, dolaylı kaybın da bir o kadar tutacağını hesaplırsak yaklaşık toplam kaybın 50 milyar dolar olacağını ifade ediyoruz. Burada altını çizmek istediğim bir şey daha var. Korozyonun maliyeti sadece milyar dolarlar değil. Ayrıca çelik ne kadar çabuk korozyona uğrar, kullanım ömrünü tamamlarsa o kadar çok karbondioksit salımı da ortaya çıkıyor demektir. Peki, 50 milyar dolar her yıl kaybediyoruz da bu değerli bir para mı? Türkiye'nin 2020 yılı ihracatı 170 milyar dolar. Ötesini siz hesaplırsınız diye düşünüyorum. Bütün bunlar NACE'nin rakamlarına dayanıyor. Oysa 50 milyar dolar için bazı kamu yetkilileri ile konuştuğumuzda, '50 milyar dolar olur mu? Biz o kadar çelik üretmiyoruz.' yanıtını alıyoruz. Doğrudur, bunlar hep kabullere dayalı şeyler. Aslında bize göre yapılması gereken bize uygun bilimsel hesaplama yöntemlerinin saptanması.

Karbondioksit salımını da ben maliyet olarak düşünüyorum. 'Efendim çeliğin üretiminde çok karbondioksit üretiliyor' diyorlar. 1 ton çelik alabilmek için 2,1 ton karbondioksit salıyoruz doğaya, doğru, ilk yapıldığında böyle. Ama çeliğin başka bir avantajı var. Çelik diğer malzemelere benzemiyor. %96 geri dönüştürülebilir bir madde. Geri dönüştürdüğünüzde ise 0,95 ton çelik için 0,6 ton karbondioksit salıyorsunuz. Yani çok az. Sonra bir daha dönüştürüyorsunuz, sonra bir kez daha. Bu geri dönüşüm işlemlerinden sonra 1 ton çeliğin saldığı karbondioksit ortalaması 0,8 ton oluyor. Yani geri dönüşüm nedeniyle çok daha az karbondioksit salındığını görüyoruz. Öyleyse biz çeliği çok daha uzun ömürlü kullanacağız. Hemen paslandı diye hurdaya atmayacağız. Eğer çeliği uzun ömürlü kullanmayı başarırız karbondioksit salımını fevkalade azaltmış oluruz. Korozyonun maliyeti ile ilgili önerilerimiz şunlar;

1. Türkiye'nin korozyon maliyeti bilimsel yöntemlerle hesaplanmalı,
2. Korozyon kaybının %15 ilâ %35 oranında azaltılması için ARGE, mevzuat, denetim, eğitim bütçesi ayrılmalı ve üniversitelerde bu konuya daha fazla önem ve öncelik verilmeli.

Korozyona neden olan farklı ortamlara değinirsek, kimyasal korozyonla alakalı ufak bir noktaya değinmek istiyorum korozyona sebep olan su değildir. Geçen yıl Prof. Dr. Alp Caner Hoca deprem incelemesi yapmak üzere Van civarına gitti. Orada bir nehrin üzerinde sapasağlam ayakta duran 70 yıllık bir çelik köprü var. Basit yöntemlerle yapılmış bir çelik köprü, hâlâ aktif, ayakları suyun içerisinde. 70 yıldır hiç korozyona uğramamış, çünkü suyun içerisinde herhangi bir kimyasal yok. Dolayısıyla korozyona sebep olan su değildir. Suyun içerisindeki kimyasallar veya suyun aktive ettiği kimyasallardır.

Mesela 'Betonarmede donatı çeliği paslanıyor.' diyoruz, sudan dolayı paslanmıyor. Onun içinde kullanılan kumda klor varsa su geldiği zaman harekete geçiriyor ve çelikte birleştiği zaman gerçekleşen atak nedeniyle paslanma meydana geliyor. Biyolojik korozyon ise akaryakıt borularında tanklarda görülüyor. İçi tamamen sıvı dolu, hiç oksijen yok normal şartlarda paslanmaması lazım. Bir bakıyorsunuz bir yerinden deliniyor. Tamamen biyolojik nedenlerle sülfür ortaya çıkıyor ve sülfür çeliği paslandırıyor, eritiyor, korozyon sonucunda da delinebiliyor. Bir de mekanik nedenlerden, sürtünmeden, aşınmadan meydana gelen bir korozyon türü var dikkate almamız gereken.

Tasarım Safhalarında Korozyon Sınıflarının Belirlenmesi Çok Önemli

Korozyon denildiğinde eskiden standartlarımızda TS EN 12944'te C1'den C5'e kadar korozyon sınıfları vardı. Son yapılan değişikliklerle buna bir de CX eklendi. 'Extreme' olarak ifade edilen bir korozyon sınıfı. Bu daha ziyade açık deniz (offshore) istasyonları veya iskele, rıhtım gibi deniz kenarındaki yapılarda meydana gelen bir korozyon türü. Yapılar için korozyon sınıflarının tasarım safhasında belirlenmesi çok önemli. Mutlaka bunun gerçekçi yapılması lazım. Ucuza mal edeceğim diye C5 sınıfı bir korozyon ortamı varken ona C2 sınıfı bir korozyon önlemi almaya kalkarsanız, kısa bir süre sonra aldığınız önlemler boşa gider.

Korunma önlemlerinden bahsedecek olursak, burada da farklı korozyon sınıflarına ve ortamlarına göre farklı önlemler alınması zorunluluğu vardır. Çelik korozyonu toplam korozyonun yaklaşık %90'ına yakındır. 'Çeliğin ömrü ne kadar?' diye soruyorlar. Ankara'da Konya yolu üzerinde, 10-15 yıl kadar önce çelik taşıyıcılı bir üst geçit yapıldı. Bu üst geçit 10 yıl bile geçmeden pas içerisinde kaldı. Yerel basında bir haber çıktı. Haberde şöyle diyor; 'Çeliğin ömrü zaten 10 yıldır.' Çeliğin ömrü tabii 10 yıl değildir. Ancak bakmazsanız 10 yılda mahvedersiniz. Ama korozyona karşı gerekli önlemleri alırsanız her şey farklı olur.

İngiltere'deki Coalbrookdale Köprüsü 1779 yılında yapılmış. O zaman çelik yoktu, demirden yapıldı. Birçok elemanı dökümdür. Hâlâ ayakta. Eyfel Kulesi'nin yapımı 1889 ve bugün bile yeni gibi duruyor. Korozyona dair hiçbir sorunu yok. 2019 yılında Avrupa Yapısal Çelik Birliğinin (ECCS) düzenlediği "European Steel Design Awards" kapsamında restorasyon projesiyle ödül almış olan Balat'taki Demir Kilise'nin (Sveti Stefan Kilisesi'nin) de tüm taşıyıcı sistemi çelikten yapılmıştır. Bu iş Avusturya'daki bir firmaya sipariş edilmiş, firma 1892'de Türkiye'ye bütün parçaları göndermiş. Altyapısı, kazıkların çakılması nedeniyle yapımı 1896'da bitmiş. Restorasyon yapılması için projenin aslı lazım. Projesi bizim kayıtlarımızda yok. Yapan firmaya soruluyor, kısa bir süre sonra paket halinde proje Türkiye'ye geliyor. 1896 yılında yaptıkları proje eksiksiz raflarında duruyor. Bu da altını çizmek istediğim noktalardan biri. Açıkçası imreniyorum.

TUCSA ve ECCS için korozyon gerçekten çok önemli. 'Çelik' dediğimiz zaman 'çelik pahalıdır' algısı karşımıza çıkıyor. Kim asmış çeliğin boynuna bu yaftayı bilmiyorum. Projesine göre bazen pahalı, bazen ucuzdur. Ancak hemen her seferinde

Çelik Yapı Endüstrisinde Tekla Structures

COMPUTERS & ENGINEERING
Engineering Software Consulting and Provision Center

Holzmühler Weg 89, D-35457 Lollar
Tel: 0049 6406 73667 Fax: 0049 6406 4745
E-Mail: baser@comp-engineering.com
Web: www.comp-engineering.com

Planla, Tasarla

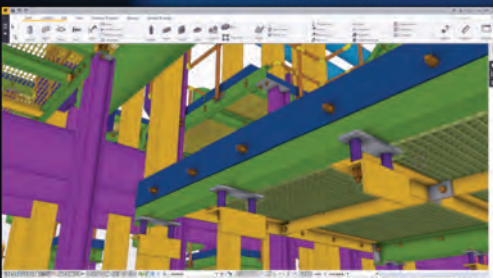
YÖNET

Tekla 2020

 **Tekla®**
A Trimble Solution

Her Türlü Çelik Yapıyı
Daha Hızlı Modelleyin,
Daha İyi Kalitede İmalat
ve Montajını Sağlayın

 **COMPUTERS &
ENGINEERING**
SOFTWARE & CONSULTING



Tıpkı bir orkestrada olduğu gibi inşaat da iş birliği gerektirir. İş birliği ve beraber çalışmayı arttıran birçok yeni özelliği ile **Tekla 2020**, mükemmel uyumlu bir BIM akışının anahtarıdır.

Tekla 2020, tüm ekiplerinizin birlikte daha verimli çalışabilmesiyle ilgilidir. En son güncellemeler daha iyi işbirliği, daha iyi görsellik ve kullanım kolaylığına odaklanıyor. Daha kolay modelleme, daha hızlı resim üretimi, güvenli ve gerçek zamanlı veri paylaşımı ile imalat ve montaj süreçlerinde tüm ekiplerinizle birlikte benzersiz bir çalışma özgürlüğüne sahip olun.

daha ekonomiktir. İlk yapım maliyeti ile yaşam döngüsü içerisindeki toplam maliyetini birbirine karıştırmamak lazım.

Avrupa Yapısal Çelik Birliğinde Yüzey Koruma Komitesi 2000 yılında askıya alındı. Biz bunun tekrar aktive edilmesini önerdik. 2018 yılında tekrar faaliyete başladı. Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından ECCS ile koordineli olarak 2019'da 'International Corrosion and Surface Protection for Steel' (Uluslararası Çelik için Korozyon ve Yüzey Koruma) konferansı yapıldı. Biz GALDER'le kurulduğu günden beri dirsek temasındayız. Bu çalışmamızı da desteklediler. Umduğumuzdan çok daha başarılı oldu. İngiliz bir ziyaretçi, 'Ben çok büyük konferanslara gidiyorum, burada karşılaştığım iş bağlantılarını (network) hiçbirinde elde edemedim.' dedi. İnşallah bunu ülkemizdeki ilgililer de aynı şekilde algılasınlar. 25-27 Mayıs 2022 tarihinde 'International Corrosion and Surface Protection for Steel'in ikincisini gerçekleştireceğiz. Umarım küresel salgın o güne kadar sona erer de etkinliğimizi planladığımız gibi otelde gerçekleştirebiliriz.

Değirmek istediğim bir diğer konu, 2006 yılı aralık ayında Yüksek Fen Kurulunu ziyaret etmiştik. Bu ziyaretimiz sırasında çelik yapılarla ilgili şartname olmadığını söyledik. Kısa bir görüşmenin ardından Yüksek Fen Kurulu Başkanı Fikret Şendur Bey bize 'Teknik şartname hazırlayın.' dedi. Dört ay içinde 100 sayfalık Yapı Çeliği İşleri Teknik Şartnamesi hazırladık. Şu anda çelikle ilgili olan herkes web sitemizden güncelleme safhasında olan bu şartnameyi indirebiliyor. Yüksek Fen Kurulu, 2017 yılında Türkiye İMSAD'dan 'Bütün paydaşlarınızla birlikte ilgili teknik şartnamelerinin güncellenmesi için taslakların hazırlanmasını' istedi. Bunun üzerine biz de çelik yapılarla ilgili güncelleme çalışmalarını başlattık. Çelik Yapıların Korozyondan Korunması Şartnamesi şu an taslak olarak hazır. Bu şartnamede, boya ve kaplama, sıcak daldırma galvaniz dubleks kaplama (galvaniz + boya), yangından koruyucu boya/kaplama, ısı (termal) metal püskürtme (metalizasyon) lazer ile metal kaplama, katodik koruma konularına değindik. Koruma yöntemleri olarak galvaniz fevkalade etkili bir yöntem ancak biz bütün yöntemlere eşit mesafede durmak zorundayız. Hangisinin özelliği nedir, onu doğru bilmek lazım. Eğer yapınızın ömrü 100 yılsa bu yapıyı galvanizle kaplarsanız 100 yılın sonunda bakımlar dışında başka bir şey yapmanıza gerek olmayabilir. Boya ile yaparsınız 25 yıldan o süreç içerisinde 3 kez boyamanız gerekir. Boya yapılması kolay bir yapıysa mesele yok. Ancak boyanması ve bakımı zor bir yapıysa, boğazdaki köprüler gibi bakımı inanılmaz zahmetli bu yüzden mümkün olduğu kadar az bakım isteyen yöntemleri uygulamak zorundasınız. Bu yöntemlerden biri galvanizdir. 2007 tarihli şartnamemizde olduğu gibi bu taslak şartnamede de boya ve kaplamaları verdikten sonra sıcak daldırma galvanizi anlatmaya çalıştık. Daha sonra dubleks kaplama geldi ki bu son zamanlarda yaygınlaşmaya başladı. Dubleks kaplama galvanizin ömrünü artırıyor. Diğer bir koruma şekli yangından koruyucu boya ve kaplama. Çeliği koruyacağınız zaman yangından koruyucu boyaları yok sayarsanız, o zaman birtakım sıkıntılara düşebilirsiniz. Isıl (termal) metal püskürtme (metalizasyon), lazer ile metal kaplama, katodik koruma konularına da şartnamede yer verdik. Şartnamenin başlangıçtaki ismi Boya ve Kaplama Şartnamesi idi. Boya ve kaplama dediğiniz zaman galvaniz var mı yok mu tartışmalı

hale geliyor. Bizim amacımız korozyondan korumak şartnamenin isminin de değişmesini bu nedenle önerdik ve bütün bunları hesaba kattık.

Diğer korozyondan koruma yöntemlerini, statik/toz boya galvanizli/boyalı rulo sac, elektro galvaniz/elektrolitik kaplama, klimatizasyon (kapalı hacimler), Weathering Steel/Cor-ten Çelik konularını kullanım azlığı veya konsept dışı olması nedeniyle şartnameye dâhil etmedik. Weathering Steel/Cor-ten Çelik hakkında bilgi vermek istiyorum. Bu yöntem 1930'larda ABD'de kömür vagonları için geliştirildi. Yüzeyde meydana gelen patina, çeliği nem, oksijen ve diğer korozyon etkilere karşı bir kaplama gibi koruyor. Ömrü korozyon şartlarına bağlı olarak 120 yıla kadar olabiliyor. ECCS tarafından şu anda "Weathering Steel Design Guide for Bridges" isimli tasarım kılavuzu hazırlıklarının son safhasına gelindi.

TUCSA olarak bundan sonraki aşamalarda;

- 2007 yılında Korozyon ve Yüzey Koruma Komitesi tarafından düzenlenen TUCSA Çelik Yapılar Teknik Şartnamesinin güncellenmesini planlıyoruz.
- Çeliğin Korozyondan Korunması Kılavuz Dokümanı hazırlanacak.

İhracatın artırılması yönünde de birtakım çalışmalarımız var. Bütün bu konuştuklarımızı özetleyecek olursak, korozyon çok ciddi bir olgudur. Önlem alınmazsa ülkeye pahalıya mal olur. Korozyonu yok saymayın, korozyondan korkmayın, sadece ülke olarak önlem alalım. Bu fırsatı verdiği için GALDER'e tekrar teşekkür ediyorum."

Web seminerinin son bölümünde GALDER Yönetim Kurulu Üyesi ve Tanıtım Komitesi Koordinatörü Bünyamin Halaç söz aldı. Halaç, galvaniz ve korozyon konusundaki deneyimlerini katılımcılara aktardı.

KOROZYONUN SONUÇLARINI 1999 DEPREMİNDE GÖRDÜK

"Öncelikle tüm konuşmacılarımıza son derece akıcı sunumları için teşekkür ediyorum. Yener Bey sunumunda dikkat çekici bir noktaya değindi. Suyla ilgili olan kısımda aslında çevresel duyarlılığımızı da artırmak adına Marmara Bölgesinde yakınımızda örneğini gördüğümüz Sapanca Gölü var. Aslında suyun içindeki korozyonu oluşturan bahsettiğiniz kimyasal, klor vb. etkenler dışında civar fabrikaların atıklarını bu tip sulara bırakmaları bildiğimiz kimyasalların dışında başka bir şey oluşturuyor. Asidifikasyon dediğimiz olgu meydana geliyor. Bu olgu küresel ısınmaya da etkisi olan etmenlerden biri. Gölde yaşayan canlıların, özellikle bitkilerin ölmesine neden oluyor. Aynı zamanda korozyona da çok ciddi bir etkisi var. Dolayısıyla biz iş dünyasını temsil eden insanlar, fabrikatörler, çalışanlar hafta sonu pikniğe giden aileler bu tip çevresel atıklara dikkat edersek çok daha iyi olur.

Ben bahsedilen konuların dışında çinko üzerinden bazı bilgiler vermek istiyorum. Çinko ve sıcak daldırma galvanizin tanımı ve tarihçesi, çevresel etkileri ve dubleks sistemler hakkında bilgiler aktarmaya çalışacağım.

Çinko, son zamanlarda özellikle küresel salgın döneminde antioksidan özelliği ile öne çıktı. Aslında çinkonun tarihçesi antik çağlara dayanıyor. Çinkoya İngilizce "Zinck" ismini Basilius Valentinius veriyor. Fiziksel özelliklerini ise fizikçi ve bilim adamı Paracelsus yazıyor. Paracelsus'un, 'Şifa doktordan değil, doğadan gelir.' şeklinde sıkça alıntılanan bir sözü var. Dolayısıyla çinko da doğadan geldiği için mineral ve maden olarak iki türlü formatı var. Mineral olarak kullanıldığında bağışıklık sistemimizi geliştiriyor. Özellikle vücutta saç dökülmesini önüyor, kemik ve kasların yaşlanmasını engelliyor. Maden olarak kullanımında ise metallerin korozyonuna karşı başta galvanizleme sektöründe kullanılıyor. Atıkları da dâhil olmak üzere çinkonun hiçbir hücresi boşa çıkmıyor.

UNICEF'in çarpıcı bir çalışması var. Bir yılda yaklaşık 450 bin çocuğun çinko eksikliğinden ortaya çıkan hastalıklardan dolayı hayatını kaybettiğini belirtiyor. Daha ilginç olan yine Uluslararası Çinko Birliğinin bir çalışması. Bu çalışmaya göre, dünyadaki ölüm sebepleri içerisinde 5. sırada çinko eksikliği yer alıyor. Yüksek tansiyon ve tütünden daha zararlı bir konumda. Yine aynı kurumun araştırma verilerine göre tarımda gübreye katılan çinko sebebiyle verimin %20 oranında arttığı ortaya çıkmış. Tarımdan hayvancılığa, insan sağlığından metalin sağlığına kadar oldukça geniş bir kullanım alanı var, çinkonun.

Dünyada tüketilen çinkonun yarısı galvanizleme sektöründe. Daha çok bizim yaptığımız işte, yapısal çeliklerde inşaatlarda, otoyol bariyerlerinde veya enerji sektöründe yapılan uygulamalarda açık atmosfere maruz kaldığı için yüksek bir kaplama kalınlığına ihtiyaç var. Bu yüzden genel galvanizleme daha sık kullanılıyor. Bunların yanında sürekli sac galvanizleme, boru galvanizleme, spreyc galvanizleme yöntemleri de kullanılmakta.

Elektro galvaniz ismi sıkça karıştırılıyor. Aslında elektro galvaniz diye bir terim yok. Literatürde elektroplating diye kullanılıyor. Çünkü orada fiziksel ve kimyasal bir reaksiyon oluşmuyor. Sadece tankın içerisinde elektrik verilerek çinkodan ayrılan çinko partiküllerinin gidip metalin yüzeyine yapışması sağlanıyor. Dolayısıyla ince bir kaplamayla, alışveriş arabaları kapı-pencere kolları gibi kapalı atmosferlerdeki elemanlar için kullanılan bir yöntem.

'Biz sizden galvaniz aldık, pırl pırlı, eve götürdük, karardı.' şeklinde geri bildirimler alıyoruz. Bunu en çok otoyol bariyerlerinde görürüz. İlk monte edildiğinde pırl pırlıdır. Ancak 15-20 gün sonra kararmaya başlar. Bunun sebebi ise Eta tabakası %100 çinko. Çinko parlak bir görüntüye sahip. Ama oksijene karşı son derece zayıf. Atmosferde oksijenle karşılaşınca oksidasyona uğrayarak yani paslanarak kendini feda ediyor. Yukarıdaki katman gittiğinde 244 HV sertlik ile karşılaşılıyor korozyon, buraya geldiğinde yukarıdaki katman yılda 10 mikron gidiyorsa aşağıdaki katman 0,5 mikron gibi çok ciddi bir dayanım elde ediyor.

Galvanizlemenin tarihçesi de çokça merak edilen bir konu. İtalyan fizikçi Luigi Galvani'den alıyor ismini. Aslında galvaniz üzerine çalışan bir isim değil. Laboratuvarında bir kurbağa üzerinde test yaparken metal neşterinin kurbağa bacağından elektrik aldığını keşfediyor. Buradan yola çıkarak bir seri buluştan sonra sıcak daldırma galvanize kadar geliyor. Sıcak

daldırma galvanizin ilk kullanıldığı, yani 1800'lü yılların sonuna doğru kullanıldığı dönemle şimdiki dönem arasında prensip olarak pek bir fark yok.

Metal yüzeylerin dış şartlardan etkilenerek zarar görmesine paslanma ve oksidasyon, paslanma veya oksidasyonla oluşan pasın yüzeyden kopup ayrılmasına korozyon denir. Corten çelikte paslanma gerçekleşiyor ancak yüzeyden ayrılma olmuyor. Donatı çeliklerinin korozyona uğraması ve sonucunda maalesef binaların yıkılması olayını çok acı bir şekilde 1999 depreminde gördük. Orada yapılan çalışmalarda 18'lik inşaat demirlerinin 8-10 mm'ye düştüğü de tespit edildi. Bu konuda yapılan çalışmalar ve oluşturulan 10348 TS sayılı şartname muazzam bir gelişme Türkiye için. İnşallah bundan sonra bu konuda yapı örneklerini görürüz. Yurt dışında gerçekleştirilmiş bazı örnekleri göstermek istiyorum. Galvanizli inşaat demiri kullanılan yapıların en çarpıcısı Sydney Opera Binası. Londra'daki Ulusal Tiyatro ve Roma'daki Roma Cami'nde de galvanizli inşaat demiri kullanılmış.

Yaklaşık 30 bin ton galvanizli donatı çeliği ise New York Köprüsü'nde kullanılmış. Bu konuyla ilgili Amerikan Galvanizciler Birliğinin ve Uluslararası Çinko Birliğinin çok ciddi çalışmaları var. İlgilenen kişiler bu kurumların internet sitelerinden detaylı bilgiye ulaşabilirler.

Sıcak daldırma galvanizin tercih edilme sebebi olarak, tüm dünyadaki galvanizciler, GALDER de dâhil olmak üzere 10 nedeni kullanıyoruz. Bunlar; uygun fiyat, uzun ömür güvenilirlik, uygulama hızı, kaplama tokluğu, hızlı montaj bütünsel kaplama, çok yönlü koruma, kalite kontrolde kolaylık ve düşük servis maliyeti olarak sıralanıyor.

Galvanizin aslında en faydalı yönlerinden bir tanesi ne yaptığımızı ve neyle karşılaşacağımızı biliyor olmamız. Eğer korozyon sınıfını tespit edebiliyorsak, galvanizci bize kaplama kalınlıklarını veriyorsa, biz orada ömrü tespit edebiliyoruz. Bunla ilgili çok faydalı bir site var. Uluslararası Çinko Birliğinin sitesinde (galvinfo.com), atmosferik verileri biliyorsanız kaplama kalınlıkları size verilmişse, sisteme girerek ömrünü tespit etmeniz mümkün.

Boya ile galvanizi karşılaştırdığımızda kaynak tüketimi ve sera etkisi konularında galvaniz uygulamaların çevresel üstünlükleri biliniyor. Su dayanımı ve estetik görünümde ise geride kalıyor. Su dayanımında oluşan farkı bütün kaplamalarla giderilebiliriz. Estetik görünüm konusundaki sorunu ise dubleks sistemlerle yok edebiliriz.

Türkiye'de en çok sıcak daldırma galvaniz enerji ve ulaştırma sektörlerinde kullanılıyor. Avrupa'da tarım, hayvancılık, şehir mobilyaları gibi alanlarda kullanımı yüksek. Ülkemizde otoyol bariyerlerinde, statlarda, üst geçitlerde sıkça kullanımını görüyoruz. Sıcak daldırma galvanizin bir esprisi de eğer galvanizleme tesisinin ocak ölçüleri ne kadar uzunsa o kadar büyüklükte ürün tek başına galvanizlenebiliyor. Osman Gazi Köprüsü'nde ise 10-15 bin ton çelik kullanıldı ve bu çelikler galvanizli.

Dubleks sistemlere gelirsek, estetik, renk kodlaması, yeniden boyama kolaylığı, genişletilmiş korozyon direnci ve ekonomik

faidaları nedeniyle bu sistemler sıkça kullanılıyor. Yurt dışında özellikle gördüğümüz örneklerdeki çeliklerin tamamında sıcak daldırma galvaniz üzerine boya uygulaması var. Görünüm olarak dikkat çekiyor. Renk kodlaması ise daha çok endüstriyel tesislerde, fabrikalarda veya binaların alt kısımlarındaki su tesisatlarındaki boruların hangisinin hangi sıvıyı veya gazı taşıdığının anlaşılması için kullanılan bir yöntem.

Yeniden boyama kolaylığı, uzatılmış bir bakım döngüsüne ek olarak, galvanizli bir yüzeyi boyamak bakım işlemini kolaylaştırır. Boya filmi zayıfladığında, galvanize kaplamadaki çinko, yapı yeniden boyanana kadar hem katodik hem de bariyer korumasını sağlamak için mevcuttur. Açıkta kalan çinko yüzey, minimal yüzey hazırlığı ile tekrar boyanabilir.

Genişletilmiş korozyondirenci (sinerjiktetki), tanımlı standartlarda var. TS EN ISO 14713-1: 2017-12'de tanımlı yapılmış. 'Bir çinko kaplama + organik kaplama sisteminin toplam ömrü, genellikle çinko kaplama ve koruyucu organik kaplamanın ömürlerinin toplamından önemli ölçüde daha fazladır.' Bunun daha farklı yerlerde bilimsel ve teknik çalışmaları var.

9223 tablosunda görülebileceği üzere, yaklaşık 85 mikronluk bir kaplamadan elde edilecek yıl ömrü, iki kat boyayla yapılacak yıl ömrünü toplayıp, 1,5 ile çarparak hesaplama işlemi yapılıyor. Yani toplam ömrün 1,5 katı kadar sinerjik etki ortaya çıkıyor. Ilıman iklimlerde ise bu ömür 2,7 kata kadar ulaşabiliyor. Uluslararası Çinko Birliğinin internet sitesinden

detaylara ulaşabilirsiniz. Doubleks sistemin dayanım ömrü anlamında muazzam bir katkısı var.

Boya ile Galvaniz Birbirine Rakip Değil

Doubleks boya yapılmış bir uygulama için maliyet verisini Norveç'te yapılmış iki köprü üzerinden değerlendirebiliriz. Rombak Köprüsü'nde doubleks uygulama kullanılıyor. Toplam harcama 120 dolar/m². Sadece boya kullanılan Brevik Köprüsü'nde ise maliyet 260 dolar/m². Boya ile bakım maliyeti iki katından daha fazla.

Biz, TUCSA tarafından hazırlanan Çelik Yapıların Korozyondan Korunması İşleri Teknik Şartnamesine GALDER olarak katkıda bulunmaya çalışıyoruz. Taslak sanırım yakında yayınlanacak. Çünkü galvaniz adına TS ISO EN 1461 uluslararası standardın dışında ülkemize özel herhangi bir şartname bulunmuyordu. Bu vesileyle biz de kaplama yöntemleri içerisindeki bir uygulama başlığı altında sıcak daldırma galvanizle teknik şartnamenin içerisinde yer alacağız. Bu da bizim işimizi son derece rahatlatacak.

Boya ile galvaniz birbirine rakip değil. Her ikisinin de uygulama alanları birbirinden farklı. Üstelik bahsettiğim üzere doubleks sistemlerde olduğu gibi bir arada kullanılırsa yarattıkları sinerjik etki sebebiyle çok daha fazla uzun ömre sahip bir kaplama yöntemi ortaya çıkıyor. Sözlerimi tamamlarken tüm katılımcılara web seminerimize verdikleri destek için teşekkür ediyorum."

GALDER WEB SEMİNERLERİ - 4



ÜMİT YASİN
GÜVEN

T.C. Sanayi ve Teknoloji
Bakanlığı



SERPİL
ÇİMEN
TÇÜD



YENER
GÜR'EŞ
TUCSA



BÜNYAMİN
HALAÇ
GALDER

KOROZYONUN FARKINDA MIYIZ?

Moderatör:
S. BURCU AKYÜZ
(GALDER)

1 HAZİRAN 2021
Salı / 13:30

bilgi ve ücretsiz kayıt için
www.galder.org.tr



Adres: Cevizli Mh. Mustafa Kemal Cd. Hukukçular Towers A Blok No:66-A Kat:15 D:101 Kartal İst.
GSM: 0 533 423 28 73 Tel: 0 216 709 97 71 Faks: 0 850 522 34 03
E-posta: info@galder.org.tr Web: info@galder.org.tr

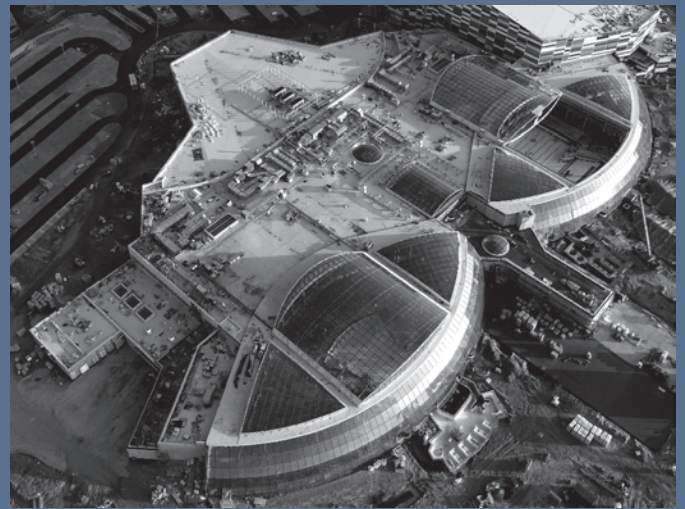
Metal Yapi Eng & Const

Çelik ve camın kusursuz birlikteliği...



Nagathino Theme Park

Moscow



Waterworld of Poland

Warsaw

AKTOGAY KONAKLAMA KOMPLEKSİ

PROJE ADI: Aktogay Konaklama Kompleksi

YAPI TÜRÜ: Konaklama Tesis

BAŞLANGIÇ TARİHİ: 18.03.2019

DURUM: 01.10.2020 (Tamamlandı)

İNŞAAT ALANI: 54.000 m²

YER: Aktogay / Kazakistan

İŞVEREN / YATIRIMCI: KAZ Minerals Aktogay LLC

ANA YÜKLENİCİ: Dorçe Prefabrik Yapı ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.

ÇELİK YÜKLENİCİSİ: Dorçe Prefabrik Yapı ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.

ÇELİK TONAJI: 3100 Ton

MİMARLIK: KAZGOR Design Academy

MÜHENDİSLİK: Dorçe Prefabrik Yapı ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.

MEKANİK: Dorçe Prefabrik Yapı ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.

YANGIN MÜHENDİSLİĞİ: KAZGOR Design Academy

ELEKTRİK: Dorçe Prefabrik Yapı ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.



İklim açısından oldukça zorlu bir coğrafyaya sahip olan Kazakistan'ın Aktogay şehrinde Dorçe Prefabrik Yapı ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş. tarafından gerçekleştirilen Aktogay Konaklama Tesisi, teknolojik özellikleriyle dikkat çekiyor.

*Mimar Cenk Çetin
DORÇE Tasarım Direktörü*

Ortalama en düşük sıcaklığının -40° , görülen en düşük sıcaklığın ise -50° lere ulaştığı Kazakistan'ın Aktogay şehrinde gerçekleştirilen Aktogay Konaklama Tesisi projesi, modüler yapıların sıra dışı şartlarda ne kadar verimli olduğunun en önemli ispatlarından biri niteliğinde.

MİMARİ AÇIKLAMA

Kazakistan'ın Aktogay şehri büyük ölçekli, açık bir bakır maden ocağına ev sahipliği yapan bir kent kimliğinde. Şehirde 2021 yılına kadar yılda ortalama 100 kiloton (kiloton-kt, bir ağırlık ya da kütle birimi olup 1 kiloton 1.000 tona eşittir), 2022-2027 yılları arasında da yılda 170 kt bakır üretileceği tahmin ediliyor. Bu ocağın işletmecisi olarak bulunan çok uluslu Kaz Minerals şirketi, yaklaşık 2700 işçi ile 25 yıl boyunca devam etmesi planlanan operasyonları için geçici konaklama ünitelerinin yerini kalıcı ve belirli konfor şartlarını yakalayabileceği bir konaklama kompleksi ile değiştirmeyi amaçladı. Projenin ana girdisi, Aktogay'ın uydu bir lokasyon olması sebebiyle herhangi bir inşaat operasyonuna ev sahipliği yapabilecek kaynaklardan yoksun olması ve bu sebeple saha dışı inşaat yöntemleri ile bu kompleksin oluşturulmasının beklenmesi idi.

Dorçe olarak projeye dâhil olmamızla birlikte ilk olarak konvansiyonel yöntemlere göre oluşturulmuş kavramsal mimari projelerin modüler yapımlar yöntemlerine uygun hale getirilmesi için çalışmalara başlandı. Gerek nakliye operasyonları gerek ihtiyaç programında tanımlı olan hacim ihtiyaçları gerekse de üretilebilirlik kriterleri göz edilerek yürütülen çalışmalar sonucunda projede kullanılmak üzere üç farklı modül ölçüsü belirlendi. Projenin büyük bir bölümünü oluşturan tekil odalar

için 3.2 x 12.3 metrelik modüller kullanılırken, ıslak hacimler ve ikili kullanımla daha geniş oda hacmi gereken durumlarda 2.1 x 12.3 m ve 2.4 x 12.3 metrelik modüllerin kullanılmasına karar verildi.

Ölçüler ve modül adetleri belirlendikten sonra detaylı nakliye optimizasyon çalışmalarına geçildi. Proje lokasyonu ve üretim tesisi arasında yer alan yaklaşık 6000 km'lik karayolu mesafesi sebebiyle, her bir modülün tamamen bitirilmiş bir şekilde volumetrik olarak gönderilmesi, proje bütçesinde nakliye için öngörülen bedelin üzerinde bir maliyet yaratması sebebiyle tercih edilmedi. Bunun yerine Aktogay'a yaklaşık 150 km mesafede bulunan Almatı şehrinde ara bir montaj istasyonu oluşturulmasına ve Ankara'dan yassı pakettli olarak Almatı'ya ulaştırılan modül bileşenlerinin burada bir araya getirilmesine ve elektrik, mekanik ve ince işler de dâhil olmak üzere, %90 oranında bitiriş hedefiyle tamamlanarak, son lokasyonuna sevkini gerçekleştirilmesine karar verildi.

Projelendirme aşamasında önemli girdilerden bir diğeri de bölgenin iklimsel özellikleri idi. Bölgenin ortalama en düşük sıcaklığının -40° , görülen en düşük sıcaklığın ise -50° lere ulaşması özellikle duvar, döşeme ve çatı katmanlarının belirlenmesinde aynı zamanda taşıyıcı sistem ile bu katmanların birleşiminden ortaya çıkan soğuk köprülerin analizinde önemli rol oynadı.

Yine Kazakistan SNIP şartlarına göre alınması gereken pasif ve aktif yangın önlemleri ile ilgili olarak yangın danışmanları ile çalışıldı. Bu şartların sağlanabilmesi adına bazı duvar



ve döşemelerde yangına dayanıklı kaplama malzemeleri tercih edildi ve daha sonra öngörülen sistemlerin yangın dayanım derecelerinin tespiti için test laboratuvarlarında uygun yönetmeliklere göre dayanım testleri gerçekleştirildi ve sertifikalandırıldı. Buna göre 45 dakika ila 2 saat aralığında değişen yangın dayanımlı duvarlar, kullanılacakları hacimlere göre sınıflandırılarak yangın dayanım paftalarında işaretlendi.

MÜHENDİSLİK AÇIKLAMASI

Hesap ve Tasarım İlkeleri

Modüler yapıım yöntemleri, konvansiyonel inşaatın farklı olarak sadece yapının kullanılacağı bölge koşullarının değil aynı zamanda son lokasyona kadar maruz kalacağı durumların ve yüklemelerin de analizinin gerçekleştirilmesi gereken bir hesap yöntemi gerektirir. Bu sebeple ilk olarak analizi gerçekleştirilmesi gereken dört farklı durum tasarım başlangıcında ortaya konuldu; yassı paketlerin üst üste tır dorsesi üzerinde taşındığı ve yoldan kaynaklı dinamik yüklemelere maruz kaldığı ilk durum, modüllerin Almatı'da bulunan üretim tesisinde üç boyutlu olarak ortaya çıktığı ve Aktogay'a tırlarla taşındığı ikinci durum, her bir modülün montaj operasyonları için vinçle kaldırıldığı üçüncü durum ve son olarak da son lokasyonda tüm modüllerin bir araya getirildiği ve 3 katlı bir yapı ortaya çıkardığı nihai durum.

Taşıyıcı Sistem ve Çözüm Prensipleri

Bu boyutlardaki toplam modül sayısının projede nicelik olarak fazla olması; taşıma ve sevkiyat operasyonları açısından daha dezavantajlı bir durum oluşturması sebebiyle 3.2 x 12.3 metrelik modül belirleyici modül olarak ele alındı. Farklı alternatifler değerlendirildikten sonra, duvar ve döşeme katmanları ile daha bütüncül bir çözüm oluşturabilmesi için taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların özel bükümlü soğuk şekillendirilmiş çelik profillerle oluşturulmasına karar verildi. Bütüncül

olarak sevki gerçekleştirilecek ve ana yapıda birer diyafram oluşturacak taban ve tavan düzlemlerinin alt bileşenleri kaynaklı olarak birleştirilirken, bu düzlemlerle birleşecek orta ve köşe kolonların bağlantısı bulonlu (cıvatalı) olarak öngörüldü.

Yatay stabilitenin sağlanması için öngörülen bulonlu (cıvatalı) bağlantının moment aktarım kapasitesi sonlu elemanlar yöntemi ile analiz edildi. Çatı konstrüksiyonunun tasarımında ekonomikliğı ve hafifliğı ile öne çıkan çatı makasları öngörüldü; bu makasların oluşturulması için efektif kesit kapasitesi %100 olan özel kesitler kullanıldı.

Uygulanan Standart ve Yönetmelikler;

Yükleme Standartları:

- SNiP 2.01.07-85 loads and effects
- SNiP 14.13330.2012 construction in seismic areas (Updated edition of SNiP 2-7-81*)
- EN 1990 Eurocode Basis of structural design
- EN 1991 Eurocode 1 Actions on structures
- EN 1998 Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance
- Dead and imposed loading shall generally comply with ASCE-7 –10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

Yapısal Çelik, Soğuk Şekillendirilmiş Çelik ve Kaynak Standartları:

- SP 260.1325800.2016 Steel thin-walled constructions from cold-formed galvanized profiles and corrugated sheets. Design rules
- SP 16.13330.2011 Steel structures. Updated version of SNiP 2-23-81 *





- EN 1993-1-1 Eurocode 3 Design of steel structures.
- EN 1993-1-3 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-3: General rules - Supplementary rules for cold-formed members and sheeting.
- AISI 1996 (ASD), American Iron and Steel Institute Specification 1996.
- AWS D1.1 Structural Welding Code, Approved by American National Standards Institute 2003.

Betonarme Tasarım Standartları:

- SP 63.13330.2012 Concrete and reinforced concrete structures
- EN 1993-2-1 Eurocode 2 Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- ACI318M-14 Building Code Requirements for Structural Concrete

Malzeme Standartları:

- Structural steel EN 10025
- Galvanize coating EN 10326, EN 10327, EN 10346
- Bolts and nuts ISO 8673, ISO 4032, ISO 4017, DIN 933, DIN 934, TS EN ISO 898-1

Korozyon dayanımı için yapının bulunacağı lokasyonun çevresel etkilere maruziyeti analiz edilmiş, ISO 12944-2'ye göre bölgenin korozyon sınıfı tespit edilmiş ve buna uygun boya sistemleri değerlendirilmiştir. Buna göre tüm yapısal elemanlara gerekli yüzey hazırlama işlemleri uygulandıktan sonra yüzey toleranslı epoksi astar, epoksi ara kat ve poliüretan son kat olacak şekilde koruyucu boya katmanları uygulanmıştır.

ÇELİK İMALATI VE MONTAJININ ÖZELLİKLERİ

Sınırlı proje süresi ve sürenin önemli bir kısmının sevkiyat aşamasında kullanılacak olmasından ötürü imalat tasarımının yalın üretim esaslarına uygun ve montaj basitliği göz edilerek yapılmasına dikkat edildi. Bu anlamda şirketin önceki projelerde edinmiş olduğu DFMA (Design for manufacture and assembly) tecrübeleri bu projeye de üst düzeyde yansıtıldı. Birden fazla lokasyonda yürütülecek operasyonların takip edilebilirliği için hem alt bileşenlerin markalanması hem de modüllerin markalanması gerekti ve bu kısım başarıyla organize edildi.

Hesaplamalar sırasında dikkate alınması gereken dinamik yüklerin gerçekçi bir şekilde belirlenebilmesi için proje başlangıç aşamasında üretilen prototiplerle nakliye simülasyonu gerçekleştirildi ve burada elde edilen deneyimler özellikle tıra yandan taşmalı (konsol oluşturacak şekilde) bir şekilde yerleştirilen geniş modüllerin destek elemanlarında tasarım geliştirmeleri yapılmasını sağladı.

Komplekste yer alan en büyük yapı; yatayda 29, düşeyde 3 sıra olmak üzere toplam 87 modülün bir araya getirilmesi ile oluşturulduğundan tolerans konusu, imalat sonuna kadar başlıca dikkat edilen konulardan biri oldu. Bunun başarılı bir şekilde sonuca yansımaları için öncelikle bilgisayar destekli modelleme yazılımlarının kullanılması, sonrasında ise kalite kontrol kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlerin proje sonuna kadar sıkı bir şekilde takibi başarıda önemli bir rol oynadı. Yine prototip imalatı ile modüllerin bir araya getirilmesi için tasarlanan birleşim detaylarının denenmesi ve buradaki deneyimler üzerinden tolerans tasarımının güncellenmesi de günün sonunda önemli fayda sağlayan bir başka karar olarak göze çarptı.

**HEYDAR ALİYEV
ULUSLARARASI HAVALİMANI**



Azerbaycan'ın en önemli havalimanı olmasının yanı sıra Kafkasya bölgesinin de ulaşım merkezi niteliğinde olan Heydar Aliyev Uluslararası Havalimanı, MİM Mühendislik imzasıyla yeni görünümüne kavuştu.

Yazı: Mim Mühendislik

PROJE ADI: Heydar Aliyev Uluslararası Havalimanı

YAPI TÜRÜ: Havalimanı - Çelik Konstrüksiyon

BAŞLANGIÇ TARİHİ: Mart 2010

ÇELİK KONSTRÜKSİYON İMALAT BAŞLANGIÇ TARİHİ: 21.07.2011

İNŞAAT ALANI: Yeni terminal binası 65.000 m², hava trafiği kontrol kulesi 6.000 m², enerji merkezi 3.365 m², 2.360 m² kapalı alan

YER: Azerbaycan – Bakü

İŞVEREN / YATIRIMCI: Azerbaijan Airways (AZAL)

ANA YÜKLENİCİ: Waagner Biro

ÇELİK YÜKLENİCİSİ: Mim Mühendislik

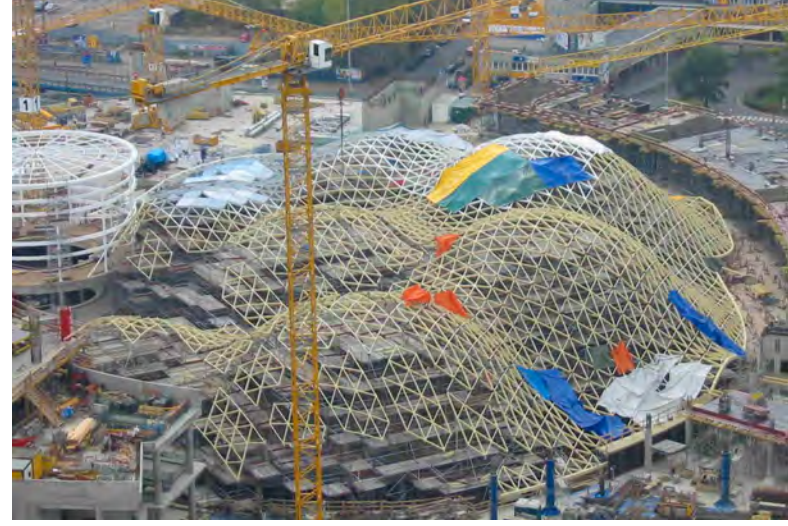
ÇELİK TONAJI: 6.200 ton imalat, 8.400 ton montaj

TASARIM-MİMARLIK: ARUP

İÇ MİMAR: Autoban

PROJE EKİBİ: Seyhan Özdemir, Sefer Çağlar, Gökhan Uzun, Bilal Aydın, Kerem Özerler, Hani Troudi, Zeynep Akten, Müge Çakır, Avni Alçın, Kerim Özkan, Elif Özbay, Kutay Yorulmaz, Güven Yalın, Necmi Tıgılı, Tolga Özen, Tolga Manacıoğlu, Christine Açıkgöz





Kalite, çevre, iş sağlığı ve güvenliği politikasını kendisine rehber alan Mim Mühendislik, yurt içi ve yurt dışındaki birçok firma tarafından tercih edilen bir marka. Waagner Biro ile Mim Mühendislik ortak bir proje ile Azerbaycan pazarına girerken ödüllü Bakü Tollgate projesinin ardından bu başarılı iş birliği Bakü Havalimanı kompleksi, yeni Dış Hatlar Terminali ile devam etti.

Popülerliği her geçen gün artan Heydar Aliyev Uluslararası Havalimanı, müreffeh kargo işine ek olarak, yılda beklenen üç milyon yolcuyu ağırlamak için devam eden bir geliştirme planına tabi.

Yeni terminalin mimari şekli, net bir taban geometrisine sahip bir tripoda dayanıyor. Tasarımı Waagner Biro'ya ait olan projenin geliştirme sürecinde, imalat ve montajı Mim Mühendislik tarafından gerçekleştirildi. Mim Mühendislik inşaat ve tasarım metodolojisini planlamak için tecrübeli ve uzman kadrosundan faydalanırken mimari tasarım konseptini koruyan ekonomik bir çözüm üretildi. Gerçekleştirilen projenin kapsamı yalnızca tam zarf cephe, çatı ve yolcu köprüleri değil aynı zamanda etkileyici çatı ızgarası ve ağaç sütunlarıyla yapısal çeliği de içeriyor.

Dikkat çeken yapısıyla eliptik kemer girişi, Bakü havalimanı ziyaretçilerini hem karayolu hem de hava yoluyla selamlıyor.

72 metrenin biraz üzerinde genişliğinde ve 28 metre derinliğinde, hava trafiğini selamlayan ve gidenlere veda eden ödüllü bir yapı.

Geometrik şekli geliştirmek için, yapı yalnızca iki beton temel ile sabitlendi. Kemerin pürüzsüz mimarisi, kemerden zemin seviyesine yumuşak bir geçiş sağlamak için üzerine oturduğu beton kaidenin destek noktalarında net bir arayüz ile vurgulandı.

Kemer, sırayla asılı altın renkli delikli panel dizisini destekleyen bir çelik yapıdan oluşuyor. Verimli bir inşaat sürecine doğru çalışmak için ana yapı halkasını veya taşıyıcı çerçeveyi oluşturan boru

ve çelik plakalar, uzmanlar tarafından saha dışında prefabrike hale getirildi ve montajı gerçekleştirildi.

Mim Mühendislik tarafından imal edilmiş olan ana yapısal çelik konstrüksiyon ve 20 destek elemanı, şantiyede birbirine kaynaklanmadan önce bir mobil vinç ile inşaat çerçevesine monte edildi.

Halat montajı, halka taşıyıcı kirişin açıklığının ortasında beklenen 180 mm esnemeyi toparlaması için uygulandı, ardından 530 mm boyunda ve çapı 19 mm halatlar kullanılarak, 1,40 metrelik 800 adet genişletilmiş metal panel askıya alındı ve sabitlendi. Açıklığın merkezinde, daha koyu bir altın tonu kullanılarak ülkenin ulusal sembolü olan Azeri Yıldızı belirgin bir şekilde oluşturuldu.

Projesi Waagner Biro çelik ve cama ait olan bu karmaşık çelik bileşenler için gereken üretim süreçleri Mim Mühendislik'in tecrübeli ve yenilikçi ekibiyle beraber kusursuz şekilde imal edildi.

Yapı, havalimanı ve Bakü şehri için bağlayıcı bir özellik olarak işlev görüyor. Hava trafiğinden de görülebilmesi nedeniyle kanopi yapısı, hem gündüz hem de gece şehir ziyaretçileri için ayırt edici bir karakter. Gece de karakteristik yapısını yansıtması için yapı atmosferik ışık konseptiyle zenginleştirildi.





Robotik Yapısal Çelik Üretim Hattı Endüstri 4.0

imalatta ekonomi
yüksek kapasite
kaliteli üretim

karanlıkta imalat
7/24 çalışma

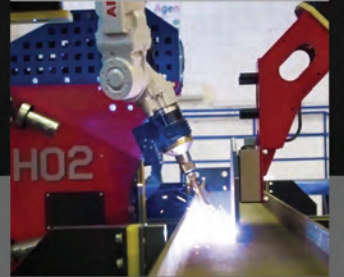
LEVHA TARAMA



MONTAJ VE PUNTA



KAYNAK



21. YÜZYILIN TEKNOLOJİ MUCİZESİ LAZER

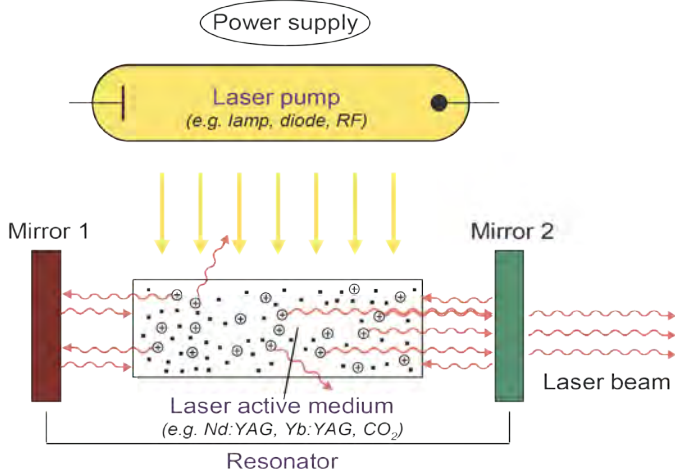
Unique Tech Mühendislik'ten Prof. Dr. Okan Addemir, farklı alanlarındaki uygulamalar sonucunda 21. yüzyılın teknolojisi olarak değerlendirdiği lazeri ve korozyona karşı kullanımını kaleme aldı.

LAZER NEDİR?

Akronim: İngilizce dilinde "Laser" kelimesi; **L**ight **A**mplification **S**timulated **E**mission **R**adiation kelimelerinin baş harflerinden türetilmiştir. Günümüzde sağlıktan sanayiye kadar yaşamımızın neredeyse tüm alanlarına girmiştir. Hayatımıza doğrudan etkisi olan önemli bir teknolojidir.

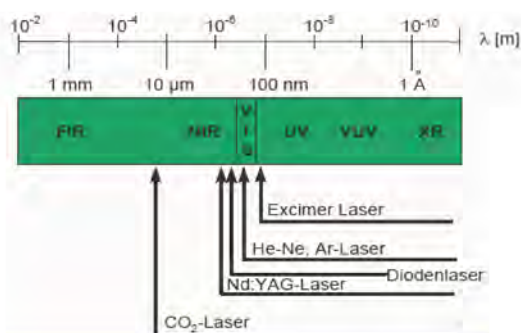
1917 yılında Albert Einstein lazer ışınının teorik esaslarını geliştirmiştir. 43 yıllık tarihsel sürecin sonunda Theodore Mainman 1960 yılında cıva buharı lambası ile uyarılan Ruby kristalinden ilk lazeri ışınımını üretmiştir. Üretimin fiziksel mantığı: verilen bir dalga boyundaki ışın, özel hazırlanmış bir ortamdan geçtiğinde, o ortamdaki atomları uyartıldığında foton enerjisi emisyonu olur.

Şekil 1'de tipik bir lazer oluşturan cihazın bileşenleri görülmektedir. Lazer pompası adı ile anılan enerji kaynağından lazer aktif ortama (Nd-YAG çubuk, Yb-YAG disk, CO₂ gaz vb.) foton enerjisi beslenir. Optik boşluk veya ayna düzenlemesi ile öne arkaya yansıtılarak amplifeye olur. Soldaki 1 numaralı ayna oluşan lazer ışınımını tamamen yansıtırken sağdaki ayna kısmen yansıtmakta, ışının dışarıya çıkmasına izin vermektedir¹.



Şekil 1 - Lazer Cihazının Temel Komponentler

- Nd:YAG (Rod Laser) $\lambda = 1064 \text{ nm}$
- Yb:YAG (Disc Laser) $\lambda = 1030 \text{ nm}$
- CO₂ (Gas Laser) $\lambda = 10600 \text{ nm}$



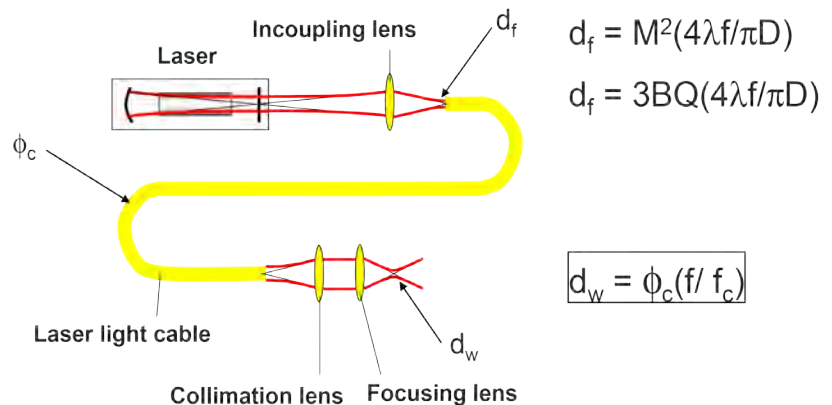
Şekil 2 - Aktif Lazer Ortamlarının Ürettiği Işınım Dalga Boyları

Lazer Sisteminin Başlıca Bileşenleri²:

Resonatörde üretilen lazer ışını mercek yardımı ile fiber optik kabloya aktarılır. İstenilen noktaya taşınan lazer ışını mercekler yardımı ile iş yapacağı ortama gönderilir. Lazer ışınının kullanılacağı alanına göre tasarımlar yapılır. Bunlar; güç kaynağı, lazer ışınının odaklanmasını sağlayan, kullanım alanına göre tasarlanan optik lazer kafası ve lazer kafasını hareket ettiren robotik koldur. Bütün bu aksamalar, yazılım aracılığı ile çok hassas kontrol edilir.

Lazer³, ışığı tek dalga boyunda yayar ve lazer ışınının uzun mesafelerde kolimasyonunu ve odaklanmasını sağlar. Temporal yayılım; lazerin çok dar bir dalga boyunda, tek bir renkte femtosaniyelerden daha küçük, çok kısa darbelerde geniş bir dalga spektrumunda oluşmasını sağlar. Temporal olamayan lazer tipleri uygulamada sıklıkla karşılaştığımız tiplerdir. Uygulamada; Helyum-neon lazeri ve Argon lazeri halen kullanılmaktadır. Ancak diod lazerler ucuz olup daha sıklıkla kullanılır. Günümüzde Fiber lazer çok kilovatlı uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Erbiumla katkılanmış Fiber lazer kısa, pikosaniyede, darbeler üretir. Telekomünikasyonda fiber üzerinden iletişimi sağlamaktadır.

Karbondioksit lazeri, kızılötesi dalga boyunda, yüksek kilovatlı enerji üretebilmesi sebebi ile imalat sanayinde sıklıkla kullanılmaktadır. Nd:YAG (neodymium yttrium aluminium garnet: Nd:Y₃Al₅O₁₂); Nd ile katkılanmış YAG lazer cihazı; hafif kullanışlı, taşınması kolay, endüstriyel askeri uygulamalara uyarlanması kolay lazer çeşididir. Kızılötesi dalga boyunda lazer ışını üretir. Lazer pompası diyottur. Kimyasal lazer savunma sanayinde lazer silahlarında kullanılır. ABD deniz kuvvetleri tarafından geliştirilmiş, deuterium fluoride lazeri kimyasal lazere'dir. MIRACL⁴ lazeri (Mid Infrared Chemical Laser), MW sınıfında, 1980'li yıllarda operasyonel hale getirilmiştir. Exciplex olarak da isimlendirilen Eximer lazeri UV lazeri olup, mikroelektronik cihazların, yarı iletken tabanlı devrelerin imalatında, mikro işlemede, göz cerrahisinde yaygın olarak kullanılır. Lazerin; optik disk sürücülerinde, lazer yazıcılarda, barkod tarayıcılarında, lazer işaretleyicilerde eğlence sektöründe lazer ışıklandırmada, tıpta (lazer cerrahi deri tedavisi) gibi alanlarda sayısız uygulamaları vardır.



Şekil 3 - Lazer Işın Enerjisinin Aktarılması

LAZER MALZEME İŞLEME SÜREÇLERİNDEKİ GELİŞMELER

İlk Süreçler (Processes)⁵

Lazer ışığının monokromatikliği, kararlılığı sebebiyle başlangıçta spektroskopi ve ölçümlerde kullanılmıştır. Lazer, gücü arttıkça malzeme işleme teknolojilerinde de yer almaya başlamıştır. Bunların hepsi, Ruby lazeri ile geliştirilmiştir. Aynı zamanda 1950'li yıllar dijital teknoloji ile nümerik kontrolün (NC) hayatımıza girdiği yıllardır.

Ev

"Ruby pulse" lazerinin keşfinden sonra, nümerik kontrol ve lazer ışınımını kullanarak delme operasyonları ilk "metal işleme" örneğidir. "Gilette", 250 W gücündeki Nd:YAG (neodymium yttrium aluminium garnet) kızılötesi lazer nokta kaynağını kullanarak, bir kartuşu saniyeler içerisinde üretilip, 1995'li yıllarda günde milyonlarca tıraş bıçağını üretmeye başlamıştır.

1994 yılında ise Oras Oy (Rauma Finlandiya) banyo ürünlerinde marka işaretlenmesinde lazer kullanmaya başlamıştır.

Mutfak mobilyası üreticisi Nelko Oy (Laphanti Finlandiya) ahşap malzeme üzerinde kızıl ötesi karbondioksit lazerinde gelen pulse boylarını kullanarak değişik renk ve tekstürde şekiller oluşturmıştır.

Sanatta, iç ve dış mekân mimarisinde lazer teknolojileri tasarımcılara geniş imkânlar sunar.

Sağlık

Lazer teknolojisi tıp bilimlerinin birçok alanında önemli katkılarda bulunmuştur. Lazer teknolojilerinin tıp bilimlerinde ilk defa kullanımı göz alanındadır. Birkaç vatlık argon iyon gaz lazeri retinal tedavide kullanılmıştır. Günümüzde lazer esaslı kozmetik cerrahi en geniş halk kitlelerine uygulanmaktadır. Dişçilikte, jinekolojide, ürolojide, nörocerrahide ve birçok farklı tıp alanında lazer teknolojinin sağladığı olağanüstü hassas minimum invaziv cerrahi özelliğinden yararlanılmaktadır. Lazer in Situ Keratomileus (LASİK); göz cerrahisinde mikro

cerrahi ve lazer teknolojisini birleştiren bir tekniktir. Miyop ve hipermetrop tedavisinde kullanılır. Keratome; doğal bir polimer olan 0.15 mm kalınlığındaki kornea dokusunu yüksek hızda dönerek kaldırmaktadır. Kornea dokusu morötesi lazer ışığına (argon florür ekimer lazer) maruz bırakılır. Bilgisayar kontrollü sistemle göz üzerinde hareketi sağlanan lazer ışığı yardımı ile birkaç mikrometre kalınlığında (milimetrenin binde biri) doku kaldırılır. Süreç termal olmayan bir süreçtir. Morötesi ışığın enerjisi, olağanüstü hassasiyette, sadece moleküller arası bağı koparacak kadardır. Uzaklaştırılan dokunun miktarı saç kılı kalınlığından daha azdır.

Termal etkili lazer ışığının tıp bilimlerinde uygulaması da vardır. Doğal bir polimer olan deride kızılötesi karbondioksit lazer sayesinde buharlaştırılarak kırışıklıklar giderilebilir. Katı Ruby kristali ile üretilen lazer ışığı deride istenmeyen tüylerin, kılların uzaklaştırılmasında da kullanılır.

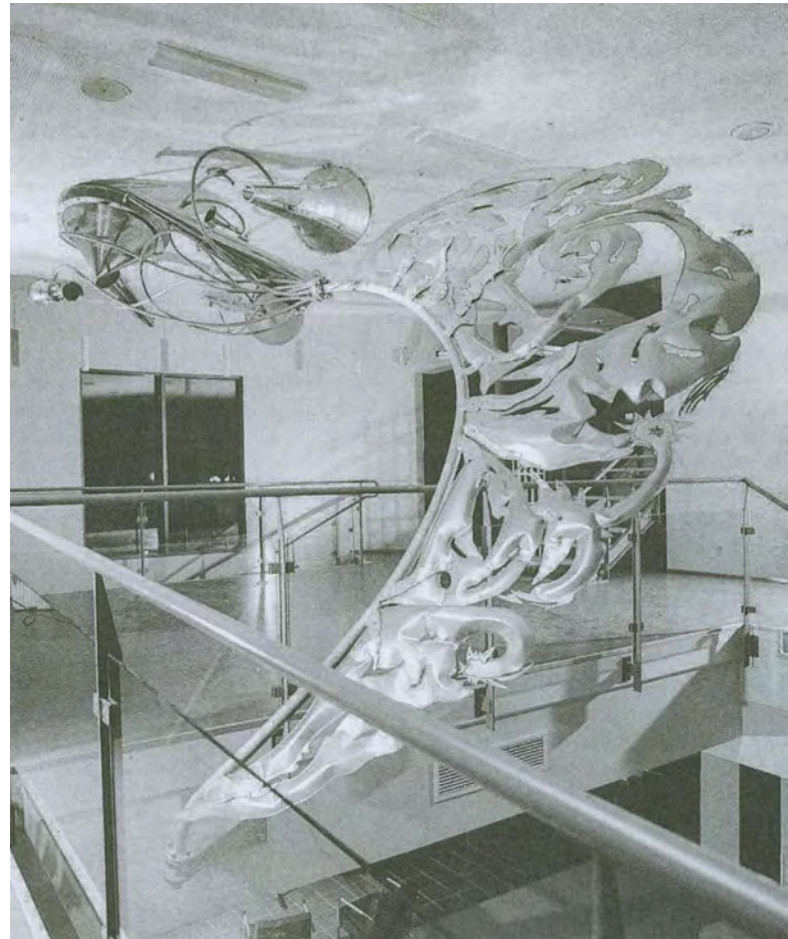
Lazer ışığı sadece tıbbi işlemlerde kullanılan bir teknoloji değildir. Aynı zamanda medikal aletlerin imalatında da yaygın kullanım alanı vardır. Kateter, stent imalatında lazer bazlı mikro işleme ve bağlama sistemleri kullanılır.

Sanayi

Günümüzde sanayinin her alanında neredeyse sınırsız uygulamaları vardır, lazerin. Sanayinin, bilimin vazgeçilmez teknolojisi olmuştur. Bu bağlamda bilim insanlarına ve mühendislere çok geniş uygulama olanakları doğmakta ve yeni ufuklar açmaktadır. Ülkelerin başarılarını, varlıklarını sürdürebilmeleri bu teknolojileri geliştirme ve uygulamadaki becerilerini uluslararası güç savaşında gösterebilmelerine



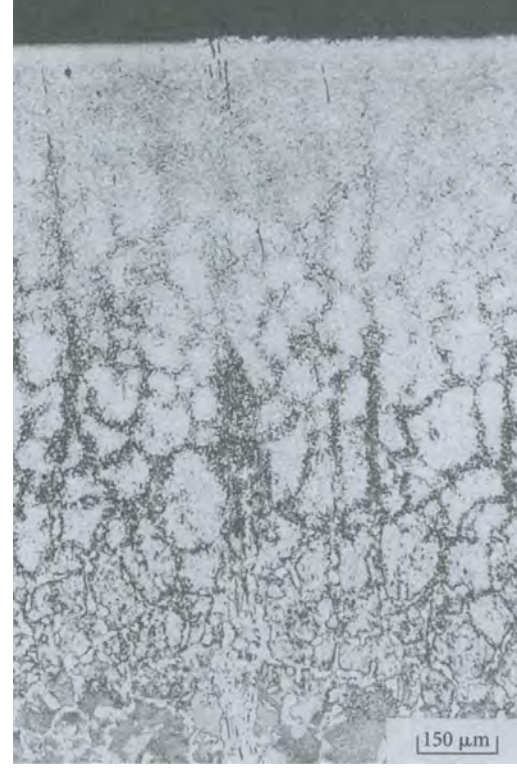
Şekil 4 - Nd YAG lazeri ile heykelin restorasyonu
Paolo Salvado Quanta system SPA Milan



Şekil 5 - Finli artist Reijo Hukkanen tarafından tasarlanan paslanmaz çelikten lazer kesme ve kaynağı ile imal edilmiş Yıldızlar Kuşağı adındaki sanat eseri



Şekil 6 - Robotik kollu modern lazer tesisinin görünüşü ve kalıp yüzeyinin sertleştirilmesi⁷



Şekil 7 - Lazer ile sertleştirilmiş hiperötektoid çeliği: mikro yapısı (yüzeyde) martenzit, (ortada) karbür, ferrit ve martenzit karışımı (altta) martenzit ve ferrit karışımı.



Şekil 8 - (a) Wuhan ÇİN Demir yolu makaslarında lazer ısıtma işlemi için çalışmalar
(b) İşlem sonrası makaslar

bağlıdır. Lazer teknolojilerinin sanayide uygulamaları; kaynak, kesme, yüzey sertleştirme, mikro işleme, markalanma, delme, eklemeli imalat, lazer yüzey giydirme şeklindedir.

Kaynak

Lazer ışınımı; yüksek güçte ve yüksek enerji yoğunluğunda ısı kaynağı olarak, malzemeleri birbirine birleştirmede kullanılan önemli bir tekniktir. 0.25 mm kalınlığındaki paslanmaz çelik sacın birleştirilmesi ile Ruby lazeri ile ilk lazer kaynak 1963'lü yıllarda uygulanmıştır. Otomobil üretiminde çok kilovatlı Nd-YAG lazerleri otomobil üretim imalat hattının vazgeçilmez sistemleridir. Otomobil endüstrisinde saç malzemelerin kaynağı, yol gürültüsü, çarpışma, sağlamlık özelliklerinin geliştirilmesinde önemli yere sahiptir⁶. Değişik lazer esaslı birleştirme, lehimleme, mikro elektronik endüstrisinin ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmiştir. 1973 yılında Ford Motor Şirketi ABD otomotiv sektöründe lazer kaynağının ilk adımını atmıştır.

50W gücünde CNC kontrollü ilk lehimleme CO₂ lazeri 1976 yılında Loeffler tarafından imal edilmiştir.

Yüzey Sertleştirme

Lazer teknolojisi ile yüzey sertleştirme işlemi, lazer ışınının çelik yüzey üzerine odaklanarak martenzit oluşumunun sağlandığı difüzyon kontrollü su verme işlemidir. Çelik yüzeyi lazer ışınımına maruz bırakılarak ısı enerjisi; 1000Ks-1 sıcaklık hızında, yaklaşık 1200 °C yüzey sıcaklığında, aktarılır. Mikro yapısı martenzit içeren aşınmaya dirençli yüzey oluşturulur. Şekli, 0.5x0.5 inç ve 2x2 inç boyutlarında lazer ışınımı; ergime olmadan yüzeyde ortalama 4mm s-1 hızda taratılır. Yüzey sıcaklığı, ısı etkisi altındaki bölgede (HAZ) metalürjik dönüşüm sıcaklığının üzerindedir. Lazer kaynağı uzaklaştıktan hemen sonra metal kütlesinin termal yükü ısıtılmış bölgenin kondüktif ısı taşınımı ile hızlıca soğuması ile sonuçlanır. Çelik malzemenin yüzeyi, martenzit fazının oluşması ile sertleşir. Diğer yüzey sertleştirme tekniği olan; indüksiyonla sertleştirmeye göre yağ su, hava gibi soğutma ortamı gerektirmeyen çevre dostu temiz bir teknolojidir. Başlıca kullanım alanı olan kalıpcılık, tren rayları makaslarında, tren ray onarımında bölgesel lazer yüzey sertleştirme işlemleri başarılı ve yaygın olarak uygulanmaktadır. Lazer ışını yönlendirilmesi manipülasyonu kolay ve esnek.

Birçok çalışma istasyonuna yönlendirilebilir. Üretkenliği yüksek olup ekonomik yönden avantajlıdır. Ancak diğer geleneksel yüzey sertleştirme işlemlerine göre yatırım maliyeti yüksektir.

Kesme⁸

Düşük viskozitede farklı metaller alaşımlar ve termoplastik malzemeler 10^4 Wmm⁻² güç yoğunluğunda lazer ışınının oluşturduğu ısı sayesinde kesilebilir. İnert veya aktif gazın lazer ışınımı altında oluşturduğu ergiyik, kesme etkisi ile malzeme delinmekte ve lazer ışınının hareketi ile kesilmektedir. Kolaylıkla ergimeyen cam malzemeler, seramikler ve kompozitler, 10^6 Wmm⁻² güç yoğunluğunda buharlaştırma mekanizması ile kesilebilmektedir.

Lazer kesme teknolojisi, geleneksel ergitme ile kesme teknolojisine benzer prensiplere sahiptir. Ancak, yüksek verimlilik, yüksek kenar ve kesme kalitesi ve minimum atık için lazer kesme en doğru seçimdir. Yüksek verimlilik için oksijen destekli, lazer kesme doğru seçimdir.

Mühendislik malzemelerinin lazer teknolojisi ile kesiminde beş farklı mekanizma vardır; İnert gaz ergiyik makaslama, aktif gaz ergiyik makaslama, buharlaştırma kimyasal bozundurma, çizmek.

Modern teknolojilerde gelişim; biyoteknoloji, mikroelektronik telekomünikasyon, MEMS ve sağlıkta, fabrikasyonda minyatürleştirme yönünde olmaktadır. Lazer ışınımı altında 1.06 μ m kızıl ötesi ve 150 nm mor ötesi dalga boylarında mikro kesme işlemi hassas parça tasarımı ve üretiminde başarı ile kullanılmaktadır. Foton enerjisi, kısa dalga boylarında malzemeden ayrılan madde miktarını artırırken, termal hasarlar ergime gibi kusurlar oluşmamaktadır. 100 ns'de birkaç Femto saniyeye kadar kısa darbeler $> 10^{15}$ W cm⁻² mikro işlemede tercih edilmektedir⁹.

Delme

Lazer sürecinin temassız özelliğinde dolayı, takım uçları ile yapılan malzeme yüzey işlemlerindeki aşınma ve yırtılma olayları ile karşılaşmaz. 2 mm delik çapından küçük, sert malzemelerin lazer ile delinmesi mümkündür. Nd - YAG lazeri ile 50 μ m hassas çapında 0.3 – 1 mm derinliğinde kadar delk delikler açmak mümkündür.

Delik Açmada Mikro Boyutta İşlemler¹⁰

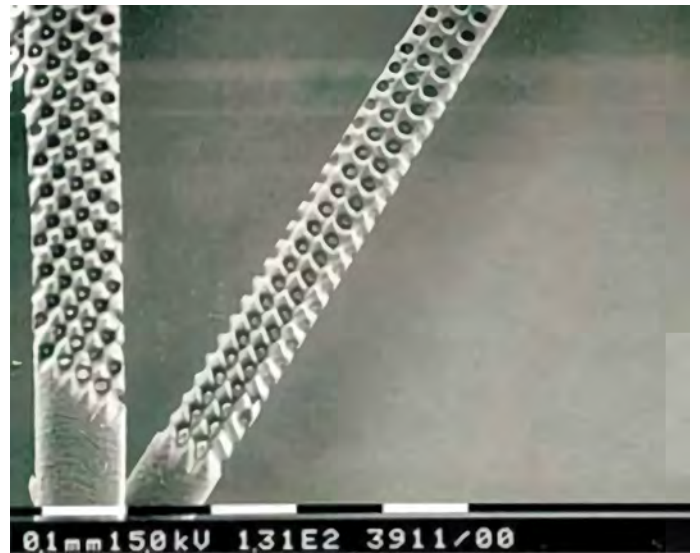
Kullanılan dalga boyları 150-400 nm'dir. UV lazer işlemleri mikro boyut uygulamaları için uygundur (Ultrashort pulse laser: USP). Kısa dalga boyları küçük boyutta lazer ışığı oluşmasına neden olur. Kısa darbeler ve yüksek enerji yoğunluğu çok az miktarda malzemenin yüzeyden buharlaştırarak uzaklaşmasını sağlar. Enerji yoğunluğu o kadar yüksektir ki buharlaşma sırasında çevreden ısı alışı, malzemenin soğuması ile sonuçlanır.

Bu uygulamalar:

- *Kalıp ve takım ucu:* Hassas takım uçlarının markalanması, delme¹¹.
- *Optik:* Kimyasal bileşimi değişmesi istenmeyen hassas optik cam ve sentetik malzemelerin işlenmesi.
- *Otomotiv:* Dizel yakıt enjektörleri nozülleri, yağlama delikleri.
- *Havacılık ve uzay:* Hibrid laminar akış kontrolü, hava soğutma delikleri.
- *Çevre mühendisliği:* mikro filtrasyon.
- Baskı mürekkep enjeksiyon nozülleri.
- Eski tabloların ana boyaya zarar vermeden temizlenmesi ve restorasyonu.

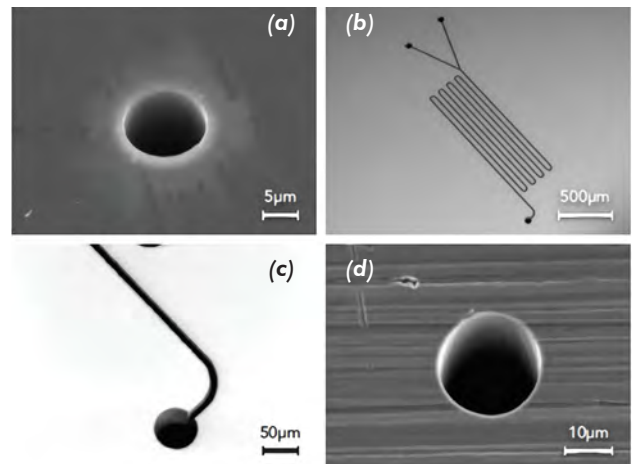


Şekil 9 - UV (excimer) lazeri kibrit yanmadan üzerinde şekil oluşturulabilmiş



Şekil 10 - UV (Excimer) lazeri ile saç kılı üzerinde maskeleme tekniği ile oluşturulan delikler.

Çok hassas değişik malzemelere Deep-UV (DUV) ve yeşil lazer kullanarak 10 mikronluk delik açma yüzeyde şekil verme işlemlerini başarı ile yapılabilmektedir¹².



Şekil 11 - (a) tek kristal SiC wafer (b ve c) borosilikatlı cam (d) paslanmaz çelik DUV ve yeşil lazer ile bir kerelik darbe ile radyasyona tabi tutulmuş.



Efectis

Efectis Era Avrasya Test ve Belgelendirme AŞ bir Efectis Holding SAS iştirakidir.

www.effectis.com/tr

Küresel Yangın Uzmanı

- CE işaretlemeye yetkili AB onaylanmış kuruluşu
- Orta Doğu'da yetkilendirilmiş test ve belgelendirme kuruluşu
- 35 ülkede tanınmış belgelendirme kuruluşu

Belgelendirme kuruluşu



Yangın tesisatı muayenesi

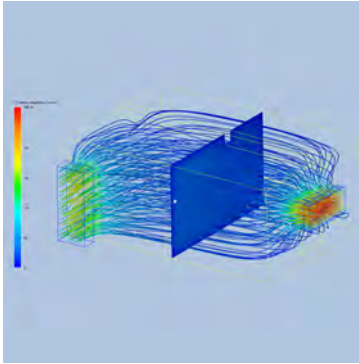


- Yangın tesisatlarının ilk ve periyodik muayeneleri
- Yönetmelik ve standart uygunluğunun kontrolleri
- Üçüncü taraf proje ve saha kontrolleri



- Yangına dayanım ve yangına tepki testleri
- Yerinde (in-situ) ve gerçek ölçekli yangın testleri
- EN, UL, BS, FM, ASTM, GOST metotlarına göre yangın testleri

Akredite yangın test laboratuvarı



- CFD: Hesaplamalı akışkanlar dinamiği
- Duman yayılım analizleri ve muayenesi
- Kaçış yolları analizleri ve muayenesi

Yangın güvenliği mühendisliği

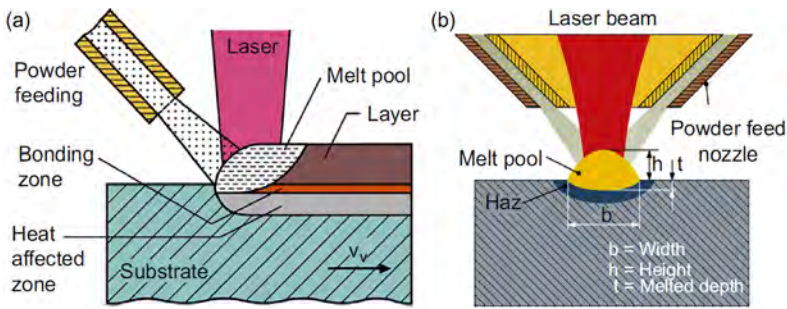
Efectis akademi

- Yangın mevzuatı gereksinimleri eğitimleri
- Ürün test ve belgelendirme standartları eğitimleri
- Tasarım ve montaj kontrolü eğitimleri



Efectis Era Avrasya Test ve Belgelendirme AŞ bir Efectis Holding SAS iştirakidir.

www.effectis.com/tr

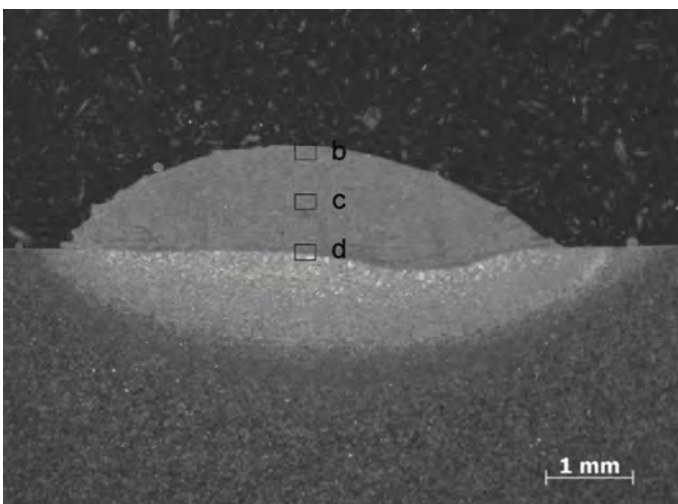


Şekil 12 - Toz besleme süreçleri (a) eksen dışından toz besleme
(b) eksene toz besleme¹⁵

Lazer Giydirme

Lazer giydirme; altlık malzeme üzerine lazer ışıını altında 45-125 μm boyut aralığında toz alaışımın veya 1-2 mm çapında tel malzemenin ergitilmesidir. Altlık üzerine odaklanmış koruyucu gaz ile hareketli lazer ışıını içine inert taşıyıcı gaz yardımı ile püskürtülür. Lazer ışıınının sıcaklığında toz malzeme anında ergir. Yüzeyde yaklaşık 3 mm çapında bir metal sıvı havuz oluşur. Sıvı, metal havuzun sıcaklığı ile konveksiyonla ısı iletimi sonucu altlık üzerinde altlıkta ergiyerek, seyrrelme bölgesi adı verilen ikinci bir faz oluşur (Şekil 15). Bu fazlar hareketli lazer ışıını sebebi ile 10^6Ks^{-1} gibi çok yüksek hızda katılaşıır ve arkasında yaklaşık 1 mm kalınlığında bir tabaka bırakır. Seyrrelme bölgesi sebebi ile üstte bulunan giydirilmiş faz ile altlık arasında kuvvetli bir metalürjik bağ oluşur. Lazer giydirme işlemi ile oluşturulan bu yapı, HVOF, PTA kaplama işlemlerine karşı teknolojik üstünlüktür. HVOF kaplamalarda bile ile altlık ile kaplama lazer ısıı işlemi difüzyon ile metalürjik bağ oluşturarak kaplamanın mukavemetini artırmaktadır¹³. Lazer giydirme sonunda oluşan yüzey üst üste binmiş tabakalardan oluşur. Talaşlı imalat ile yüzey hazırlama işleminden geçirilir. EHLa (Extreme High Speed Laser Deposition) teknolojisi ile düzgün yüzeyler elde etmek mümkündür¹⁴.

Lazer giydirmeye; sanayinin çok yaygın olarak kullandığı bir teknolojidir. Çok çeşitli geometrilere çok çeşitli malzeme karışımlarında uygulama yapılabilir. Her türlü aşınmaya korozyona maruz kalan makina parçalarının imalatında ve restorasyonunda bu teknoloji başarı ile kullanılabilir. Bilim adamlarına ve mühendislere; sınırsız uygulama alanında metalürji ve malzeme mühendisliğinin eşsiz örneklerini uygulama fırsatını vermektedir.



Şekil 13 - Lazer ile giydirilmiş Fe 0.8C – 1.51 Si – 1.93 Mn- 1.06 Al- 1.08 Cr – 0.28 Mo- çeliğinin morfolojisi¹⁶

Lazer Giydirmenin Endüstriyel Uygulamalarından Bazı Örnekler

Prensip olarak; lazer giydirme, yüzeyde metal biriktirme tekniğidir. Bu teknik pahalı yüzey malzemesinin ucuz bir altlığa giydirilerek onarılmasında da kullanılan maliyetin etkin olduğu bir yöntemdir.

Lazer giydirmede kobalt bazlı stellite alaşımları ve nikel bazlı inconel alaşımları ailesi yüksek sıcaklık uygulamalarında başarı ile yaygın kullanılabilir. Bu alaşımlara işlem sırasında WC, TiC gibi sert metal tozları eklenerek aşınmaya karşı dirençli sert yüzeyler de elde edilebilir.

Otomobil endüstrisinde valfler, havacılıkta türbin bıçakları makina imalat sanayinde, petrokimya sanayinde sondaj boruları, güç santrallerinde türbin parçaları, demir yollarında ray kontrolü ve bakımı, madencilikte aşınmaya karşı dirençli parçalar, hidrometalürji de uskurların kavitasyon ve asidik ortamda korunması, sayısız lazer giydirmenin örneklerinden bazılarıdır.



Şekil 14 - Gemi turbo şaftının onarımı



Şekil 15 - 4140 altlık üzerine lazer toz jet besleme tekniği ile 420 martenzitik paslanmaz çelik giydirilmesi¹⁷



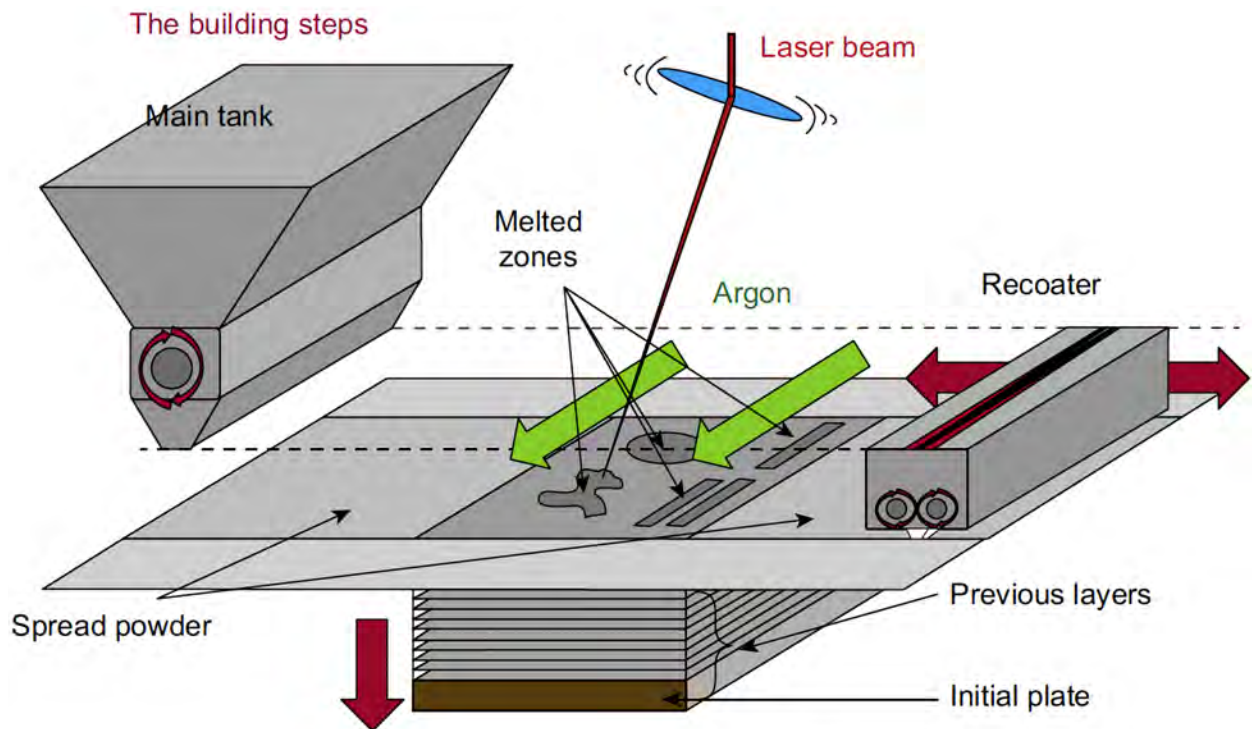
Şekil 16 - Lazer toz jet besleme tekniği ile aşınmış silindirlerin onarımı



Şekil 17 - Hadde mili yatağının lazer giydirme ile kaplanması



Şekil 18 - Gemi motoru hasarlı krank mili onarımı



Şekil 19 - Lazer esaslı toz yatak ergitme sinterleme süreci

Lazer Eklemeli İmalat¹⁸

Lazer esaslı toz yatak ergitme sinterleme süreci Şekil 19'da görülmektedir. Sabit yatağın seçilen konumunda, lazer ışını kontrollü hızda taranarak aşağıdaki katı toz yatağı seçilen şartlara göre; tamamen (selektif lazer ergitme) veya kısmen ergitilerek (selektif lazer sinterleme) malzemeye, üretilecek parçanın 3D CAD modeli esas alınarak, istenilen şekil verilir. Toz yatak lazer ışınlamından sonra üstüne ikinci yatak serilir ve tekrar lazer ışınlamına tutulur. Her tabaka ısılandıktan sonra aşağıya çekilir. İşleme, istenilen geometrideki parça oluşana dek devam edilir. İşlemin yapıldığı oda, oksidasyonu önlemek amacı ile inert gaz korumalıdır.

Eklemeli imalat, teknolojileri; "3D printing" olarak da anılır, geleneksel talaşlı imalat süreçlerinden farklı olarak, malzeme istenilen geometriyi sağlamak üzere eklenerek imal edilmesidir. Odadan alınan ham üründen destek parçaları uzaklaştırılarak parça hazır hale getirilir.

Havacılık Sanayi Uygulamalarından Örnekler

İmalat teknolojisinde, eklemeli imalatın başlıca uygulamaları hızlı prototip çıkarma, hızlı işleme, doğrudan talaşlı imalat olmadan parça üretimi, metal, plastik, seramik ve kompozit parçaların onarımıdır. Havacılık uzay sanayinde stratejik öneme sahip her türlü titanyum, nikel, kobalt ve kaliteli çelik esaslı alaşımların karmaşık parçaları lazer ışınlamı altında üretilebilir.

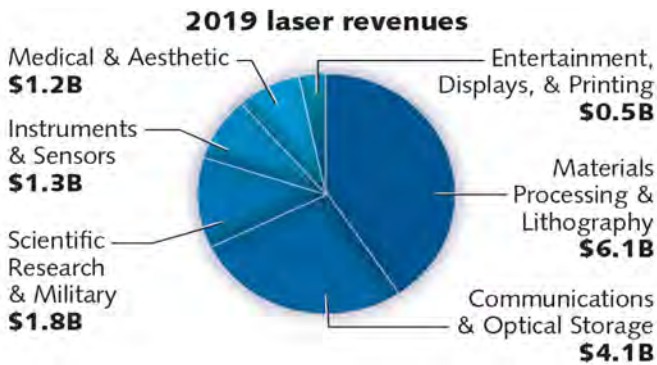


Şekil 20 - IN718 helikopter motoru yanma odası, 5 eksenli lazer metal biriktirme ile süreci ile üretilmesi¹⁹

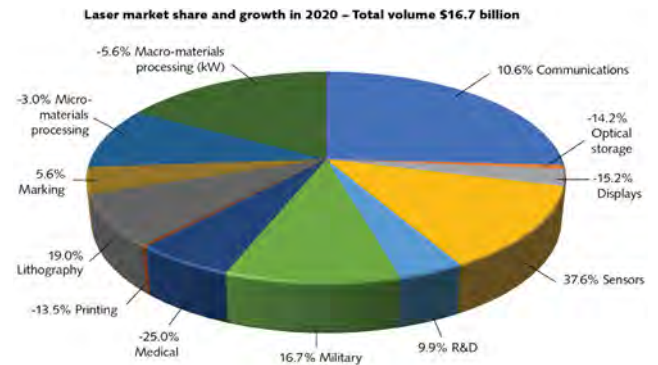
Lazer Teknolojilerinin Ekonomisi

2019 yılı için lazer teknolojilerinin 15 milyar USD pazarı vardır²⁰. Yaklaşık %41'i diod lazer, %59'u diod olmayan lazer şeklindedir. 2020'de pazar payı %10 büyümeye ile 16,7 milyar USD'ye artarken lazer tiplerine göre dağılımının sırası ile %42 ve %58 olmuştur. Global

lazer üreticilerinin 2021'de zorluklarla karşılaşacağı ön görülmele beraber, 2020 yılında başlayan COVID-19 küresel salgınına rağmen sektörün etkilendiği, istikrarlı bir büyümeye sağladığı gözlemlenmiştir²¹. 2021'de lazer teknoloji pazarının %10,4 artışla 18,2 milyar USD olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 21 - Lazer teknolojilerinin kullanım alanlarındaki değişimler



Şekil 22 - Lazer teknolojilerinin kullanım alanlarındaki değişimler

SONUÇ

Lazer günümüzün en son, gelişmiş ısıtma teknolojisi. Endüstri 4.0'a göre imalat yapılabilir. Tamir amaçlı olarak da kullanılabilir. Diğer ısıtma teknolojilerinden farklı olarak, kaplanan altlık malzeme ile oluşturulan kuvvetli metalürjik bağ sebebi ile yüksek mukavemet, çok düşük porozitede kaplama tabakası elde edilir. Her türlü; gaz, sıvı korozyonuna ve aşınmaya karşı, krom dâhil, metal, alaşım, karbür-borür metal matrisli kompozit, malzemelerin maliyet etkin olarak daha ucuz bir malzeme üzerine kaplanması mümkündür.

Mühendislik malzemesi olarak çelik malzemelerin özelinde, korozyona karşı korumada; günümüzün en son modern ısıtma teknolojisi olan lazer;

- Üst yapı (binalar) ve altyapı (köprü, kule / direk / petrol boru hatları v.d.) gibi.
- Açık deniz (offshore) ve rıhtım.
- Stok tankları, makina üretimi, vb. endüstri dallarında.
- Gemi inşa (marin) sanayinde.
- Havacılık (aerospace) sanayinde çelik malzemenin korozyondan korunmasında başarı ile kullanılır.

KAYNAKÇA

1. Silfvast W.T.v.d.: Lasers Fundamentals of Photonics University of Connecticut edited Guenther,A.v.d
2. Morris,T.: The basics of lasers cutting and laser welding TRUMPF Inc Laser Tehnology
3. Dobrzanski,L.A.v.d.: Applications of Laser Processing of Materials in surface Engineering in the industry 4.0 Stage in the industrial Revolution doi:10.1520/MPC20190203/ Vol.8/No 6 / 2019
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/MIRACL#:~:text=MIRACL%2C%20or%20Mid%2DInfrared%20Advanced,first%20became%20operational%20in%201980.>
5. Ion,J.C.; Laser Processing of Engineering Materials ISBN 978-0-7506-6079-2
6. Zheng,Y.v.d.: A novel laser surface compositing by selective laser quenching to enhance railway service life, tribology international , 106 (2017) 46-54
7. Unique Tech Mühendislik; www.uniquetech.com.tr
8. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/the-early-days-of-laser-cutting-august-2007>
9. Roy,N.v.d.: Laser micro cutting Chapter 7, Non traditional micromachining Springer ed.Kibria,G, v.d.
10. <https://www.industrial-lasers.com/micromachining/article/16485946/understanding-ultraviolet-lasers>
11. He,C; High-precision and complex geometry helical drilling by adapted energy deposition, RWHT Aachen 2020
12. Imamy,Y. ,S.v.d; Deep UV technology benefits laser microfabrication May/June 2017 Industrial Laser solutions
13. Tuominen,J.v.d.: Corrosion behaviour of HVOF sprayed and Nd-YAG laser remelted high chromium nickel chromium coatings, journal of thermal spray technology vol.11 june 2002 s 233-242
14. Schopphoven,T.v.d.: EHLA:Extreme high speed laser deposition, economical and effective protection against corrosion and wear , Laser Technik Journal Wiley 4 / 2017
15. Brandt, M.: Laser Additive Manufacturing , introduction. Elsevier , 2017 s.7
16. Guo,v.d.: Microstructure evolution of Fe Based nanostructured bainite coating by laser cladding, Materials and Design 63 (2014) 100-108
17. Bahadır,Y.: www.uniquetech.com.tr özel bilgi,mayıs 2021
18. Brandt, M.: Laser Additive Manufacturing , Ch2. Elsevier, 2017
19. Brandt, M.: Laser Additive Manufacturing , Ch13 . Elsevier , 2017
20. Holton,C.v.d.: <https://www.laserfocusworld.com/lasers-sources/article/14073907/laser-markets-navigate-turbulent-times>
21. Thos,A.: <https://www.laserfocusworld.com/photonics-business/article/14200786/global-laser-markets-in-the-time-of-covid19>

CASP 2022
ISTANBUL

2nd INTERNATIONAL CONFERENCE and EXHIBITION ON
CORROSION and SURFACE PROTECTION FOR STEEL

2. ULUSLARARASI ÇELİK İÇİN KOROZYON ve
YÜZEY KORUMA KONFERANSI ve SERGİSİ


TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ


ECSS
CECM
EKS

Swissotel The Bosphorus, İstanbul - Turkey

25 - 27 May 2022

SAVE STEEL FOR A SUSTAINABLE WORLD

WELCOME TO THE

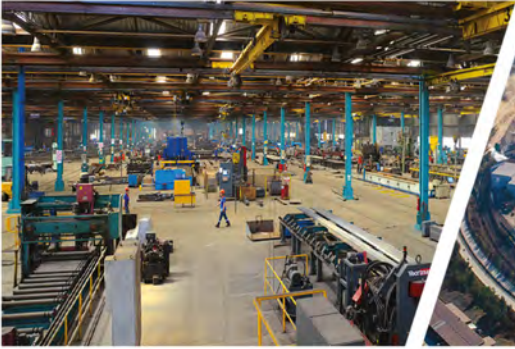
CASP

ISTANBUL

2022

The 2nd International Conference and Exhibition on Corrosion and Surface Protection for Steel

FABRİKALAR KURAN FABRİKA



KARÇEL A.Ş.

Şirketimiz, endüstriyel tesisler, sanayi tesisleri, fabrikalar, stadyum ve spor kompleksleri, enerji santralleri, çimento fabrikaları, demiryolu-karayolu köprüleri, liman tersane vinçleri gibi ulusal ve uluslararası projelerin çelik imalat ve montaj çalışmalarını yapmakta olup, anahtar teslim projelerde yer almaktadır.

info@karcel.com.tr
www.karcel.com.tr

T: +90370 418 34 70
F: +90370 412 04 99

Kardemir Sahası Karçel Binası
Kardemir Campus Karçel Building
78170 KARABUK - TURKEY

KARÇEL
ANONİM ŞİRKETİ



Dr. Başak Demiryumruk Dikici
Mercedes-Benz Türk A.Ş. İnsan Kaynakları İş Gücü Yönetimi Grup Müdürü

KADIN İSTİHDAMI

Mercedes-Benz Türk A.Ş. İnsan Kaynakları İş Gücü Yönetimi Grup Müdürü Dr. Başak Demiryumruk Dikici, kadın istihdamı konusunda kurumsal olarak gerçekleştirdikleri çalışmalarını dergimiz için kaleme aldı.

İçinde bulunduğumuz küresel dünyada toplumsal cinsiyet eşitliği gündemimizde olması gereken en önemli konulardan biri. Mercedes-Benz Türk olarak, fırsat eşitliğine ve çeşitliliğe önem veriyoruz. Ana şirketimiz Daimler, kadın yönetici ve çalışan sayılarına yönelik sayısal hedefler koyuyor ve bu hedefleri takip ediyor. "Küresel İlkeler Sözleşmesi" ve "Sosyal Sorumluluk Prensipleri"ni imzaladıktan sonra "Davranış Yönetmeliği"ni yayınlayarak, cinsiyet eşitliğini en üst düzeyde taahhüt ediyor. Şirketimiz içinde "Çeşitliliklerin Yönetimi" (Diversity) kapsamında her yıl çalışmalar yürütüyoruz.

Yöneticilerimizin bu konuda rol model olduklarını düşünerek çeşitlilik ve kapsayıcılık konularında yönetici seviyesindeki farkındalığı artırmak ve ihtiyaçları tespit etmek için tüm lokasyonlarımızda çalıştaylar ve bilgilendirme oturumları düzenledik. "Bu yalnızca kadınların değil, toplumun bir konusu" diyerek erkek çalışanları da sürece daha çok çekebilecek şirket içi etkinlikler organize ediyoruz. Üretimdeki saha kadın çalışanlarımızla bir araya gelip geri bildirimlerini dinliyor ve fikir alışverişinde bulunuyoruz. Atama değerlendirmesinde adaylar arasında en az bir kadın olmasına dikkat ediyoruz.

Atama değerlendirme sürecindeki paydaş panelindeki kadın-erkek dengesine önem veriyoruz. Tüm çalışanlarımıza sunduğumuz özel hayat sigortası, uzaktan ve esnek çalışma, eğitim-öğretim-yabancı dil desteği, hediye çekleri, şirket indirimleri, özel gün paketleri, spor tesisleri, psikolog, diyetisyen hizmetleri, servis, yemekhane gibi geniş yan haklarımız var. Bunların arasında kadın çalışanlarımıza iş hayatında kolaylık sağlayan pek çok yan hak uygulamamız var. Esnek çalışma, evden çalışma, çocuklar için kreş yardımı, süt odaları bunlardan bazıları.

Kadın çalışanlarımızı iş ve özel hayatında desteklediğimiz insan kaynakları uygulamalarımıza ek olarak; içinde bulunduğumuz topluma da katkı sağlamaya, kadını güçlendirmeye yönelik çalışmalar, sosyal sorumluluk projeleri sivil toplum kuruluşları ile iş birlikleri gerçekleştiriyoruz. Toplumda kadının her alanda hak ettiği güce kavuşması, kadınlara sosyal ve ekonomik hayatta fırsat eşitliği tanınması hedefiyle Çağdaş Yaşamı Destekleme Derneği (ÇYDD) ile birlikte Her Kızımız Bir Yıldız projesini gerçekleştiriyoruz. 2004 yılında 17 ilde 200 kızı destekleyerek başladığımız "Her Kızımız Bir Yıldız" projemiz ile bugün her yıl 200'ü üniversite öğrencisi olmak üzere, 1.000 Yıldız Kız'a eğitim bursu sağlıyoruz. Burs alan öğrencileri kişisel ve mesleki gelişim programları ile destekliyoruz. Mercedes-Benz Türk olarak, Her Kızımız Bir Yıldız desteği ile eğitimini başarıyla tamamlayan kızlara istihdam olanakları da sunuyoruz. Bugüne kadar eğitimini tamamlayarak ailemize katılan Yıldız Kızlar; üretimdeki saha çalışanlarımızın yüzde 20'sini oluşturuşor.

Women IN for Mercedes adı verdiğimiz programımız kapsamında ihtiyaç sahibi başarılı öğrencileri desteklemek ve Mercedes-Benz Türk'ün çeşitlilik programı çerçevesinde kadın mühendis istihdamı çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla, Boğaziçi Üniversitesinde mühendislik okuyan kız öğrencilere 2018 yılında eğitim bursu vermeye başladık. Burs, hazırlık sınıfından başlayarak mezuniyete kadar devam ediyor. Eğitim bursunun yanı sıra öğrencilerin gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla çeşitli etkinlikler, toplantı ve eğitimler düzenliyoruz şirket yöneticilerimiz bursiyerlerimize mentorluk yapıyorlar. Bu vesileyle Mercedes-Benz Türk'ün kadınların desteklenmesi konusundaki politikalarıyla çalışmaktan gurur duyduğum bir şirket olduğumu da belirtmek isterim.

KOROZYON ve KOROZYONDAN KORUNMANIN TEMEL İLKELERİ

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Kimya Metalürji Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümünden Emekli Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ali Fuat Çakır, metalik malzemelerin korozyonu ve korozyondan korunmasını kaleme aldı.

METALLERİN KOROZYONU

TEMEL BİLGİLER I

Bu makale, başta demir-çelik ürünleri olmak üzere, metalik malzemelerin korozyonu ve korozyondan korunmasına bir genel bakış olarak hazırlanmıştır. Bu metni her eğitim düzeyindeki teknik elemanın anlayabilmesi de yazımda dikkate alınan ana amaçtır.

Korozyon Nedir?

Teknolojik öneme sahip metallerin, birkaç istisna dışında hemen hemen tümü tabiiatta “bileşik” halinde bulunurlar. Başka bir deyişle metallerin tabiatın etkisine milyonlarca yıl dayanabilen şekli “bileşik” halidir. Bileşiklerden “metal” veya “alaşımların” üretimi ancak ilave bir “sermaye - malzeme - enerji - emek ve bilgi” sarfı ile mümkündür.

Üretilen metal ve alaşımların ise tekrar kararlı halleri olan “bileşik” haline dönme eğilimleri yüksektir. Bunun sonucu olarak metaller içinde bulundukları ortamın elemanları ile reaksiyona girerek, önce iyonik hale ve oradan da ortamdaki başka elementlerle birleşerek “bileşik” haline dönmeye çalışırlar; yani kimyasal değişime uğrarlar ve bozunurlar. Sonuçta metal veya alaşımın fiziksel, kimyasal, mekanik veya elektriksel özelliği istenmeyen değişikliklere (“zarara”) uğrar.

Korozyon hem metal veya alaşımın bozunma reaksiyonuna, hem de bu reaksiyonun sebep olduğu zarara verilen addır. Korozyon metalik malzemelerin içinde bulundukları ortamla reaksiyona girmeleri sonucu, hariçten enerji vermeye gerek olmadan, tabii olarak meydana gelen bir olaydır. Korozyon sonucu ise bir enerji üretilir.

İçinde su bulunan ortamlardaki metalik malzemelerin yüzeyinde meydana gelen korozyona “**sulu ortam korozyonu**” denir. Atmosferde, toprak altında, beton içindeki donatılarda, sular içinde veya her tür sulu kimyasal madde içindeki metallerde oluşan korozyon buna örnektir. Suyun kararlı olmadığı yüksek sıcaklıklarda, gazlarla metallerin kimyasal reaksiyonu sonucu oluşan korozyon ise “**kuru**” veya “**yüksek sıcaklık korozyonu**”dur. Kazanların alevle veya sıcak gazlarla temas eden bölgelerinde oluşan korozyon buna örnektir. Bu iki çok önemli korozyon türü yanında “organik sıvıların” veya “ergimiş metallerin” sebep olduğu korozyonlardan da bahsedilebilir. (Bakınız: Korozyondan korunma ilkeleri: C - Ortamla ilgili önlemler.)

Korozyonun Neden Olduğu Ekonomik Kayıp

Korozyon bir ülkenin en büyük israf kaynaklarından birisidir. Korozyon nedeni ile ülkelerin uğradıkları toplam “sermaye, malzeme, enerji, emek ve bilgi” kaybının yıllık değeri “Gayri Safi Yurt içi Hasılanın” (GSYH) %6’sı (ABD de %6,2 Gross Domestic Product (GDP)) düzeyindedir.

Yukarıdaki değer “**Toplam korozyon kaybıdır**”. Toplam korozyon kaybı “**Doğrudan**” ve “**Dolaylı**” korozyon kayıplarından oluşur ve her ikisi de birbirine eşit kabul edilir. Doğrudan korozyon kaybı, korozyon sonucu “yapının sahibi veya işletmecisinin” uğradığı “tasarım, imalat, inşaat ve yönetim” maliyetidir. Dolaylı korozyon kaybı ise korozyon

sonucu “yapının sahibi ve işletmecisi dışındaki kişilerin uğradığı kayıptır”. Bu kayıp doğrudan korozyon kaybından çok daha yüksek olabilir; hesaplanması çok zordur ve bu nedenle en az doğrudan korozyon kaybına eşit kabul edilmiştir. Korozyondan korunma yöntemlerinin doğru uygulanması sayesinde, korozyon kaybını yerine göre %20 ilâ 40 arasında azaltmak mümkündür.

Korozyon, metalik malzeme kullanılan her alanda beklenen tabii bir olaydır. Sebep olduğu maddi kayıplar yanında çevreyi kirleten, doğal kaynakların israfına neden olan ve en önemlisi de insan hayatını tehlikeye atan bir değişimdir. Dolayısıyla korozyondan korunmanın ilkelerini ve önemini metal kullanan herkesin yanında özellikle teknik elemanların bilmesinde büyük yarar vardır. Korozyondan korunma, korozyonu azaltma veya önleme tedbirlerinin alınmasında ise mutlaka bu konuda ihtisas sahibi olmuş kişi ve kuruluşlardan yararlanılmalıdır.

Korozyon Hücresi

Yalnız sulu bir ortam içindeki metallerin yüzeyinde değil, atmosfere maruz veya toprak altına gömülü metallerin yüzeyinde de her zaman değişik kalınlıkta su veya su filmi mevcuttur. Hava ve dolayısı ile onun bir bileşeni olan oksijen gazı atmosferle temas eden her tür su içinde belirli bir oranda çözünür. Su içinde çözünmüş oksijen gazı metal yüzeyinde (katotta) “redüklenecek” (indirgenerek), yani elektron alarak, iyonik hale dönmeye meyillidir. Eğer redüksiyon için gerekli elektronlar metal tarafından sağlanırsa, elektronlarını oksijene veren (anot) (yükseltgenen) metal atomları katı halden “sulu iyon” haline geçerek kimyasal değişime uğrarlar. Metal-sulu ortam ara yüzeyinde metalin bu kimyasal şekil değiştirmesi “korozyon” olarak tanımlanır.

Sulu ortamlarda elektron alışverişi ile gelişen oksidasyon (elektron verme) ve redüksiyon (elektron alma) reaksiyonlarına “elektrokimyasal” reaksiyonlar denir. Elektrokimyasal bir reaksiyonda elektron alışverişi iki farklı faz arasındaki (örneğin: katı – sıvı) devamlı ve elektriksel yük dengesi bozulmuş bölgede (çift tabaka) gerçekleşir. Su içinde, atmosfere açık metal yüzeylerdeki su filminde ve toprak altında beton içindeki donatılarda meydana gelen tüm korozyon reaksiyonları “elektrokimyasal” reaksiyonlardır. Metal yüzeyinde korozyonun meydana geldiği her bölgede “anot- katot – elektrolitik iletken – elektronik iletken ve ara yüzeylerden (anot ve katotta)” oluşan bir “**korozyon hücresi**” mevcuttur.

Korozyon Hücresi Elemanları

Korozyon sistemi incelendiğinde çözünen metal “anot”, yüzeyinde oksijenin redüklendiği metal “katot”, anot-çözelti ve katot-çözelti “ara yüzeyleri”, anot ve katodun içinde bulunduğu ortam “elektrolitik iletken” ve anotla katodu birbirine bağlayan metalik “elektronik iletken”den oluşan bir sistem gözlenir. Bu sistem “korozyon hücresi” olarak bilinir.

Elektronik iletken: Anotta açığa çıkan elektronları katoda taşıyan metalik iletken. Anot ve katot olarak davranacak iki metalin birbiri ile teması da bu iletişimi sağlar veya aynı bir metalin bir bölgesi anot ve onun yanındaki diğer bir bölge ise katot olarak davranabilir.

Anot: Korozyona uğrayan (oksitlenen) metal.

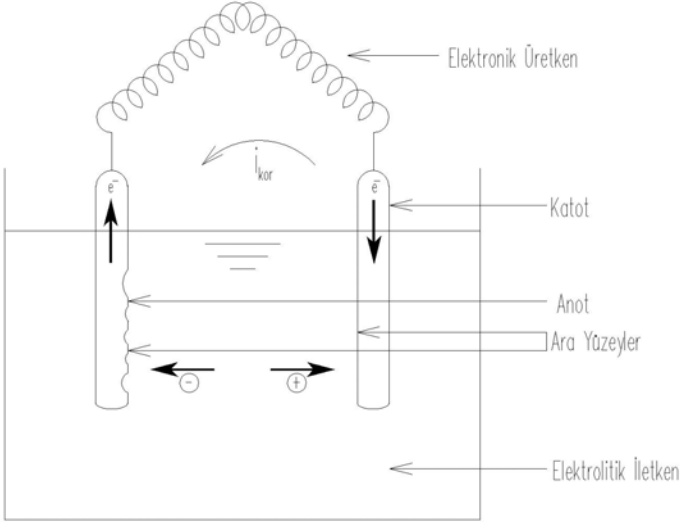
Örnek: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$

Katot: Anotta açığa çıkan elektronları harcayan reaksiyonun (redüksiyon) meydana geldiği metal yüzeyi.

Örnek: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

Elektrolit: Elektrolitik iletken. Sulu çözelti. Anot ve katot arasında iyonik bağ sağlayan ve elektrik akımının iyonlar vasıtası ile iletildiği ortam.

Ara Yüzey: Korozyon reaksiyonunun ve redüksiyonun meydana geldiği metal-çözelti ara yüzeyleri.



Şekil 1 - Korozyon hücresi

Korozyonun meydana gelebilmesi için "korozyon hücresi" çevriminin kesintisiz çalışması gereklidir. Yani anottaki kimyasal değişim ile metal iyonları meydana gelip çözeltiye geçerken açığa çıkan elektronlar, elektronik iletken vasıtası ile katoda taşınırlar ve orada harcanırlar.

Metallerde elektron hareketi akım (I) olarak ölçülür. Elektron hareketi ile akım yönü birbirine terstir. Akım birim zamanda hareket eden elektronların bir ölçüsü olduğu için aynı zamanda anottaki kimyasal değişikliğin de miktarını gösterir.

Katot yüzeyinde harcanan elektronlar yüzeyde örneğin oksijenin (O_2), hidroksil (OH^-) iyonu haline dönüşümüne neden olurlar. İyonlar sulu çözelti içinde hareket ederek akımın anot ile katot arasında geçişini sağlarlar. Pozitif yüklü iyonlar katoda, negatif yüklü iyonlar da anoda giderler. Böylece hücre çevrimi tamamlanmış olur.

Korozyon hücresinden geçen akıma "korozyon akımı" (i_{kor}) denir. Korozyon hücresinde anot reaksiyonunun (korozyon) hızı ile katot reaksiyonunun hızları birbirine eşittir ($i_{anot} = i_{katot} = i_{kor}$).

Eğer ortamda redüklenecek yani elektron harcayacak madde (örneğin çözünmüş oksijen) yoksa korozyon da meydana gelmez; yani anotta açığa çıkabilecek elektronlar harcanamaz. Başka bir deyişle katodik olay yoksa veya oluşumu engellenebilirse anodik reaksiyon, yani korozyon da olmaz. Örneğin kazan sularından çözünmüş oksijenin temizlenmesi korozyonu durdurabilir. Buna ilave olarak şu durumlarda da korozyon meydana gelmez;

1. Anot ile katot bölgeleri arasında elektronik bağ yoksa asil metal aktif metali çözündüremez. Her iki metal birbirlerinden bağımsız olarak elektrolit içinde korozyona uğrar.
2. Anot ile çözelti veya katot ile çözelti arasında temas engellenirse,
3. Sistemde sulu iletken (yani sulu ortam) yoksa.

Metalin çözünmesi, yani korozyon hızı, karşıt reaksiyonun yani redüksiyon reaksiyonunun hızı ile orantılıdır. Çözelti içinde redüklenecek madde miktarı düşük ise korozyon hızındaki korozyon hızı da (i_{kor}) düşüktür. Zira korozyon hızı katodik reaksiyonun hızı ile (i_{katot}) kontrollüdür, artma tehlikesi yoktur. Örneğin deniz suyu metalin korozyonu çözünmüş oksijen miktarı ile orantılıdır; dolayısı ile de deniz suyu metalin korozyon hızları metal cinsine göre çok büyük oranlarda değişmez.

Korozyona neden olan en önemli katodik olay, sulu ortamda çözünmüş oksijen gazının redüksiyonudur. Bunu sulu çözelti içindeki hidrojen iyonunun redüksiyonu takip eder. Asit ortamlardaki hidrojen iyonu miktarı çözünmüş oksijenden çok daha fazladır ve dolayısı ile asidik çözelti içinde hidrojen iyonu redüksiyonu, çözünmüş oksijen reaksiyonundan daha önemli bir katodik olaydır. Ayrıca sulu çözeltide bulunan diğer redüklenebilecek iyonlar da (örneğin ferrik demir ve nitrat gibi) katodik reaksiyonu oluşturabilirler.

Korozyon olayında çözünmenin meydana geldiği bölge (anot) ile redüksiyonun olduğu bölge (katot) birbirinden ayrı ise metal yalnız anot bölgesinde çözünür. Bu durumda "bölgesel" veya "tercihl" bir korozyon söz konusudur. Bu tip korozyonun olduğu korozyon hücresine "makro korozyon hücresi" de denir. Uygulamada karşılaşılan korozyon hücrelerinin büyük bir kısmı "makro korozyon" hücresi ve korozyon şekli de "bölgesel" korozyondur.

Bazı durumlarda metal yüzeyinde atomal boyutta bir nokta anot olarak çözünür, alttaki atom ise katot olarak davranabilir. Sonuçta metalin tüm yüzeyi "tekdüze" olarak çözünür. Herhangi bir zaman kesitinde olayları incelediğimizde ise bu durumda dahi "anot-katot ve diğer elemanlardan" oluşan korozyon hücresini tanımlayabiliriz. Bu tip korozyonun meydana geldiği korozyon hücresine "mikro korozyon" hücresi denir. Asit bir çözeltide çinko metali bu şekilde homojen olarak çözünür. Katot reaksiyonu ise hidrojen iyonunun redüklenmesi ve hidrojen gazı çıkışıdır ($2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$).

Korozyon Nasıl Meydana Gelir?

Korozyon birbiri ile elektriksel ve elektrolitik teması olan ve aralarında potansiyel farkı oluşabilen metalik "iki bölge" veya "iki nokta" arasında oluşur. Bu bölge veya noktalardan potansiyel olarak daha asil olanın yüzeyinde "katodik" reaksiyon oluşur, daha aktif olan diğer bölge veya nokta (anot) çözünür. Burada anot bölgesi yüksek enerjili katot bölgesi ise düşük enerjilidir ve enerji tabii olarak yüksek enerjili bölgeden düşük enerjili bölgeye yer değiştirir.

Potansiyel farkının oluşum nedenleri metal veya ortamla ilgili olarak şu şekilde gruplandırılabilir:

a - Metalle ilgili

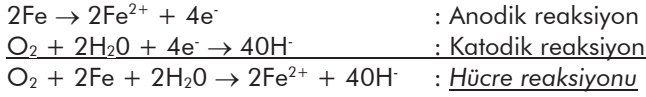
1. Metalin veya alaşımın kendi bünyesindeki yapısal, kimyasal, mekanik veya ısı farklılıkları gösteren bölgeleri arasında potansiyel farkı oluşabilir.

2. İki ayrı metal veya alaşımın teması sonucu potansiyel farkı oluşur.

b - Ortamla ilgili

Metalin temas halinde olduğu ortamdaki bileşenlerden katodik olarak redüklenebileceklerin konsantrasyonunun metalin değişik bölgelerinde farklı olması (konsantrasyon hücresi) potansiyel farkı oluşturabilir.

Korozyon hücresini oluşturan anodik ve katodik reaksiyonlar, örneğin demirin korozyonu ve oksijenin redüksiyonu gibi:



Hücre reaksiyonunun sol tarafındaki bileşenlerin oluşum serbest enerjileri toplamı (ΔG_{sol}), sağ tarafındakilerinden fazla ise ($\Delta G_{\text{sağ}}$) reaksiyon soldan sağa kendiliğinden gelişir; demir çözünür, oksijen redüklenir. Bu olay suyun yüksekte alçağa veya ısının sıcak bölgeden soğuk bölgeye tabi akışına eşdeğerdir.

Hücre reaksiyonunun iki yanı arasındaki enerji farkı korozyon hücresinin enerjisidir ve değeri negatif olarak, yani "açığa çıkan" enerji olarak bulunur.

$$\Delta G_{\text{kor}} = \Delta G_{\text{sağ}} - \Delta G_{\text{sol}} \quad (\Delta G_{\text{sol}} > \Delta G_{\text{sağ}})$$

Enerji farkı potansiyel farkı olarak da yazılabilir.

$$\Delta E_{\text{Hücre}} = \frac{-\Delta G_{\text{kor}}}{nF}$$

Korozyon hücresinin enerjisinin (veya potansiyelinin) bir kısmı anodik reaksiyonun (η_a), bir kısmı katodik reaksiyonun (η_k) belli bir hızla (i_{kor}) gelişmesi için, ayrıca bir bölümü de sistemin direncini (elektronik-elektrolitik bölümlerin ve metal/çözelti ara yüzeylerinin direnci : ΣR_i) yenmek için harcanır.

$$\Delta E_{\text{Hücre}} = \eta_a + \eta_k + i_{\text{kor}} \Sigma R_i$$

Sistemin direnci ne kadar yüksek ise onu yenmek için harcanacak enerji de ($i_{\text{kor}} \Sigma R_i$) o denli büyük olur ve sonuçta toplam enerjiden anodik ve katodik reaksiyonlara harcanacak enerji payı azalır, yani korozyon yavaşlar. Bu şekilde sistem direncini artırarak korozyon hızını yavaşlatma uygulamada yaygın kullanılan bir yöntemdir.

Hücre reaksiyonu örneğinde görüldüğü gibi anodik ve katodik reaksiyonların da potansiyel farkları hesaplanabilir. Örneğin "metal – iyon" arasındaki reaksiyon redüksiyon olarak yazılır ve hesapla bulunan potansiyel farkları en yüksek pozitiften (en asil) en düşük negatife (en aktif) sıralanarak metallerin "elektromotif kuvvet serisi" elde edilir (Tablo1). Bu seride hidrojen iyonunun redüksiyon potansiyeli "sıfır" olarak kabul edilmiştir.

ASİL AKTİF	Redüksiyon Reaksiyonu	Potansiyel E° (SHE)
+		
ASİL	$\text{Au}^{+3} \leftrightarrow \text{Au}$	+1.498
	$\text{O}^{-2} \leftrightarrow \text{O}_2$	+1.219
	$\text{Pt}^{+2} \leftrightarrow \text{Pt}$	+1.2
	$\text{Pd}^{+2} \leftrightarrow \text{Pd}$	+0.987
	$\text{Ag}^{+} \leftrightarrow \text{Ag}$	+0.799
	$\text{Hg}^{+} \leftrightarrow \text{Hg}$	+0.788
+	$\text{Cu}^{+2} \leftrightarrow \text{Cu}$	+0.337
	$\text{H}^{+} \leftrightarrow \text{H}_2$	0.00
–		
	$\text{Pb}^{+2} \leftrightarrow \text{Pb}$	-0.126
	$\text{Sn}^{+2} \leftrightarrow \text{Sn}$	-0.136
	$\text{Ni}^{+2} \leftrightarrow \text{Ni}$	-0.250
	$\text{Co}^{+2} \leftrightarrow \text{Co}$	-0.277
	$\text{Cd}^{+2} \leftrightarrow \text{Cd}$	-0.403
	$\text{Fe}^{+2} \leftrightarrow \text{Fe}$	-0.440
	$\text{Cr}^{+3} \leftrightarrow \text{Cr}$	-0.744
	$\text{Zn}^{+2} \leftrightarrow \text{Zn}$	-0.763
	$\text{Al}^{+3} \leftrightarrow \text{Al}$	-1.662
–	$\text{Mg}^{+2} \leftrightarrow \text{Mg}$	-2.363
AKTİF	$\text{Na}^{+} \leftrightarrow \text{Na}$	-2.714
	$\text{K}^{+} \leftrightarrow \text{K}$	-2.925

Tablo 1 - Elektromotif (EMF) kuvvet serisi

DENİZ SUYUNDA	TOPRAK ALTINDA
(+) Asil	(+) Asil
- Platin - Altın - Grafit - Titanyum - Gümüş 18/8 Paslanmaz çelik (pasif) - Nikel (pasif) - Gümüş lehim - Bronzlar - Bakır - Pirinçler - Nikel (aktif) - Kalay - Kurşun - Kurşun – Kalay lehimleri - Kurşun – Kalay lehimleri 18/8 paslanmaz çelik (aktif) - Yüksek nikelli dökme demir - Dökme demir - Duralumin - Kadmiyum - Alüminyum (ticari saflıkta) - Çinko - Magnezyum	- Karbon, kok, grafit - Yüksek silisli dökme demir - Bakır, pirinç ve bronzlar - Yumuşak çelik (betonda) - Kurşun - Dökme demir - Paslı yumuşak çelik - Temiz yumuşak çelik - Alüminyum - Çinko - Magnezyum
(-) Aktif	(-) Aktif
Not: Deniz suyu pH sı 8.1 – 8.3	Not: Toprak pH sı 5 - 8

Tablo 2 - Deniz suyunda ve toprak altında galvanik seri

Seride (+) yönde olan bir metal ile bunun (-) yönde altındaki bir başka metalin birbiri ile teması halinde (+) yöndekinin yüzeyinde redüksiyon reaksiyonu meydana gelir ve (-) yöndeki metal ise "korozyona" uğrar. Etkin bir korozyon oluşabilmesi için potansiyel farkının 50 mV'dan fazla olması gerekir.

Fakat teorik olarak mümkün olan bu olay pratikte meydana gelmeyebilir. Bunun için metallerin hesapla bulunan teorik potansiyelleri yerine kullanıldıkları ortamda (örneğin deniz suyunda veya toprak altında) ölçülerek bulunan potansiyelleri yine benzer bir sıralamaya tâbi tutulabilir. Elde edilen seriye "galvanik seri" denir. Bu seriler uygulamada korozyon tahmininde hakikate daha uygun sonuçlar verirler.

Tablo 2'de deniz suyu ve toprak altındaki ölçümlerle elde edilmiş iki galvanik seri verilmiştir

METALLERİN KOROZYONDAN KORUNMASI:

TEMEL BİLGİLER II

Korozyondan Korunmanın İlkeleri

Korozyon metallerin ortamla teması sonucu, metal-ortam ara yüzeyinde oluşan bir bozunmadır, yani bir "yüzey" olayıdır. Metallerin ortamla temas etmeyen bölgelerinde meydana gelen bozunma korozyon olarak nitelendirilemez. Ayrıca korozyon olayında malzemenin "elektrokimyasal" olarak değişime uğraması gereklidir.

Yalnız mekanik nedenlerle meydana gelen bozunma (aşınma, kırılma gibi) korozyon değildir. Fakat korozyonun hızlandığı veya korozyon ürünlerinin neden olduğu mekanik tahribatlar (gerilimli korozyon çatlaması, korozyonlu yorulma ve hidrojen kırılabilirliği gibi) veya mekanik tahribatın hızlandığı korozyon türleri (kavitasyon, kazımalı korozyon vb. gibi) ise sıkça rastlanan ve endüstriyel açıdan çok önemli korozyon türleridir.

Metal ve alaşımlar için mutlak bir "korozyona dayanıklılık" kavramından bahsetmek doğru değildir. Herhangi bir metal veya alaşımın korozyona dirençli olup olmadığı o malzemenin içinde kullanılacağı ortama ve ortam koşullarına bağlıdır. Belirli bir ortama çok dayanıklı bir malzeme diğer bir ortamda korozyona uğrayabilir. Örneğin, nitrik aside dayanıklı 304 kalite paslanmaz çelik, klorür iyonu içeren deniz suyuna aynı oranda dayanıklı değildir.

Kısaca özetlendiği gibi korozyon, "Metal-Ara yüzey-Ortam" üçlüsünün etkileşimi ile meydana gelir. Korozyondan korunma önlemlerinin temelinde de bu üç elemanın özelliklerini ve birbirleri ile ilişkilerini iyi bilmek ve gerekli değişiklikleri gerçekleştirmek yatar.

Metallerin ortama daha dayanıklı kılınması veya ortamın metal üzerindeki etkisini azaltan veya ortadan kaldıran önlemlerin alınması yanında, ara yüzeyi değişik malzemelerle kaplayıp "metal-ortam" ilişkisini veya ara yüzeyin özelliğini değiştiren önlemler de bunlara örnektir. Metalin diğer metaller ve ortamla ilişkisinin korozyonu teşvik etmeyip frenleyecek şekilde planlanması ve ara yüzey geometrisinin ortamın korozif etkisini artırmayıp azaltacak şekilde tasarlanması da korozyondan korunmanın en önemli yöntemlerindendir.

Korozyondan korunma önlemleri korozyonu "engelleyici", "azaltıcı" veya "kontrol altına alıcı" nitelikte olmalıdırlar. Bu nedenle "önleyici" önlemler kadar "düzeltici" önlemler

de daha tasarım kademesinde düşünülerek korozyondan korumanın bir parçası yapılmalıdır.

Korozyondan koruma yöntemlerini:

- A - Tasarım,**
- B - Metal ve alaşımla ilgili önlemler,**
- C - Ortamla ilgili önlemler,**
- D - Ara yüzeyle ilgili önlemler,**

olarak sıralayabiliriz.

A – Tasarım

Herhangi bir sistemin tasarımında, eğer ortamın hiçbir korozif etkisi yoksa seçilen malzemenin "mekanik özellikleri-işlenebilirliği-bulunabilirliği-fiyatı ve görünüşü"nün bilinmesi, mühendislik ve ekonomik açıdan yeterli bilgilerdir. Hâlbuki içinde çalışılan her ortamın metaller üzerinde az veya çok korozif etkisi vardır. Dolayısı ile tasarımda ayrıca: "Kullanılan malzemeler ile içinde kullanıldıkları ortamın etkileşimi, bu malzemelerin birbiri ile korozyon açısından uyumu, malzemeyi korozyondan korumak için alınacak önlemler ve kullanımı sırasında bakımı ile ilave sermaye-kontrol-tasarım-bilgi gibi diğer harcamalara benzer ek ekonomik yükler" de dikkate alınmalıdır.

Tasarım kademesinde bütün bu koşullar dikkate alınarak korozyonu "önleyici" tedbirlere başvurulur. Korozyonun tamamen önlenmesi ise çoğu zaman erişilemeyen bir amaçtır. Dolayısı ile alınan "önleyici tedbirler" korozyonu "engelleyemez" fakat "azaltabilir" veya "kontrol altına almasını" sağlayabilir. Meydana gelen korozyonun sistemi kullanılamaz hale getirmemesi, insan sağlığına ve çevreye zararlı olmaması için ise devamlı "düzeltici" önlemlerle kontrol altında tutulması gereklidir. Periyodik bakım, parça değişimi, boyama bu tür tedbirlere örnektir.

Tasarım kademesinde dikkate alınması gerekli hususlar ve toplanılması lüzumlu bilgiler ise: "tasarımdan beklenen görev, tasarımın çalışma şekli-koşulları, ömrü, içinde çalışacağı ortamın ve koşullarının doğru tahmini ile kullanılacak malzemeler ve bu malzemelerle ilgili korozyon ve korozyondan korunma bilgi ve önlemleri ile ekonomik bilgiler" olarak sıralanabilir.

Yukarıdaki bilgiler ne denli teferruatlı ve sıhhatli toplanıp, tahminler doğru yapılabilirse (özellikle içinde kullanılacağı ortam ve koşulları ile ilgili) tasarımın korozyona dayanma şansı o derece artar.

Unutulmaması gereken önemli nokta korozyon ile mücadelede en ekonomik ve akılcı yolun "doğru" tasarım olduğudur. Özellikle korozyon başladıktan sonra onu "düzeltici" koruma önlemleri ile kontrol altına almak ise çok pahalıya mal olabileceği gibi insana ve çevreye zararları da önemli boyutlara ulaşabilir.

B- Metal ve Alaşımla İlgili Önlemler

Metallerin içinde bulundukları ortamın korozif etkisine dirençleri "içyapıları, kimyasal bileşimleri, gerilim durumları ile yüzey özelliklerinin" bir fonksiyonudur.

1. İçyapı: Metal ve alaşımlar "atomlardan" oluşur. Atomlar üç boyutta belli bir geometrik düzende sıralanarak "hücreleri" meydana getirirler. Hücrelerin muntazam tekrarı ile elde edilen yapıya ise "kristal" yapısı denir. Endüstriyel metal ve alaşımlar gayri muntazam şekilli "kristal kümelerin" bileşiminden

oluşurlar ki bu kümeler “tane” olarak bilinirler. Aynı bir metalik yapıda taneler birbirlerinden “tane sınırı” ile ayrılırlar. Tane sınırları metalik yapı içinde tane içlerinden daha farklı özelliklere sahip bölgelerdir. Safsızlıklar bu bölgelerde tercihen zenginleşirler ve bu da tane sınırlarının tercihli çözünmesine yani korozyonuna neden olabilir.

Metalik malzemelerde içyapı özelliklerinin korozyon direncine etkileri çok önemlidir. Bilindiği gibi bir metal atomu merkezinde nötron ve pozitif yüklü protonlardan oluşan bir “çekirdek” ve bunun etrafında dönen “elektronlardan” oluşur. Bir atomun elektron alma eğilimi “elektronegatiflik” olarak bilinir. Yan yana iki atom çekirdeğinin merkezleri arasındaki mesafenin yarısı “atomun yarıçapı” olarak tanımlanır. Genelde elektronegatifliği yüksek metaller daha soy metallerdir: örneğin bakır alüminyumdan, platin nikelden soydur. Bu nedenle metallerin eşleşmesi ile oluşan galvanik hücrelerde daha elektronegatif metaller (soy) katot olarak davranır ve diğer metali çözündürür.

Atom yarıçapı büyük fakat elektronegatiflikleri küçük bazı metaller ise yüksek sıcaklıklarda kolayca oksitlenip metal yüzeyinde koruyucu bir film oluştururlar. Yüksek kromlu çeliklere katılan itriyum buna örnektir. Aynı şekilde büyüyen atom yarıçapı ve küçülen elektronegatiflik titanyum, niyobyum ve tantalumun karbonla daha kolay birleşmesini sağlar; bu özellikten de paslanmaz çeliklerin tane sınırlarına krom-karbon bileşiklerinin çökmesini engellemede yararlanılır. Böylece koroziif ortama daha dayanıklı tane sınırları elde edilir.

Metallerin kristal yapılarının korozyon dirençlerine etkileri ise daha çok dolaylıdır. Kristal yapıları metalik malzemenin seçim ve kullanımında önemli olan mekanik ve şekil verilebilme vb. özellikleri birinci derecede etkiler.

Metalik malzemelerde kristallerin içyapıları ve bu yapıda atomların sıralanmasında meydana gelen düzensizlikler “içyapı hataları” olarak bilinir. İçyapı hataları yüksek enerji noktalarıdır. Korozyon tercihen bu noktalarda başlar.

Tane sınırları bilindiği gibi safsızlıkların toplanma noktaları idi. Bu sebeple paslanmaz çelikler ve yüksek mukavemetli alüminyum alaşımlarında tane sınırlarında başlayan tercihli çözünme “taneler arası korozyona” neden olur. Paslanmaz çelikler özellikle %18 krom ve %8 nikel içerenler (304 ve 316 kalite) bölgesel olarak 400-800 °C’ye ısıtılınca (örneğin kaynak sırasında) tane sınırlarındaki karbon ve krom birleşerek çökerler (karbür oluşumu). Bu bölgelerde kromca fakirleşme olur. Kromca fakir bölgeler ise ilk önce korozyona uğrarlar. Bu tip korozyonu önlemek için paslanmaz çeliklerin karbon oranları azaltılabilir. (%0.03 °C’nin altına), karbona kromdan daha haris metaller ilave edilerek krom yerine onların karbür oluşturmaları (yukarıda anlatıldığı gibi) sağlanabilir veya parça 800 °C’nin üstüne ısıtılıp krom karbürler tekrar bozundurulur ve yeniden oluşumlarına neden olmayacak şekilde parça hızla soğutulabilir.

2. Kimyasal bileşim: Metal ve alaşımların belirli bir ortam ve ortam koşullarında korozyon dirençlerini etkileyen en önemli özellikleri kimyasal bileşimleridir. Bir metal ne derece arı ve içyapı hatalarından arındırılmış olursa, belirli bir ortamda korozyon direnci o denli yüksek olur. Fakat endüstride bu nitelikte bir metalle çalışmak genelde fayda vermez zira bir metalin kullanımında yalnız korozyon direnci değil mekanik ve fiziksel özellikleri de ön plana alınmalıdır. Bu nedenle

endüstride saf olmayan metaller ve birden fazla metalin karışımından oluşan alaşımlar kullanılır.

Alaşım iki türlü oluşur; ya iki metal birbiri içinde, şekerin su içinde çözündüğü gibi çözünür ki bu şekilde oluşan alaşıma “katı eriyik” denir veya karışan elementler belirli bir kimyasal bileşimi yani “bileşik” oluştururlar. Paslanmaz çelik içindeki krom ve nikelin, demir bakır alaşımındaki nikelin bakır içinde çözünmesi “katı eriyiğe”, çelikler içindeki demir karbon bileşikleri (sementit: Fe₃C) “bileşik” oluşuma örnektir.

Genelde alaşımların “katı eriyikten” oluşan temel yapısı içine “bileşikler” çöker; bunlara “ikincil fazlar” denir. Bu çökme tane sınırlarında da olabilir. İkincil fazlar katot olarak davranarak çevrelerindeki metali korozyona uğrattırır. Eğer anot olarak davranırlarsa hızla çözünürler ve o noktalarda oyuklanma korozyonu başlar.

Bir malzemede katot olarak davranan ikincil fazların yüzey alanı küçültülerek (ısıtılıp işleme) korozyon azaltılabilir. Metal ve alaşımların korozyon direncini artırmak için ilk akla gelen yöntem bünyelerindeki bileşik oluşturu elementlerin azaltılması yani sistemin arılaştırılmasıdır. Çeliklerde kükürdün, paslanmaz çeliklerde karbonun, alüminyumda demir, silis ve bakırın azaltılması gibi. Isıtılıp işleme ikincil fazların çözündürülerek bileşenlerinin tekrar çözelti fazına alınması da korozyon direncini artırır. Paslanmaz çeliklerdeki uygulamaya daha önce değinilmişti.

Metaller içine katılan bazı alaşım elementlerinin doğrudan veya dolaylı olarak korozyonu azaltma yönünde bariz etkileri vardır. Bir alaşım bünyesinde bulunan metallerden bazıları diğerlerinden daha asil olabilir (örneğin bir bakır çinko alaşımı olan piringte, bakır çinkodan daha asildir). Bu durum bazen aktif metalin asil metal tarafından çözündürülmesine neden olabilir (piringlerde “çinkosuzlaşma”).

Diğer bazı alaşım elementlerinin ise ortamla reaksiyona girmeleri halinde yüzeylerinde koruyucu bir film oluşur ve metalde çözünme durur; bu film “pasif film” olarak bilinir. Pasifleşebilen metalleri içeren alaşımlar da pasifleşebilirler ve korozyona üstün direnç gösterebilirler. Örneğin paslanmaz çeliklerdeki krom, nikel, alüminyum alaşımlarındaki ve titanyum metali. Pasif filmle korunan metal ve alaşımlarda özellikle klorür iyonu içeren (deniz suyu gibi) ortamlarda pasif film yer yer tahrip olur, metal “oyuklanır”. Pasifleşebilen metal ve alaşımların maruz kaldığı en büyük tehlike “oyuklanma korozyonudur”. Pasifleşebilen metalleri içeren alaşımlara katılan bazı asil metaller pasifleşme için gerekli ön çözünmeyi teşvik ederek metalin hızla pasifleşmesini sağlarlar. Örnek olarak aside dayanıklı çeliklerde bakır, gümüş, paladyum ve platin, titanyumda paladyum ve platin.

Daha önce de belirtildiği gibi bazı metallerle tercihli bileşik yapan elementler de doğrudan veya dolaylı olarak korozyonu yavaşlatırlar. Örneğin bazı paslanmaz çeliklerde karbonla birleşerek tane sınırlarının kromca fakirleşmesini engelleyen titanyum, niyobyum, tantal, çelik içinde kükürdü bağlayan seryum, titanyum, bakır, alüminyumda demir ve silisi bağlayan magnezyum ve manganez.

Yüksek sıcaklıklarda çalışan sistemlerde ortama dayanıklı oksit üreten bileşikler de içine katıldıkları malzemenin korozyon direncini artırır; ısıya dirençli çeliklerde krom, alüminyum, silis, bakırda alüminyum, berilyum ve magnezyum gibi.

3. Gerilimler: Metal ve alaşımlarda sabit veya periyodik değişen gerilimlerin oluşturduğu “gerilimli korozyon çatlaması” veya “korozyonlu yorulma” gibi olaylar metal yüzeyinde çekme gerilimi yerine basma gerilimleri oluşturarak önlenabilir. Bunun için metalik yüzeylere çelik bilyalar püskürtülür.

4. Yüzey özellikleri: Metal yüzeyleri parlak, çiziksiz ve gözeneksiz, kenarlar çentiksiz ve yüzeyler temiz olursa sistemin korozyon direnci yükselir.

C- Ortamla İlgili Önlemler

Korozyona neden olan ortamlar basit olarak aşağıdaki 6 grupta sınıflandırılabilirler

1. Nemli ortamlar
 - a. Atmosfer
 - b. Sulu ortamlar
 - Tabii sular
 - Denizler
 - Kimyasal çözeltiler
 - c. Toprak altı
 - d. Beton içi
2. Kuru ortam: Yüksek sıcaklıkta gazlarla korozyon
3. Organik sıvılar
4. Ergimiş ortam
 - Tuzlar
 - Metaller
5. Kaçak akım
6. Mikrobik aktivite

Bu yazıda ancak korozyonun elektrokimyasal mekanizmaya bağlı olarak geliştiği “nemli ortamlardan” bahsedilecektir. Gerek atmosferde gerekse toprak altına gömülü metallerin yüzeyinde atomal veya mikron boyutta da olsa her zaman su filmi mevcuttur.

a. Atmosferik Ortam:

Atmosferin koroziv bileşenleri su buharı, havanın oksijeni, kirlenici gazlar ve katı partiküllerdir. Sıcaklık, rüzgâr gibi atmosferik koşullar da koroziv bileşenlerin etkinliğine tesir eder.

Atmosferdeki “bağıl rutubetin” fonksiyonu olarak metal yüzeyinde muhtelif kalınlıkta su filmi oluşur. Bu filmin kalınlığı angströmden (10^{-8} cm), mm’ye kadar değişebilir. Çok düşük su filmi kalınlıklarında korozyon “kuru ortamdaki” korozyona benzer şekilde meydana gelir. 1 mm’den kalın su filmi altında gelişen korozyon ise atmosferik değil “sulu ortam korozyonu” karakterindedir.

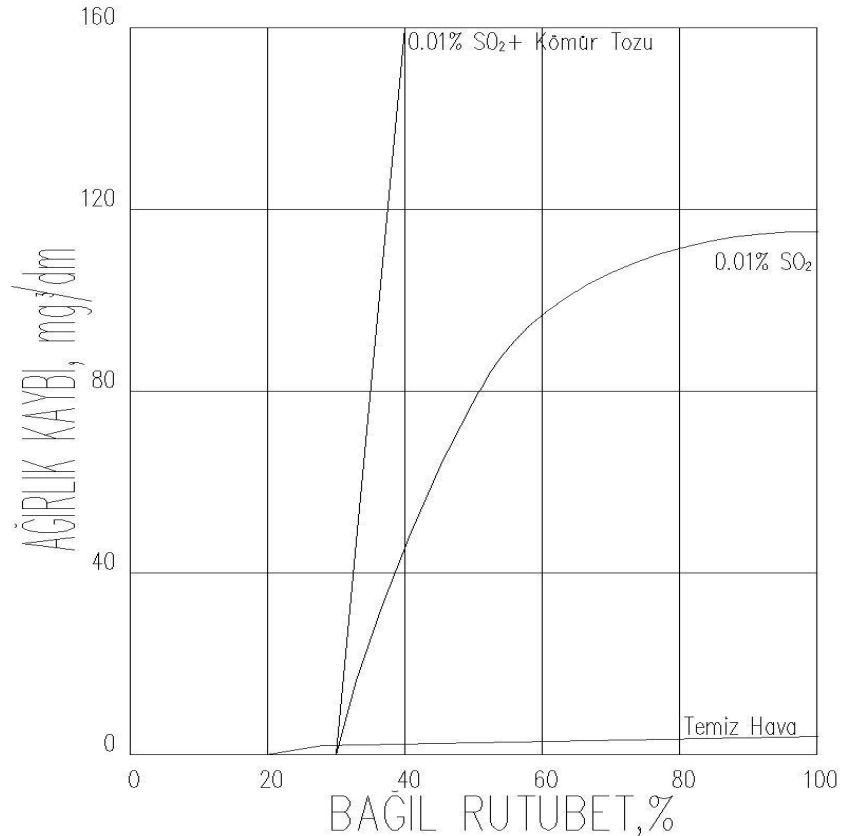
Metal yüzeyinde su filmi kapiler etki, adsorpsiyon ve bazı kimyasal tuzların suyu yoğunlaştırma özelliği nedeni ile düşük bağıl rutubetlerde dahi meydana gelebilir. Örneğin su buharının su damlası haline dönüşmesi yani çiğlenmesi için bağıl rutubetin teorik olarak %100 olması gerekir. Hâlbuki ortam sıcaklığında metal yüzeyinde %60 bağıl rutubette dahi önemli miktarda adsorplanmış su molekülleri (demir yüzeyinde 20 molekül kalınlığında) bulunabileceği gibi su kapiler etki ile de yoğunlaşabilir.

Bilindiği gibi ortam sıcaklığının artışı havanın birim hacmi içinde yoğunlaşmadan kalabilecek maksimum su buharı miktarını artırır (%100 bağıl nem). Ani sıcaklık düşüşünde ise su buharının bir kısmı soğuk metal yüzeyinde “su” olarak açığa çıkar. Her sıcaklıkta hava içinde %100 bağıl rutubete tekabül eden su buharı miktarı değişiktir ve sıcaklıkla artar.

Metallerin korozyon hızları bağıl rutubetle çok yakından ilişkilidir. Örneğin demir çelik ürünlerinin korozyonu %60’ın üzerindeki bağıl rutubette hızla artar. Bağıl rutubetin çok düşük olduğu çöl atmosferinde veya suyun tamamen donduğu kutuplarda metaller hemen hemen hiç korozyona uğramazlar.

Atmosferik korozyonda ortamın gaz veya katı partiküllerle kirlenmesi korozyonu hızlandıran diğer önemli faktördür. Özellikle hava kirliliğine sebep olan kükürt dioksit başta olmak üzere kükürtlü gazlar ve katı-sıvı yakıtların yanma ürünleri, başta demir çelik alaşımları olmak üzere, birçok metalin korozyon hızını büyük oranda artırır (Şekil 2). Kükürt dioksit; ortamın rutubeti ve paslı metal yüzeyinin katalitik etkisi ile sülfürik asit oluşturarak özellikle demir çelik ürünlerini çözümdürür. Ayrıca amonyak ve klorürler de havadaki diğer önemli kirlenicilerdir. Amonyak, bakır ve alaşımları, klorürler ise tüm metaller için zararlıdır. Havadaki katı tuz, kül vb. partiküller de koroziv etkinlikleri yanında su filmi oluşumunu teşvik etmeleri nedeni ile de korozyonu hızlandırıcı etki yaparlar. Atmosferdeki sıcaklık artışı eğer bağıl rutubet yüksek ise korozyon hızını artırır.

Atmosferik korozyonu etkileyen diğer bir etken denizel ortamdır. Denizel ortamdaki klorürlü su damlaları ve tuz kristalleri metallerin korozyonunu büyük oranda artırır. Atmosferik ortamlar birçok metal üzerinde artan koroziv etkisi açısından şu şekilde sınıflandırılabilir:



Şekil 2 - SO₂ ve tozların çeliğin korozyonuna etkisi

- 1 - Kırsal Atmosfer
- 2 - Şehir Atmosferi
- 3 - Denizel Atmosfer
- 4 - Kirli Şehir Atmosferi
- 5 - Kirli - Denizel - Şehir Atmosferi

Atmosferik Koşulları Değiştirerek Korozyondan Korunma

Atmosferik ortamda bir metalin korozyon hızı ortamdaki bağıl rutubet-kirlilik-sıcaklık ve diğer koşullara bağlı olarak birkaç yüz defa değişebilir.

Genelde açık ortamda atmosferin korozif etkisini ortam koşullarını değiştirerek azaltmak imkânı yoktur. Bu koşullarda en çok uygulanan yöntem metali ortama daha dayanıklı kılmak ve metal ortam ara yüzeyini ortama daha dayanıklı malzemelerle kaplamaktır. Atmosferik ortamdaki hava kirliliğinin azaltılması bu açıdan tek ve en önemli olumlu etkisi olan yaklaşımdır. Hava kirliliğinin azaltılması yalnız insan sağlığını iyi yönde etkilemekle kalmaz metallerin korozyon ömrünü de artırır.

Kapalı ortamlarda, yani bina içleri, depolar veya paketlerin içindeki korozyonu azaltmada ortamın bağıl rutubetinin azaltılması en yaygın kullanılan yöntemdir. Kapalı ortamların dışarıya göre 6-10 °C ısıtılması bağıl rutubeti azaltır. Ayrıca rutubet tutucular (silika jel, aktif alumina, kalsiyum oksit) bağıl rutubetin azaltılmasında yaygın kullanılırlar; örneğin eskiden Birinci Boğaz Köprüsünün (15 Temmuz Şehitler K.) gövdesi içinde olduğu gibi (silika jel ile). Kapalı ortamlarda, buharlaşabilen inhibitörler de (frenleyiciler) kullanılmaktadır.

b. Sulu Ortam: Tabii Sular ve Denizler

Tabii sular ve denizel ortamda korozyon su içinde çözünmüş oksijen miktarı ve onun metal yüzeyine erişme hızı ile orantılı ve kontrollüdür. Bu tip ortamlarda en önemli katodik reaksiyon olan oksijen redüksiyonu metallerin korozyon hızını tayin eden en önemli etkidir. Gerek tatlı sularda gerekse denizel ortamda çözünen oksijen miktarı, normal koşullarda 8 ppm (ppm: mg/l veya 8 ppm: 5,6 ml/l) civarındadır. Dolayısı ile metallerin tabii sular ve deniz içindeki korozyon hızı atmosferik veya toprak altı koşullarında olduğu gibi çok büyük farklılıklar göstermez, bilakis birbirine çok yakındır.

Deniz suyu direnci (20-30 ohm cm) tabii sulara göre (200-5000 ohm cm) çok düşük olduğu için denizel ortamda hem mikro hem de makro korozyon hücreleri etkindir. Bu nedenle metallerin denizel ortamda yüzeylerinde yer yer daha fazla korozyon meydana gelmesine rağmen çözünme genelde daha homojendir. Yalnız yüzeyi pasif filmle kaplı metal ve alaşımlarda bölgesel "oyuklar" meydana gelir (304 kalite paslanmaz çelikte olduğu gibi). Deniz suyunun düşük direncine neden, içinde çözünmüş tuzlardır (başta sodyum, magnezyum ve klorür iyonları olmak üzere). Tatlı sularda metalin temas ettiği suyun farklı oksijen içeren bölgeleri oksijen konsantrasyonu farklılığı ile oluşan makro korozyon hücrelerini ön plana çıkarır. Tatlı sularda bölgesel korozyona daha fazla rastlanır.

Metal ile su (tatlı veya denizel) arasındaki rölatif hızın artışı metal yüzeyine erişen oksijen miktarını artıracığı için korozyon hızını da birkaç kat artırabilir. Suyun çok hızlı hareketi mekanik tahribatla başlayan korozyon türlerini (kavitasyon ve erozyon korozyonu gibi) önemli hale getirir. Özellikle denizel ortama dalan çelik yapıların "çirpıntı" bölgesi olarak bilinen deniz yüzeyinin takriben 100 cm içinde ve dışında kalan

bölgelerinde, bölgesel oksijen konsantrasyon hücrelerinin etkisi ile, metalin diğer bölgelerindekinden daha fazla (6 kat) korozyon meydana gelir.

Gerek tatlı sularda gerekse denizel ortamda korozyon hızını kontrol eden diğer önemli faktör bu suların pH'leri, karbondioksit, bikarbonat, kalsiyum ve magnezyum içerikleridir. Zira örneğin tatlı sularda suyun pH'si ve içerdiği diğer iyonların dengesine göre kalsiyum karbonat ve silikatlar çökebilir. Bu çökelti metal yüzeyini kaplayarak korozyonunu durdurabilir. Fakat çok miktarda çökelti özellikle borularda kesit daralmasına ve ısı iletimi gereken yerlerde (ısıtma-soğutma sistemleri gibi) ısı iletimini engeller. Eğer bu iyonların konsantrasyonu ve suyun pH'si uygun değilse çökelti olmaz ve metalin korozyonu engellenmeden devam eder.

Denizel ortamda çöken kalsiyum karbonat ve magnezyum hidroksit de metal yüzeylerinin korozyonunu azaltır. Özellikle oksijenin redüklendiği bölgelerde ve katodik koruma uygulanması halinde oluşan alkali hidroksit iyonları bu çökelmeyi teşvik eder.

Tatlı ve tuzlu sularda biyolojik aktivitenin oluşturduğu korozyon da önemlidir. Denizel ortamda metal yüzeyine muhtelif deniz organizmalarının tutunarak gelişmesi ve biyolojik aktivite ile açığa çıkan asitler, o bölgelerde koruyucu boyaların tahribine ve metalin korozyonuna neden olur. Tatlı sulardaki biyolojik aktiviteler de suyun korozif etkinliğini artırır.

Tatlı Sularda Ortam Koşullarını Değiştirerek Korozyonun Engellenmesi

Tatlı sular genelde:

- a) içme ve gündelik kullanımda (ziraat dâhil)
- b) ısıtma ve soğutmada
- c) buhar kazanlarında kullanılır.

Her üç halde de bu suların korozif etkinliği başta içerdikleri çözünmüş oksijen olmak üzere bileşimlerine bağlıdır.

İçme ve gündelik kullanım amacı ile harcanan büyük miktardaki sulara, bunların korozifliğini azaltma açısından müdahale edilmez. Daha küçük miktarda gündelik kullanıma sunulan suların ise sertliklerinin kısmen veya tamamen giderilmesi, asit iseler alkalileştirilmeleri gibi müdahalelerde bulunulabilir.

Isıtma ve soğutma sularında ise koruyucu katı çökelti oluşumunu kontrol altına almak için yumuşatma yani suyun sertlik yapıcı iyonlarından temizlenmesi, oksijenin katkı maddeleri ile giderilmesi ve suyun korozif etkisini azaltmak için frenleyici (inhibitör) ilavesi yapılabilir. Suyun tamamen yumuşatılması ve zararlı iyonlarından temizlenmesi anyonik ve katyonik reçineler vasıtası ile bu iyonlar tutularak veya membran teknolojisi (ters ozmos) ile gerçekleştirilir. Suyun oksijeni ise ısıtılarak azaltılabileceği gibi hidrazin ve sülfidler kullanılarak da redüklenebilir; böylece su çözünmüş oksijeninden temizlenmiş olur. Buhar kazanlarında kullanılan sularda bu işlemler kısmen değil tamamen ve çok dikkatli olarak yapılır.

Denizel Ortam Koşullarının Değiştirilerek Korozyonun Engellenmesi

Denizel ortamda suyun karakteristik özelliklerine müdahale ederek korozyonu yavaşlatmak ve kontrol altına alma imkânı yoktur. Korozyondan koruma yöntemleri hemen hemen tümü ile "metal-deniz" ara yüzey özelliklerini değiştirmeye dayanır. Katodik koruma iskele, liman gibi denizel yapıların ve gemi

gövdelerinin korunmasında yaygın kullanılan bir yöntemdir. Metalin özelliklerini değiştirme yolunda alınan önlemler ise daha çok klorürlü ortama dayanıklı metal ve alaşım kullanımı yönündedir.

Kimyasal Çözeltiler

Kimyasal çözeltiler asit -nötr- alkali karakterdedirler, ayrıca oksitleyici -nötr- redükleyci karaktere de sahip olabilirler.

Belirli bir kimyasal ortam için en uygun metal ve alaşım seçilir. Daha önceki bahislerde görüldüğü gibi ortamın koşullarını değiştirmek yeni bir "ortam" yaratır: kullanılmaz. Kimyasal ortamlarda korozyon ile mücadele temelde "uygun" malzeme seçimi ile yapılır. Ortamlarda klorür iyonlarının bulunması pasif tabakayı bölgesel olarak korozyona uğratar, oyuklar oluşur. İndirgen ortamlarda ise pasif filmle kaplı metalik yüzeylerdeki pasif film indirgenir, metalik yüzey korumasız kalır.

c. Toprak Altı

Günümüzde gittikçe artan oranda metalik malzemeler, borular, tanklar, kablolar vb. toprak altına gömülmektedir. Toprak, korozyon hücrelerinin "elektrolitik" iletkeni olarak davranır, yani heterojen, gözenekli ve kapiler yapıya sahip bir elektrolit olarak tanımlanabilir.

Toprak içindeki metalik yapılar yüzeylerindeki su filmi ve bunun içindeki çözünmüş oksijenin etkisi ile korozyona uğrarlar. Toprakta hareket olmadığı için su ve içerdiği oksijen gibi korozif öğelerin metal yüzeyine erişmesi, toprağın fiziksel yapısı ve bileşimi ile yakından ilgilidir. Killi toprakta gözenek azdır; çakıllı, iri taneli toprakta ise taneler arası hava ve su ile dolabilir. Bu sonucu tip topraklar bol oksijen içerdiklerinden toprak altında hem killi hem de iri taneli topraktan geçen bir çelik borunun iri taneli topraktaki bölümü katot (yüksek oksijenli) killi bölgedeki bölümü ise anot olarak davranır (oksijen paradoksu) ve korozyona uğrar. Toprak altı korozyon hücreleri genelde makro korozyon hücreleri ve korozyon da bölgesel niteliktedir.

Toprak altı korozyonuna etki eden faktörler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleridir.

1. **Toprağın yapısı:** Toprak muhtelif boyutta inorganik bileşiklerden ve bozunmuş organik malzemelerden oluşur.
2. **Toprağın rutubeti:** Toprak içinde su "serbest yeraltı suyu - yüzey suyu - kapiler su" halinde bulunur. Rutubet toprak altı korozyonunu etkileyen en önemli faktördür.
3. **Toprak içinde havanın nüfuzu:** Toprağın yüzeyine yakın bölgelerindeki boşluklar atmosferik bileşime yakın gazlarla doludur. Daha derinlere havanın nüfuzu meteorolojik faktörlerin hızlandığı yayınma ile gerçekleşir.
4. **Toprağın pH'si ve tuz oranı:** Toprağın içindeki çözünmüş tuzlar ve alkali-asit iyonlar, toprak içindeki su ile ona iletkenlik kazandırır. Toprağın korozifliği iletkenliği ile orantılıdır. Yüksek iletkenlikteki topraklar korozif topraklardır.
5. **Toprağın sıcaklığı:** Genelde $\pm 50^\circ\text{C}$ arasında değişir. Sıfırın altındaki sıcaklıklarda korozyon durur. Yüksek sıcaklıklar ise korozyon hızını büyük oranda etkilemez.
6. **Biyolojik aktivite:** Toprak içindeki biyolojik aktivite

genelde oksijeni harcar. Fakat toprak altında "anaerobik" yani oksijene ihtiyaç göstermeyen bakteriler, örneğin sülfat indirgeyici olanlar önemli boyutta metalik korozyona neden olurlar.

Toprak Altı Korozyonundan Korunma

Toprak altı korozyonundan korunmada, toprağın özelliklerini değiştirerek korozyonu kontrol ve engelleme pratik ve ekonomik bir yöntem değildir. Yalnız toprak altına gömülen bazı borularda hendek içinde boruyu çevreleyecek şekilde belirli özellikte dolgu malzemesi (kum) kullanılır. Bu da sınırlı oranda "ortam" değiştirme olarak kabul edilebilir. Toprak altındaki metalik yapılar genel olarak, metal-ortam ara yüzey özelliklerini değiştirmeye yönelik yöntemlerle korunurlar: boyalar, metalik ve organik kaplamalar, katodik koruma gibi. Toprak altı korozyonunda korozyon hızı 10^5 düzeyinde değişiklik gösterebilir.

D. Ara Yüzeyle İlgili Önlemler

Metallerin korozyondan korunmasında en yaygın olarak kullanılan, gerek "önleyici" gerekse "düzeltici" önlemlerin başında metal-ortam ara yüzeyini veya bu yüzeyin özelliklerini değiştirmeye yönelik olanlar gelir. Metallerin sulu ortamda korozyonu, metal yüzeyi ile ortam arasındaki fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve mekanik ilişkilerin sonucu oluşan karmaşık bir olaydır. Bir yüzey olayı olan korozyonun kontrol altına alınması da metal yüzeyi ile ortam arasındaki korozyon oluşturan ilişkilerin ortadan kaldırılması, değiştirilmesi veya yavaşlatılması ile mümkündür.

Ara yüzeyle ilgili koruma önlemlerini aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz:

I. Metal yüzeyini ortama daha dayanıklı başka bir malzeme ile kaplayarak koruma

- a. Metal ve/veya alaşımlar gibi elektriksel iletkenliğe sahip malzemelerle kaplama
- b. İnorganik ve elektriksel olarak yalıtkan malzemelerle kaplama
- c. Organik ve genelde elektriksel olarak yalıtkan malzemelerle kaplama (boyalar, plastikler, lastik ve bantlar gibi)

II. Metal yüzeyinin ortamlara tepkimesi sonucu oluşan katmanın yüzeyi ortama daha dayanıklı kılması ("dönüşüm kaplama")

- a. Dışarıdan akım uygulaması veya oksitleyici bir ortamın etkisi ile metal veya alaşımın yüzeyini oksit veya koruyucu bir katman ile kaplama (alüminyumun oksitlenmesi, paslanmaz çeliğin pasifleştirilmesi gibi)
- b. Metalin içine daldırıldığı çözelti ile tepkimeye girerek yüzeyinin yalıtkan bir katmanla kaplanması (fosfatlama, kromatlama)

III. Çözelti (ortam) içine katılan kimyasal maddelerin, frenleyicilerin (inhibitör), metal yüzeyinin özelliğini değiştirmesi sureti ile koruma.

- a. Metal yüzeyinde koruyucu bir katman oluşturan veya mevcut katmanı kuvvetlendiren frenleyiciler.
- b. Metal yüzeyinde, asit ortamlarda anodik ve katodik davranış bölgelere adsorbe olarak çözünmeye engel olanlar.

IV. Metal yüzeyinin elektrokimyasal özelliğini değiştirerek koruma

- a. Katodik koruma
- b. Anodik koruma



**Sıcak Daldırma Galvaniz
Hepsinin Üstünde...**
**Hot Dip Galvanizing
Above All Others...**



Marmara Bölgesindeki
3 farklı lokasyondaki tesislerimizde
Sıcak Daldırma Galvanizleme
hizmetimiz 7/24 kesintisiz devam
ediyor...

İzmit • 7,5 m boy
• 1,5 m en
• 2,2 m derinlik

Çorlu • 8 m boy
• 2 m en
• 3,5 m derinlik

Gebze • 16 m boy
• 1,8 m en
• 3,2 m derinlik

enbuyukgalvaniztesisi.com



**MARMARA - SIEGENER
GALVANİZ**

Tel: +90 262 335 05 95 Faks: +90 262 335 05 94
İzmit Fabrika: Sanayi Mh. Sefa Sirmen San. Sitesi Karşısı İzmit/Kocaeli
Gebze Fabrika: Çerkeşli Mh. İMES 5. Cadde No:11 Dilovası/Kocaeli
Çorlu Fabrika: Velimese OSB. 22. Sk. 68. Cadde No:7/1 Ergene/Tekirdağ
Web: www.galvaniz.com Mail: info@galvaniz.com /galvanizm



Şimdi de sırası ile bu yöntemlerin en önemlilerini kısaca tanıyalım.

I. a. Metalik Kaplamalar

Metalik bir malzemeyi korumak amacı ile üzerine kaplanan metal veya alaşım ya bu metale göre ortama daha dayanıklı ve "asil" veya bu metalden daha "aktif"; yani içinde bulunduğu ortamda taban, metalden önce tercihli olarak çözünür ve kaplandığı metalin çözünmesine engel olur.

Birinci tip yani "asil" kaplama metallerine örnek bakır üzerine altın veya gümüş, çelik üzerine kalay, kurşun veya krom (nikel-krom olarak) kaplamadır. İkinci tip, yani "aktif" kaplama metallerine ise çelik üzerine çinko, kadmiyum, alüminyum kaplamalar örnek gösterilebilir.

Asil kaplama metallerindeki hatalar yani devamsızlıklar (çizikler, gözenekler, kesik-çentik kenarlar) altından açığa çıkan alt metal tercihli olarak çözünür. Bu tip kaplamalarda kaplama hataları çok tehlikeli sonuçlar doğurur; dolayısıyla kaplama kalitesi ve devamlılığı çok önemlidir.

Aktif kaplama metallerindeki küçük devamsızlıklar altında açığa çıkan alt metal ise korozyona uğramaz, zira metal kaplama kendisini harcayarak onu korur. Aktif metallerin ayrıca yüzeyleri oksitlenerek yüzeyde bir kromat veya fosfat tabakasını da oluşturulabilir. Bu durumda çözünmeleri azalacağı için koruma ömürleri artar veya daha ince bir metal kaplama katmanı istenilen koruma için yeterli olabilir.

Metalik kaplamalar yüzeylerine kaplandıkları metalleri yalnız korozyondan korumakla kalmazlar; onlara dekoratif çekicilik ve değişik mühendislik özellikleri de kazandırır. Metalik kaplamalarda çok katlı katmanlar, örneğin çelik üzerine "bakır-yarı parlak nikel-parlak nikel-mikro çatlaklı krom" gibi dördü katmanlar "asil-aktif" metal ilişkisinden yararlanarak korozyonun yalnız parlak nikel katmanında bölgeselleşmesini sağlayarak alt metali daha uzun süre korurlar. Bu yöntem otomobil tamponlarının kaplanmasında uzun yıllar kullanılmıştır.

Metalik kaplamaların bileşimleri, yapıları, içerdikleri organik, inorganik veya metalik safsızlıklar korozyon dirençlerine etki eder. Bu özellikler kaplama yöntemine bağlı oldukları gibi aynı yöntemin değişik uygulamaları da değişik özellikte kaplamalar verir. Ayrıca kaplama sonu uygulanan işlemler de kaplamanın özelliklerini değiştirebilir.

Metalik kaplamaların seçiminde ortam, metal kaplanmış parçanın kabul edilebilir ömrü, dekoratif etki, alt metalin türü, parçanın şekli ve boyutu, bilahare uygulanacak imalat yöntemleri ve mekanik faktörler rol oynar.

Metalik kaplamalarla sağlanmak istenen korozyon direncinin en yüksek olması için ise metalik malzemenin kullanılacağı ortam, üzerine kaplanacağı alt metal, kaplamanın türü, uygulama şekli, kaplamanın alt ve üstünde başka kaplama bulunup bulunmadığı gibi faktörler önemlidir.

Metal Kaplama Yöntemleri

Metalik kaplamaların başarılı görev yapmalarında en önemli etken kaplanacak metalin yüzeyinin kaplamaya hazırlanma derecesidir. Metal yüzeyleri yağ-kir-oksit-boya vb. maddelerle kaplı olabilir. Yüzeyin mekanik-ısıl-kimyasal-elektrokimyasal olarak temizlenmesi, kaplama metali ile yüzey arasında iyi bir bağ oluşmasını ve kaplamanın devamlılığını sağlayarak koruma etkinliğini artırır.

Metal kaplama yöntemleri başlıca şu şekilde gruplandırılabilir:

- Fiziksel Metotlar:** Sıcak daldırma, yayınma ile kaplama, vakum kaplama, katodik saçınım, iyon kaplama, iyon aşılama.
- Mekanik Metotlar:** Metal giydirmeye (cladding), ergimiş metal püskürtme.
- Kimyasal Metotlar:** Yüksek sıcaklıkta uygulanan metotlar (değişimle, kimyasal indirgeme veya ısı ayrışımı ile), düşük sıcaklık metotları (kimyasal indirgeme yani sementasyon ve akımsız kaplama).
- Elektrokimyasal Metotlar (Elektrolitik kaplamalar).**

Yukarıda sıralanan ve dört ana grupta toplanan yöntemler arasında endüstriyel önemi büyük kaplama yöntemleri sıcak daldırma, ergimiş metal püskürtme, elektrolitik kaplama, akımsız metal kaplama, yayınma ile kaplama ve vakum altında kaplama yöntemleridir. Korozyondan korunmada en yaygın kullanılan metal kaplamalar ise çinko ve alaşımları, kadmiyum, alüminyum ve alaşımları, kurşun, bakır ve alaşımları, nikel ve alaşımları ile krom kaplamalardır.

I. b. İnorganik Kaplamalar

Uygulamada önemli yeri olan belli başlı inorganik ve elektriksel olarak yalıtkan kaplamalar:

- Camsı emayeler
- Camlar
- Çimento kaplamalardır.

Bazı metalik yapıların içi ise korozyona dayanıklı tuğlalarla astarlanabilirler ve bu işlem sırasında yine korozyona dayanıklı bağlayıcılar ve harçlar kullanılır.

a. Camsı Emayeler

Camsı emaye kaplamalar özellikle çelik saclardan ve dökme demirlerden yapılmış alet ve teçhizatın korozyondan korunmasında yaygın olarak kullanılırlar. Ayrıca kaplandıkları yüzeye dekoratif çekicilik de kazandırır.

Emaye ana maddesi olan frit karmaşık alkali metal aluminoborosilikat bileşimidir. Isıya dayanıklı çok değişik malzemenin karıştırılıp ergitilmesi ile oluşturulur. Frit kuru halde ve bazı renk verici maddelerle karıştırılıp, öğütülüp elde edilen toz ısıtılmış dökme demir parça üzerine dökülüp fırında 900 °C ye kadar erişebilen sıcaklıklarda ergitilirse "kuru" yöntemle emaye kaplama elde edilir.

Eğer frit diğer katkı maddeleri ile beraber yağ öğütülüp elde edilen çamur kaplanacak metal yüzeyine püskürtme veya daldırma yolu ile kaplanıp kurutulduktan sonra emayenin 750- 850 °C de ergitilerek metal yüzeyini kaplaması sağlanırsa buna "ıslak" metotla kaplama denir.

Emayeler asitler, alkaliler ve suya dayanıklıdır veya bunlardan birisine özel olarak dayanıklı olacak şekilde formüle edilebilirler. 500 °C'ye kadar sıcaklıklara ve aşınmaya da dayanıklıdırlar. Fakat hidroflüorik asit ile ergimiş veya sıcak çözelti halindeki sodyum ve potasyum hidrokside dayanıklı değildirler. Emayelerin değişik ortamlara dayanıklılığı bileşimleri ile yakından ilişkilidir. Diğer bir dezavantajları ise mekanik ve termal şok altında çatlayabilmeleridir.

b. Camlar

Camlar ergimiş inorganik maddelerin kristalleşmeden (amorf) katılaşmaları ile elde edilirler. Endüstriyel camlar genelde silisyum oksit başta olmak üzere çok değişik oksitler içerirler.

Çelikten mamul tanklar, reaktörler, su ısıtıcıları, borular, valfler gibi malzemelerin yüzeyleri temizlenip yüksek sıcaklıkta gerilim giderildikten sonra cam kaplanırlar.

Cam kaplı yüzeylerde su absorpsiyonu ihmal edilebilir düzeydedir. Cam hidroflüorik asit ve derişik fosforik asit hariç tüm asitlere dayanıklıdır. Birçok organik çözelti camda önemli bir korozyona neden olmaz. Kuvvetli alkali çözeltiler de oda sıcaklığında emniyetle kullanılabilirler; yüksek sıcaklıklarda ise korozyon önemli hale gelir. Cam kaplanmış yüzeylerdeki arızaların tamir zorluğu önemli bir dezavantajdır.

c. Çimento Kaplamalar

Çelik ve dökme demir boruların iç ve dış yüzeyleri, korozyondan korunma amacı ile çimento kaplanabilirler. Dış yüzeylere kaplanan çimentonun su altı uygulamalarında boru üzerine ağırlık yükleyerek onu dibe bastırma özelliği de vardır. Boru içine tekdüze bir kalınlıkta ve merkezkaç döndürme yolu ile kaplanan çimento alkali etkisi ve geçirimsiz olması nedeni ile metali pasifleştirir ve onu boru içinden geçen akışkana karşı korur.

1. c. Boyalar

Başta demir çelik esaslı metaller olmak üzere tüm metalik yüzeylerin korunmasında en yaygın kullanılan yöntem boyalar ve vernikler yardımı ile korumadır. Korozyondan koruma harcamalarının %85'ten fazlası boyama için yapılır.

Bir boya temelde üç ana bileşenden oluşur:

1. Bağlayıcılar,
2. Pigmentler,
3. Çözücüler.

Ayrıca bunlara ilaveten çok değişik amaçlara hizmet etmek için değişik katkı maddeleri de sisteme katılabilir.

Bağlayıcılar boyanın temel bileşenidir. Yapışma, kuruma tarzı, kimyasal ve mekanik nitelikleri açısından boyaların özellikleri doğrudan bağlayıcıya bağlıdır. Bağlayıcılar organik esastır. Günümüzde en yaygın kullanılanlar ise sentetik polimerlerdir (Tablo 3).

* Alkit	* Silikon
* Epoksi	a. Saf
a. Epoksi ester	b. Silikon alkit
b. Epoksi vernik	* Üreten
c. Çift bileşenli epoksi poliamin veya poliamit sertleştirici	a. Yağla modifiye
* Epoksi – kömür katran	b. Rutubetle kürlenmiş
* Lateks (emülsiyon)	c. Çift bileşenli
* Yağlar	d. Alifatik ve aromatik
* Lastik esaslı	* Vinil
* Klorürlü lastik	a. Polivinil bütiral
	b. Polivinil klorür ve polivinil asetat
	c. Vinil alkit

Tablo 3 - Boyalarda kullanılan belli başlı bağlayıcılar

Pigmentler boyaya renk yanında korozyon direnci de sağlayan organik ve inorganik katkı maddeleridir. Pigmentler 1. inert (eylemsiz) 2. frenleyici etkisi olanlar ve 3. katodik koruma etkisi olanlar şeklinde ayrılabilirler.

İnert pigmentler (alüminyum veya cam pulcuklar, mikamsı demir oksit gibi) boyanın ortamın etkisine (rutubet, güneş ışını)

daha dirençli olmasını sağlarlar. Frenleyiciler ise (kromatlılar ve silüen (kurşun bileşiği, halen kullanılmamaktadır vb.) metal yüzeyinin pasifleşmesini sağlayarak veya ortamın özelliğini değiştirerek (silüenin alkali ortam yaratması, oksijeni bağlaması gibi) korozyonu frenlerler. Katodik koruma etkisi yapan pigment ise çinko tozudur.

Çözücüler bağlayıcıyı çözmede kullanılan organik maddelerdir. Kurumaları sonucu boya filmi katılaşır. Boya filminin kuruyup sertleşmesi ise esasta fiziksel (buharlaşıma) ve kimyasal olarak (ortamla veya başka maddelerle reaksiyona girerek) gerçekleşir.

Korozyona karşı korumada çok katlı boya katmanları kullanılır. Temelde bu katmanlar 1. Astar (primer), 2. ara katman ve 3. örtü tabakası (üst katman) olmak üzere üç grupta incelenebilir.

Astarlar korozyona karşı asıl korumayı yapan boya katmanıdır. Ayrıca metale iyi yapışması, kendi içinde yüksek iç mukavemete sahip olması, korozyon ve kimyasallara dirençli olması, ara katmanla iyi bağlantı oluşturabilmesi ve uygun esnekliğe sahip olması gerekir.

Ara katman ise toplam kaplama kalınlığının önemli bir bölümünü oluşturması, yüksek kimyasal direnç, su buharı geçişine yüksek direnç, yüksek elektrik direnci, kuvvetli iç mukavemet ve astar ile örtü tabakasına iyi yapışma gibi özelliklere sahip olmalıdır.

Örtü tabakasının ise kaplama sistemini koruyucu, ortama ilk engel, keza kimyasallara, suya, atmosfere direnç, aşınmaya direnç ve güzel görünüş gibi nitelikleri bulunmalıdır.

Korozyondan korunma amacı ile yapılan organik kaplamalar ve bu arada başta boyaların "koruma" işlevi:

1. Geçirgen olmayarak (engel),
2. Frenleyici etkisi göstererek veya
3. Katodik olarak koruyarak gerçekleşir.

Bir boya sistemi bu özelliklerden en az birine sahip olacak şekilde tasarlanır. Bir boya sisteminin başarısı kaplanacağı sistemin yüzeyinin boyaya hazırlanması ile birinci derecede ilgilidir. Boya katmanı (astar boya) ile metal arasındaki bağın çok iyi olabilmesi için metal yüzeyi boyadan önce uygun yöntemlerle temizlenip bekletilmeden boyanmalıdır.

Yüzey temizleme yöntemleri azalan etkinlik derecesine göre şu şekilde sıralanabilir:

1. Beyaz metale kadar kumlama,
2. Beyaz metale yakın kumlama,
3. Tazyikli temizleme,
4. Asitle dağlama,
5. Döner tel fırça ile temizleme,
6. Alevle temizleme,
7. Elektrikli aletlerle temizleme,
8. El aletleri ile temizleme,
9. Çözücü ile silme.

Boya sisteminin başarılı görev görmesinde boya uygulamasının da yeri büyüktür. Her tür boya istenilen herhangi bir şekilde uygulanamaz. Belli başlı boya uygulama teknikleri:

1. Fırça tatbikatı,
2. Döner merdane,
3. Püskürtme,
4. Daldırma,

5. Akıtma,
6. Perde,
7. Döner varil,
8. Elektrostatik yöntem,
9. Elektroforetik yöntem olarak sıralanabilir.

Boyama işleminin başarılı olabilmesinde: (bkz. Tablo 4 - 5)

- a. Metale ve ortama en uygun; istenilen niteliklere sahip boyanın seçilmesi,
- b. Metal yüzeyinin hazırlanması,
- c. Uygulama yönteminin doğru seçilmesi,
- d. Uygulama koşullarının (sıcaklık, rutubet, ortam kirliliği vs.) müsait olması en önemli ve mutlaka dikkate alınması gereken hususlardır.

Tabii ve Sentetik Lastik Kaplamalar

Çelik tanklar, borular, valfler, pompalar gibi mekanik mukavemeti yüksek malzemelerin korozyon sınırlarına direnci tabii ve sentetik lastik (elastomer) kaplamalarla artırılabilir. Tabii lastik birçok inorganik tuzlara, alkaliler ve oksitleyici olmayan asitlere dayanıklıdır. Oksitleyici ortamlara ise dayanıklı değildir. Bunlar arasında nitrik asit, sülfürik asit, permanganatlar, dikromatlar, sodyum hipoklorür ve klorür dioksit sayılabilir. Aynı şekilde mineral ve bitkisel yağlara, gazyağı, benzin, tolüen, klorürlü hidrokarbonlar ve hidroklorik aside de dayanıklı değildir. Tabii lastik atmosfer ve güneşe maruz kalınca sert ve kırılabilir olur.

Belli başlı sentetik lastikler arasında ise izopren, stiren- butadien (SBR), neopren, nitril (NBR), bütül, Hipalon, silikon ve üretilen lastikler sayılabilir. Sentetik lastiklerde tabii lastiklerdeki bazı dezavantajlar ortadan kaldırılmış ve dolayısı ile daha geniş uygulama alanına kavuşturulmuşlardır. Örneğin neopren nitril yağ içeren kimyasallara, bütül atmosfere ve bazı oksitleyicilere, keza hipalon da bazı konsantrasyonlara kadar sülfürik, nitrik, kromik ve fosforik aside dayanıklıdır.

II. a. Alüminyum ve Alaşımlarının Oksitlenmesi (Eloksal)

Alüminyum ve alaşımları uygun çözeltiler içinde (örneğin sülfürik asit, kromik asit veya oksalik asit gibi) bir elektroliz hücresinin anodu yapılarak oksitlenirse yüzeylerinde alüminyum oksitten oluşan bir katman meydana gelir. Genelde gözenekli olan bu katmanın kaynar su veya su buharında gözenekleri kapatılınca metal yüzeyini koruyan yalıtkan ve çok sert bir koruyucu tabaka elde edilmiş olur.

Uygulamada "eloksallama" olarak bilinen bu elektrolitik oksitleme işlemi, özellikle mimari amaçla kullanılacak alüminyum alaşımlarına mutlaka uygulanmalıdır. Oksit tabakasındaki gözeneklere kapatılmadan önce organik veya inorganik boyalar emdirilir veya içinde değişik metaller oksitler (kalay, nikel, bakır, demir gibi) çöktürülürse (alternatif akım kullanarak) güneş ışınlarına dayanıklı renkli bir oksit tabakası da elde edilir.

A. Kaplamanın özelliği
1. Aşınma direnci, 2. Esneklik, 3. Renk ve parlaklık, 4. Sıcaklık aralığı, 5. Kuruma süresi, 6. Güvellenmeye direnç, 7. Görünüş, 8. Su ve yakıtlara direnç, 9. Islanabilirlik
B. Kaplanacak malzemenin türü (ahşap, duvar, çelik, eski kaplama vs.)
C. Kaplamadan beklenen görevler
1. Bozunmayı kontrol altına alma (korozyon, atmosfere direnç, yangın vs.), 2. Su geçirmezlik, 3. Sıcaklık kontrolü 4. İşaretleme, 5. Görünüş
D. Erişilebilirlik , uygulama ve yüzey hazırlama için uygun teçhizat
E. Ortam özellikleri
1. Sıcaklık (sınır değerleri), 2. Rutubet (kuru, rutubetli, ıslak, deniz içi vs.), 3. Kimyasallarla temas (buharlar, asitler, alkaliler, çözücüler), 4. Güneş ışınları, 5. Biyolojik sorunlar (bakteriler, güve vs.)

Tablo 4 - Boya seçiminde dikkate alınacak hususlar

KULLANIM ALANI	BOYA TÜRÜ	ORTAM KOROZİFLİĞİ
Dışarıda = Demir çelik	Alkit Üretilen	Kırsal orta endüstriyel
	Yağ esaslı fenolik	Yüksek rutubet – orta endüstriyel
	İnorganik çinko Vinil Epoksi	Korozyon endüstriyel Denizel Şiddetli atmosferik
İçeride = Demir çelik ve metaller	Alkit Üretilen Epoksi ester	Endüstriyel ortam
	Vinil Epoksi Klorürlü lastik	Asit veya diğer korozyon duman ve tozlar
Tank içleri = Kimyasal Çözeltiler	Vinil Epoksi fenolik Epoksi	Tuz çözeltileri Seyreltik asitler Alkaliler
İçerisi = Su tankları	Vinil Epoksi Klorürlü lastik Kömür katran epoksi Kömür katran	Su içinde yüksek rutubette
İçerisi = Çözücü depo tankları	İnorganik çinko Epoksi fenolik Epoksi	Çözücüye dalmış dumanlara ve yoğunlaşmaya maruz
İçerisi = Beton tank ve depolar	Vinil Epoksi Klorürlü lastik	Su içinde, yüksek rutubette
Beton zeminler	Epoksi ester Poliüretan Klorürlü lastik	Orta endüstriyel
	Vinil Epoksi	Su sıçraması Seyreltik kimyasallar

Tablo 5 - Yaygın kullanılan boya türleri kullanım alanları ve ortamları

Günümüzde atmosferik koşullara maruz yüzeylerde oksit tabakaları 20 μm (yüksek korozyon ortamında 25 μm), bina içinde kullanılacaklar ise 10 μm kalınlığında olmalıdır. Renkli katmanların kalınlıkları ise 20-40 μm arasında değişir.

Paslanmaz Çeliğin Pasifleştirilmesi

Paslanmaz çeliği paslanmaz kılan yüzeyindeki çok ince (angström mertebesinde) koruyucu filmidir. Tabii olarak meydana gelebilen bu film oksitleyici kimyasal maddelerle de oluşturulabilir. Örneğin paslanmaz çelik derişik nitrik asit çözeltisiyle temas ettirilirse yüzeyinde koruyucu film oluşur veya mevcut film daha dayanıklı hale gelir. Pasif tabaka olarak bilinen bu film klorürlü ortama dayanıklı değildir ve bölgesel olarak tahrip olur. Bilindiği gibi paslanmaz çeliklerin klorürlü ortama direnci alaşım elementlerinin miktarı artırılarak (yüksek krom, nikel) ve ilave metaller katarak (molibden) artırılabilir.

II. b. Fosfatlama

Başta çelik yüzeyleri olmak üzere çinko ve kadmiyum kaplamalar temelde fosforik asit olmak üzere diğer uygun iyonlar ve kimyasal maddeler içeren çözeltilere daldırılır veya yüzeylerine bu çözelti püskürtülürse metal yüzeyi elektriksel olarak yalıtkan bir fosfat tabakası ile kaplanır. Özellikle boyanacak yüzeylerin fosfatlanması hem boyanın metal yüzeyine kenetlenmesini kolaylaştırır hem de boya ile elde edilen koruma ömrünü artırır. Soğuk çekme ile şekillendirilecek malzemelerin yüzeyleri de sürtünmeyi azaltmak için fosfatlanır. Fosfat kaplamaların kalınlığı 1-10 μm arasında değişebilir.

Kromatlama

Başta alüminyum, çinko, kadmiyum olmak üzere bakır, gümüş, kalay gibi metal veya metal kaplamalar temelde kromik asit veya kromat iyonla içeren çözeltilere daldırılarak oksitlenir ve yüzeylerinde bir kromat filmi oluşturulur.

Kromat filmi metal yüzeyine korozyon direnci kazandırdığı gibi boya tabakasının yüzeye kenetlenmesinde de önemli rol oynar. Çinko, kadmiyum, alüminyum yüzeyleri yalnız kromatlanmış olarak ve başka bir yüzey işlemine gerek kalmadan da kullanılırlar. Kromat tabakası genelde 0,5 – 1,5 μm kalınlığındadır. Herhangi bir şekilde bölgesel tahribata uğradıklarında birçok halde kendi kendilerini tamir edebilirler, yani tahrip olan yerde yeniden kromat katmanı oluşur.

Kromat (6+ değerlikli Cr iyonu) günümüzde birçok uygulamada kanserojen olması nedeni ile yasaklanmıştır. Yerine Cr^{3+} içeren kromatlama uygulaması ve krom iyonu içermeyen çözeltiler kullanılmaktadır.

III. Frenleyiciler (İnhibitörler)

Frenleyiciler (bkz. Tablo 6) korozyon ortamına çok az miktarda katılmalarına rağmen metal yüzeyine etki ederek korozyonu yavaşlatan veya pratik olarak ortadan kaldıran organik veya inorganik esaslı katkı maddeleridir. Frenleyicilerin buharlaşan veya buhar fazında etki ederek atmosferik koşullarda koruma yapan türleri de mevcuttur.

Frenleyiciler etkilerini ya metal yüzeyinde koruyucu bir film oluşturarak veya oluşmuş filmi takviye ederek (A tipi frenleyici) veya metal yüzeyinin anodik ve katodik bölgelerini kaplayarak (adsorbe olarak) gösterilirler (B tipi frenleyici).

A tipi frenleyicinin ortama katılması ile frenlenen reaksiyon

“oksijenin redüksiyonu” yani “Katodik olay” olabildiği gibi metalin oksitlenmesi-çözünmesi yani “anodik olay” da olabilir. Bunlardan birinci şekilde etki edenler “katodik frenleyiciler”; ikinciler ise “anodik frenleyiciler” olarak da bilinirler.

A tipi frenleyiciler genelde nötr veya alkali çözeltilerde etkilidirler. B tipi frenleyiciler ise asit ortamlarda kullanılırlar.

A tipi frenleyicinin ortama katılması ile frenlenen reaksiyon “oksijenin redüksiyonu” yani “Katodik olay” olabildiği gibi metalin oksitlenmesi-çözünmesi yani “anodik olay” da olabilir. Bunlardan birinci şekilde etki edenler “katodik frenleyiciler”; ikinciler ise “anodik frenleyiciler” olarak da bilinirler.

B tipi frenleyiciler genelde organik frenleyicilerdir ve hem anodik hem de katodik bölgelere adsorbe olurlar. Metal yüzeyinin potansiyeline, frenleyicinin kimyasal yapısına ve moleköl boyutuna bağlı olarak hem anodik hem de katodik reaksiyonları değişik oranda frenlerler.

A tipi frenleyicilerden bazıları alkali ortamda katı bileşik

SİSTEM	FRENLEYİCİ	KORUNAN METALLER	MİKTAR
İçme suyu	Kalsiyum bikarbonat	Çelik, dökme demir	10 ppm
	Polifosfat	ve diğerleri	
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Fe, Zn, Cu, Al	5-10 ppm
	Sodyum silikat	Fe, Zn, Cu	pH 8 olacak şekilde 10-20 ppm
Soğutma suyu	Kalsiyum bikarbonat	Çelik, dökme demir	10 ppm
	Sodyum kromat	ve diğerleri	
	Sodyum nitrit	Fe, Zn, Cu	%0,1
	$\text{Na H}_2\text{PO}_4$	Fe	%0,05
	Morfolin	Fe	%1
Kazanlar		Fe	%0,2
	NaH_2PO_4	Fe, Zn, Cu	10 ppm
	Polifosfat	Fe, Zn, Cu	10 ppm
	Morfolin	Fe	Değişken
	Hidrazin	Fe	Oksijen giderici
	Amonyak	Fe	Nötrleştirici
Tuzlu su	Oktadesilamin	Fe	Değişken
	Kalsiyum bikarbonat	Fe, Cu, Zn	10 ppm
	Sodyum kromat	Fe, Cu, Zn	%0,1
	Sodyum benzoat	Fe	%0,5
	Sodyum nitrit	Fe	$\text{NaCl} - \%5$
Deniz suyu	Sodyum silikat	Fe	10 ppm
	Sodyum nitrit	Fe	%0,5
	Kalsiyum bikarbonat	Hepsi	pH'ya bağlı
	$\text{Na H}_2\text{PO}_4 + \text{Sodyum nitrit}$	Fe	10 ppm + %0,5
HCL	Etilanilin	Fe	%0,5
	Merkaptobenzotiazol	Fe	%1
	Pridin + Fenilhidrazin	Fe	%0,5 + %0,5
	Rozin amin + Etilen oksit	Fe	%0,2
H SO	Fenilakridin	Fe	%0,5
Konsantre H_3PO_4 Birçok asitler	Tiure	Fe	%1
	Sülfone kastor yağı	Fe	%0,5~1
	As_2O_3	Fe	%0,5
	Na_3AsO_4	Fe	%0,5

Tablo 6 - Frenleyiciler ve kullanıldıkları sistemler

halinde çökerler. Örneğin katodik bölgelerde oksijenin redüklenmesi ile bölgesel alkalileşme olur ve frenleyici olarak kullanılan (katodik frenleyiciler) değişik metal tuzları (Mg, Mn, Ni, Zn gibi), kalsiyum bikarbonat ve polifosfatlar bu bölgelere çökerek katodik olayı ve dolayısıyla korozyonu frenlerler. Bu olayda metaller hidroksit, bikarbonat, karbonat ve polisfosfat ise karmaşık bir katı bileşik halinde çökerler.

A tipi frenleyicilerden “anodik” tipte olanları ise metal yüzeyinin çözünmesini önce hızlandırarak yüzeydeki koruyucu bir pasif film oluşmasını veya mevcut filmin takviyesini sağlayarak korozyonu engellerler. Aktif olan bölgeler pasif film ile kaplanınca korozyon yavaşlar veya pratik olarak durur. Kromatlar, nitritler bu tip frenleyicilere örnekler. Fakat frenleyiciler yeterli konsantrasyonda değilse korozyon engellenemez, bilakis bölgeselleşerek hızlanır. Bu nedenle bu tip frenleyiciler “tehlikeli” tipteki frenleyiciler olarak bilinir ve mutlaka ortama yeterli oranda katılmalıdır.

Uygulamada genellikle inhibitörler karışık olarak kullanılırlar. Bu şekilde karışımın toplam etkisi tek tek frenleyicilerin bireysel etkilerinin toplamından daha fazladır (sinerjistik etki). Uygulamada kullanılan frenleyici konsantrasyonları birkaç gram/litre mertebesindedir.

Özellikle demir çelikten mamul makine ve teçhizatın taşınması ve depolanmasında kullanılan buharlaşıcı veya buhar fazı frenleyicileri genelde amin nitrit, benzoat ve kromat tuzlarıdır. Bu tip frenleyiciler emdirilmiş ambalaj kâğıtlarının kullanımı da yaygındır.

IV. a. Katodik Koruma

Metal yüzeylerinin başka bir malzeme ile kaplanmadan yalnız elektriksel davranışı değiştirilerek korozyondan korunmasına örnek katodik korumadır. Başta gemiler, çelik dubalar veya iskele kazıkları gibi deniz veya tatlı sular içindeki metalik yapılar ve borular ile yine toprak altındaki benzeri metalik tank, boru gibi malzemelerle sulu ortamlarda çalışan birçok alet ve teçhizat (ısı değiştiriciler) korozyondan bu yöntem ile korunurlar. Katodik koruma, yüzeyi koruyucu kaplama ile kaplanmamış çıplak çelik yapılara uygulandığı gibi daha çok yüzeyi koruyucu kaplamalarla korunmuş olmasına rağmen kaplamadaki devamsızlıklar altında açığa çıkan metalin korunmasında kullanılır.

Katodik korumanın prensibi korunacak metalik yapının (genelde çelik) kendisinden daha aktif bir başka metalle temas

ettirilerek çözünmesinin durdurulması ve yerine aktif metalin çözünmesinin sağlanmasına dayanır. Aktif metal çözünürken açığa çıkan elektronlar korunacak metal tarafından harcanır; yani korunacak metalin yüzeyinde “katodik” bir olay (redüklenme) meydana gelir.

Korunacak metale elektronlar aktif bir metal yerine bir akım kaynağı vasıtası ile de sağlanabilir. Aktif bir metal ile sağlanan katodik korumaya “harcanabilir anotlarla (kurban anotlarla) koruma”, harici bir akım kaynağından yararlanarak gerçekleştirilen katodik korumaya ise “hariçten akım uygulaması ile (dış akım kaynaklı) katodik koruma” denir.

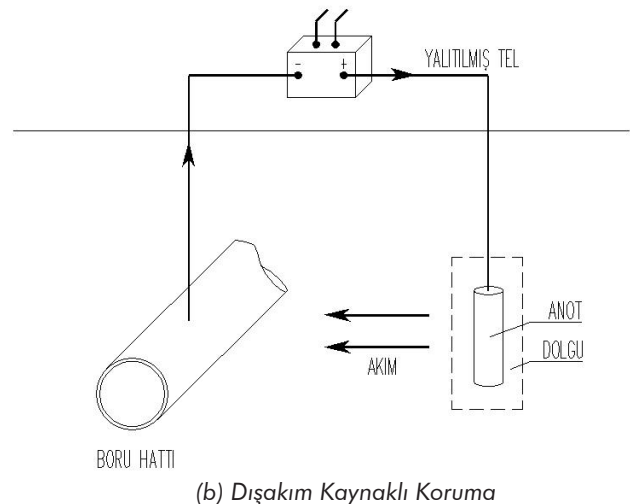
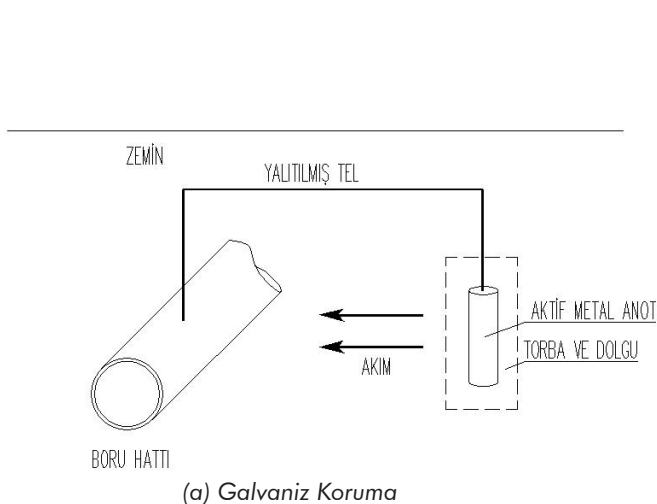
Katodik koruma sulu ortamda ve toprak altında gömülü metalik yapılara uygulanan bir yöntemdir. Aktif bir metalle kaplı bir altlık metalin atmosferik koşullarda aktif metal tarafından korunmasının “prensibi” de katodik korumadır. Fakat uygulamada “katodik koruma yöntemleri” terimi genelde sulu ve toprak altı ortamlardaki metalik yapıların “harcanabilir anotlar” veya “hariçten akım uygulaması ile korunması” yöntemlerine verilen addır (Şekil 3). Katodik korumada korunan yapı koruyandan bir kablo ile ayrılmıştır, doğrudan temasları yoktur.

Katodik Korumanın İlkeleri

Katodik davranmaya zorlanarak çözünmesi engellenecek metale, bu amaçla katodik bir akım uygulanır. Akımın miktarı yüzeyin çıplak veya kaplamalı olmasına ve ortamın korozivitesine bağlı olarak geniş sınırlar arasında değişir. Akım kaynağı ise bilindiği gibi ya aktif bir metaldir veya bir doğru akım kaynağıdır.

Genel olarak katodik koruma işleminin başında koruma akım ihtiyacı yüksektir. Fakat zamanla katot olarak çalışan korunacak metalin yüzeyinde alkali bir ortam oluşur. Zira daha önce de belirtildiği gibi oksijenin katodik redüklenmesi hidroksil iyonu üretir, Alkali ortam ise metal yüzeyine ortam içindeki bazı iyonların karbonat (Ca CO_3) veya hidroksit (Mg (OH)_2) olarak çökmelerine neden olur. Böylece katodik olarak korunan yüzey ayrıca reaksiyon ürünleri ile kaplanırsa aktif alan azalır. Sonuçta koruma akım ihtiyacı da düşer. Bu olay denizel yapılarda çok etkindir.

Genelde deniz içindeki ortamlarda koruma akım ihtiyacı 30 ~ 10 mA/m² civarına kadar iner. Bu akım çok daha düşük



Şekil 3 - Katodik koruma türleri

değerlere inebileceği gibi (polietilen kaplı çelik boruların toprak altı korunmasında mikroamper/m²), çok yüksek değerlere de erişebilir (ısı değiştiricilerde amper/m² seviyesinde).

Hakiki akım ihtiyacına deneysel verilerin yanında daha önceki uygulamalardan elde edilen verilerin ışığında karar verilir. Fakat bu çok uzun ve zorluklar içeren bir yaklaşımdır. Genelde standartlarda tavsiye edilen koruma akım yoğunluğu değerleri hesaplarda kullanılır.

Katodik olarak korunan bir metalik yapının potansiyeli negatif yöne kayar ve belli değerlere erişir. Dolayısı ile herhangi bir metalik yapının yeterli korunup korunmadığı potansiyel ölçümleri ile saptanabilir (Tablo 7).

Katodik Korumada Anotlar

Katodik koruma anotları:

1. Harcanabilir anotlar: Başlıca Zn, Al, Mg "Alaşımları"
2. Hariçten akım uygulanmasında kullanılan anotlar: genelde "teorik olarak" çözünmeyen anotlar olarak iki guruptur.

Harcanabilir anotlardan çinko anotlar ile magnezyum anotlar hem toprak altında hem de sulu ortamda kullanılırlar, alüminyum anotlar ise halen yalnız denizel ortamda kullanılmaktadırlar.

Magnezyum anotlar yüksek dirençli ortamların (sulu çözeltilerde ortam direnci 500 ohm cm'den, toprak altında 1500 ohm cm'den yüksek olanlar) vazgeçilmez anotlardır.

Alüminyum ise iletkenliği 150 ohm cm altında olan sulu ortamlarda, bilhassa denizel ortamda kullanılır (özellikle indiyum ile alaşımlandırılmış olanlar). Çinko anotlar ise direnci 1500 ohm cm'den az olan toprak ve 150 ~ 500 ohm cm arasındaki sulu ortamlarda tercih edilir.

Hariçten akım uygulamasında ise daha çok grafit, demir esaslı anotlar (çelik, yüksek silikonlu dökme demir gibi) ve özel durumlarda da kurşun, bakır esaslı veya kaplamalı (platin kaplı titanyum, karışık oksit kaplı titanyum gibi) anotlar kullanılmaktadır. Günümüz uygulamalarında karışık oksit kaplı titanyum anotların kullanımı yaygındır.

IV. b Anodik Koruma

Metallerin çözünmesini önlemek için önce onları daha yüksek hızlarda çözünmeye zorlayıp yüzeylerinde koruyucu pasif filmi oluşturmak ve böylece korozyonu yavaşlatmak "anodik korumanın" temel ilkesidir. Anodik koruma ancak içinde kullanılacağı ortamda yüzeyinde kararlı ve koruyucu bir pasif film oluşan metal ve alaşımlara uygulanır.

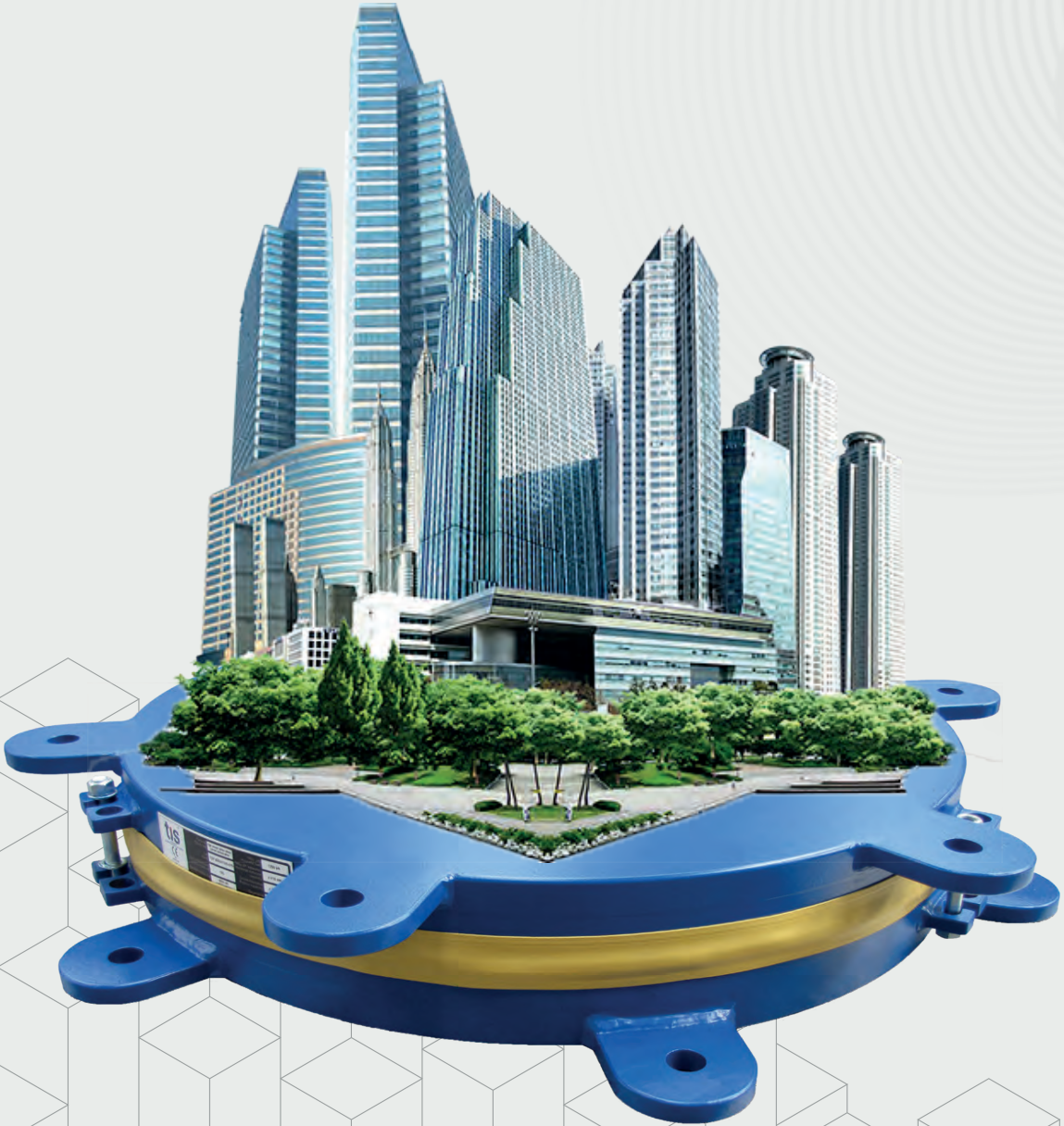
Anodik koruma sırasında metal yüzeyinin potansiyelinin koruyucu filmin kararlı ve koruyucu olduğu potansiyel aralığında tutulması gereklidir. Bunun için ise sabit potansiyel uygulama cihazı olan "potansiyostat" kullanılır.

Uygulamada anodik koruma uygulamasına özellikle sülfürik asit depolamada kullanılan yumuşak çelikler ile paslanmaz çeliğin korunmasında rastlanmaktadır.

METAL	POTANSİYEL (V) (Cu / CuSO ₄)
* Korozyona uğrayan çelik	-0,600 veya daha az negatif
* Çeliğin "aşırı" korunması	-1,10 veya daha negatif
Korunma Potansiyelleri	
a) Demir çelik	
* İçinde hava bulunan ortam (Aerobik)	-0,85
* Havasız (anaerobik ve mikrobik faaliyetler)	-0,95
b) Kurşun	-0,65
c) Bakır alaşımları	-0,5 – 0,65
d) Alüminyum	
Pozitif sınır	-0,95
Negatif sınır	-1,2

Tablo 7 - Metallerin toprak içinde katodik olarak korunabilmeleri için gerekli en düşük negatif koruma potansiyel değerleri

Dünyada kullanılan en son teknoloji ve en yeni deprem yalıtımı sistemi!



#HayataBağlar

tis[®]
Teknolojik İzolatör Sistemleri

Mim Mühendislik Kuruluşudur

TİS Teknolojik İzolatör Sistemleri San. ve Tic. A.Ş.
Emirgazi Mah. No:35 Kahramankazan / ANKARA
Tel: 0 (312) 284 09 40 (pbx) Faks: 0 (312) 284 09 51 (fax)

www.tis.com.tr

#ÇeliğınGücü
#PowerOfSteel



ÜSTÜN HİZMET ANLAYIŞIMIZLA FARK YARATIYORUZ!

Deneyim, katılımcı ve teknolojik donanımına sahip, güçlü ekibiyle her geçen gün daha da büyüyen Mim Mühendislik ailesi, gelecek için değer yaratmaya ve ülkemiz ekonomisine tüm varlığıyla destek vermeye devam edecektir.

DİJİTALLEŞME

YAPIYI YÖNETİMİNİN EN ÖNEMLİ DÖNÜM NOKTASI

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğrencisi ve GENÇEL Yıldız Teknik Üniversitesi Öğrenci Temsilcisi Şükrü Can Şahin, Yıldız Teknik Üniversitesi Rektör Danışmanı ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. Zeynep Işık ile Yapı İşletmesi hakkında bir söyleşi gerçekleştirdi.

Lisans eğitimini Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde, doktora eğitimini Illinois Institute of Technology ve Orta Doğu Teknik Üniversitesinde tamamlayan Doç. Dr. Zeynep Işık 2010 yılından beri Yıldız Teknik Üniversitesinde İnşaat Mühendisliği Yapı İşletmesi Anabilim dalında ders veriyor. Aynı zamanda Yıldız Teknik Üniversitesinde Rektör Danışmanı ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü görevlerini sürdüren Işık, inşaat uygulamalarında sahada meydana gelen işlerin sıralanması ve işin bitirilmesi için yapılan tüm çalışmaları oluşturan Yapı İşletmesi alanında ülkemizdeki sayılı uzmanlardan biri.

Yapı İşletmesinin geleceği hakkında ne düşünüyorsunuz?

Yapı İşletmesinin geleceğindeki en önemli mihenk taşı dijitalleşme. Yapı İşletmesinin ana hedefi geçmişten günümüze kadar zaman, maliyet ve kalite üçgeninde optimum dengeyi yakalamak olmuştur. Bu ana hedefin zamandan bağımsız olarak değişmeyeceğini düşünüyorum. Dolayısıyla Yapı İşletmesinin geleceğinde de amaç hep aynı olacak ama kullanacağımız araçlar değişecektir. Dijitalleşmeyi o amaca ulaşmak için kullanacağımız bir araç olarak görüyorum.

Dijitalleşmenin inşaat sektöründe birtakım karşılıkları var. Bunlardan en önemlisi de Dijital İkiz kavramıdır. Bu kavramı daha iyi anlamamız gerektiğini düşünüyorum.

Dijital İkiz kavramıyla anlatılmak istenen aslında yapının sanal ortamda modellenerek ikizinin oluşturulmasıdır. Bu noktada Yapı Bilgi Modellemesi devreye giriyor. Yapı Bilgi Modellemesi ile oluşturulan projeler zaman ve maliyet boyutlarının da eklenmesiyle çok boyutlu bir hal alıyor. Bu da projelerde birçok verilerin işlenmesi ve elde edilmesiyle mümkün olabilir. Bu sistemlerin kurulmasını sadece inşaat mühendisleri veya mimarlar gerçekleştiremez. Bu da bize Yapı İşletmesinin geleceğinin disiplinler arası bir çalışma ile ilerleyeceğini gösteriyor.

Sizce Yapı İşletmesi Anabilim Dalını Yüksek Lisans düzeyinde seçmek isteyen kişilerde hangi teknik özelliklerin olması gerekmektedir?

Aslında Yapı İşletmesini tercih edecek kişileri öncelikle sadece dijital boyutuyla ilgilenenler ve proje yönetiminde

kurumsal stratejiler, risk yönetimi ile ilgilenenler olmak üzere ikiye ayırmak gerektiğini düşünüyorum. Dijital boyutuyla ilgilenen kişiler yazılım dillerine ve Yapı Bilgi Modellemesi algoritmalarına hâkim olmalı, masa başı işi sevmelidir. Bunun yanı sıra şirketlerde yönetici olmak isteyen kişilerde ise iletişim becerileri gelişmiş olmalı liderlik özellikleri bulunmalıdır.

Yalın Yönetim modelini proje yönetimine nasıl entegre edebiliriz? Yapı Bilgi Modellemesinin katkısı ne ölçüdedir? Bu konu hakkındaki düşüncelerinizi bizimle paylaşabilir misiniz?

Yalın yönetim anlayışının ortaya çıkmasında Japon firması Toyota öncülük etmiştir. İnşaat sektöründe Yalın Yönetim ile hedeflenen, israfı asgari düzeye indirmektir. İnşaat sektörü için israftan söz ettiğimiz inşaat atığı değildir. Asıl önemli olan kayıp zaman, kayıp maliyet, kayıp enerjidir. Bu kayıpları sıfıra indirdiğimiz zaman aslında inşaat proje yönetiminin esas amaçları olan zaman, maliyet, kaliteye de hizmet etmiş oluyoruz.

Kalite kavramı inşaat sektöründe projenin sözleşmede yazdığı gibi tamamlanmasını ifade etmektedir. Dolayısıyla zaman ve maliyet de kalite kavramının içerisinde yer almaktadır. Tüm bunları düşündüğümüz zaman yalın yönetim anlayışını proje yönetimine entegre etmekten ziyade bu anlayış ile proje yönetimine başlamalıyız. Bu sayede aslında proje yönetiminin de altın üçgeni dediğimiz; zaman, maliyet ve kaliteyi gerçekleştirmiş oluyoruz.

Yapı Bilgi Modellemesi yalın yönetim düşüncesinin en önemli araçlarından. Yani yalın inşaat ve Yapı Bilgi Modellemesi diye ayıramayız. Yalın inşaata hizmet eden Yapı Bilgi Modellemesi olarak düşünmeliyiz.

Öğrenci arkadaşlarımıza tavsiyeleriniz nelerdir?

COVID-19 Küresel Salgını döneminde, bunu söylemek çok zor ancak üniversite, dersler dışındaki her şeydir.

Öğrenciler kulüplere katılmalı, arkadaşları ile sosyal bir çevre oluşturmali ve en önemlisi gençlerin üniversite kültürünü alması gerekmektedir. Bu süreçte bunlara uzak kaldık fakat bu dönemi de dünyaya ve kendimize faydalı şekilde geçirmemiz gerektiğini düşünüyorum. Yeni bir dil



öğrenmek, araştırmalar yapmak, kitap okumak örnek gösterilebilir. Araştırma yaptığınız konunun okulda verilen derslerle ilgili olmasına gerek yok, ilgi duyduğunuz bir konu da olabilir. Ayrıca bu şekilde aldığınız eğitimin dışında araştırmalar yapmanız çok yönlü bir kişi olmanıza katkıda bulunur. Bu sayede farklı düşünebilir ve problemleri farklı açılardan yaklaşıp çözebilirsiniz.

Bu yaşlar sürekli öğrenmeye açık olunması gereken zamanlar, bu nedenle bol bol kitap okumalıdır. Tüm bunlara ek olarak mutlaka yurt dışı deneyimi yaşamaları

gerektiğini düşünüyorum. Bu şekilde farklı kültürleri tanıma fırsatı bulup bakış açılarını genişletebilirler.

Kitap önerilerinizi bizimle paylaşabilir misiniz?

Henry David Thoreau'nun "Walden" adlı eserini, Yaşar Kemal'in "Fırat Suyu Kan Akıyor Baksana" adlı eserini Ursula K. Le Guin'in "Yerdeniz Büyücüsü" adlı eserini Italo Calvino'nun "Görünmez Kentler" adlı eserini, Sevgi Soysal'ın "Yenişehir'de Bir Öğle Vakti" adlı eserini, Alevis Alatlının "Viva La Muerte Yaşasın Ölüm" adlı eserini önerebilirim.

EĞİTİM ve SEMİNERLERİMİZE DEVAM EDİYORUZ

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) olarak küresel salgın döneminde üniversiteler başta olmak üzere farklı platformlarda eğitim ve seminer faaliyetlerimize devam ediyoruz.

Türk çelik yapı sektörünün paydaşlarını bir araya getirerek, sektörün kalitesini ve bilinirliğini yükseltip, Türk yapısal çelik ürün ve hizmetlerinin dünyada tercih edilmesini sağlamayı kendisine vizyon olarak edinen Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA), kendi bünyesindeki profesyonellerle vizyonunu gerçekleştirmek adına çalışmalarını sürdürüyor.

İşte son dönemde verilen eğitim ve seminerlerden bazı satırbaşları:

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Yönetim Kurulu Üyesi, Yüksek İnşaat Mühendisi Alparslan Güre, "Çelik Yapılar" başlıklı seminerini 2 Nisan 2021 tarihinde İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Mimarlık Bölümünde verdi. Güre sunumunda, çelik yapıların avantajları, maliyeti, yapısal bileşenler, dayanıklılık, kullanım konforu, çelik yapıların geri dönüşüm özellikleri, özellikle son yıllarda mimari tercih olarak ortaya çıkan "Görünür Çelik Yapı" elemanlarının özellikleri ve bununla ilgili ulusal standartlar hakkında bilgiler aktardı. Görsel öğelerle desteklenen seminer yoğun ilgi ile takip edildi.

Genel Galvanizciler Derneği (GALDER) Genel Sekreteri S. Burcu Akyüz, 2 Nisan 2021 tarihinde, "Sıcak Daldırma Galvaniz; Çelik için Sürdürülebilir Koruma" başlıklı seminerini İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde (İYTE) verdi. Akyüz seminerinde korozyonun maliyeti, sıcak daldırma galvanizin avantajlarını ve galvaniz kaplamanın ekonomik ve çevresel performansını vaka çalışmalarıyla katılımcılara aktarırken çelik açısından galvanizli örnek projeleri de sundu.

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Yönetim Kurulu Üyesi ve Efectis Era Avrasya Yönetim Kurulu Başkanı İlker İbik, "Yüksek Yapılarda Yangın Güvenliği ve Cephelelere Özgü Riskler" başlıklı semineriyle 27 Mayıs 2021 tarihinde katılımcılarla buluştu. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Mimarlık Bölümünde gerçekleşen seminerde İbik, yüksek binalarla ilgili olarak, yüksek bina tanımı ve yüksek binalara özgü yangın güvenlik konseptleri, yangın güvenlik mühendisliği ve yüksek binalarda uygulamaları, yüksek binaların tasarım aşamalarında uygulanması gereken tasarım kontrolleri ve modellemeler, yapım aşaması/İNŞAAT ve montaj kontrolleri, yapı ömrü boyunca yangın güvenlik sistemleri ve yapı kullanımı kontrolleri hakkında bilgi verdi. İbik ayrıca seminerde cepheleer konusuna da değindi. BYKHY 2015 revizyonu ve cepheleer yangın güvenliği hakkındaki getirdiği değişiklikler, yapı malzemelerinin TS EN 13501-1'e göre yangına tepki sınıflandırması, Polat Tower örneği, Grenfell Tower örneği ve İBB Yangın İstatistikleri ile riskin büyüklüğü hakkındaki detaylar seminere katılanlarla paylaşıldı.

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) Yönetim Kurulu Başkanı H. Yener Gür'eş, 18 Mayıs 2021 tarihinde "Tasarımdan

İmalata Çelik Yapılar - Verimliliği Arttır, Maliyeti Düşür" başlıklı sunumuyla Yeditepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğrencilerine seslendi.

Gür'eş, 26 Mayıs 2021 tarihinde ise Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesinde "Yapıda Kullanılan Metaller (demir, çelik) Ürünlerin Sürdürülebilirliği" başlıklı seminerini gerçekleştirdi. Gür'eş ayrıca 04 Haziran 2021'de Marmara Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü bünyesinde gerçekleştirilen Strüktür Dersi Seminerleri II'de "Çelik Malzemelerin Sürdürülebilirliği" başlıklı sunumuyla deneyimlerini aktardı.

TUCSA Web Seminerleri

Türk Yapısal Çelik Derneğinin (TUCSA) 7 Nisan 2021 tarihinde düzenlediği 24. web seminerinde, TİS Teknolojik İzalatör Sistemleri Genel Müdürü Yüksek İnşaat Mühendisi Uğurcan Özçamur, "Türkiye'de Deprem Yalıtımı Tasarım ve Uygulama" başlıklı sunumuyla izleyicilerle buluştu. Zoom ve TUCSA Youtube hesabından ortak zamanlı olarak yayınlanan seminerde Özçamur, deprem yalıtımı konsepti ve yalıtım cihazları, Dünya'da ve Türkiye'de deprem yalıtımı, bina statik tasarım karşılaştırması, deprem yalıtımı uygulama aşamaları, yalıtım cihazlarının testleri, saha montaj uygulamaları, detay uygulama örnekleri başlıkları hakkında izleyicilere detaylı bilgi verdi.

25. web seminerimizde Makina ve Kaynak Mühendisi, Danışman-Denetçi İlker Ergün, 28 Nisan 2021 tarihinde "Çelik Yapılarda NDT Yöntemlerinin Önemi ve Seçilmesi" başlıklı web seminerinde katılımcılara seslendi. 25 Mayıs 2021 tarihindeki bir sonraki web seminerimizde ise Prof. Dr. Figen Beyhan, ülkemizin gündemine yeni yeni giren "Adli Mimarlık" konusunu detaylarıyla izleyicilere aktardı. Beyhan, "Adli Mimarlık Türkiye için yeni bir konu. Mimarlık her zaman insanı odağına almış bir disiplin." diyerek başladığı seminerinde, yapıları hedef alan suçlar, zamansal ve mekânsal hukuki tanıklık rolü, suç mekânı olarak mimarlık, mimarlık ve mimarlık ürünlerinin insan hayatına karşı işlediği suçlar başlıklarıyla bu konudaki araştırmalarını paylaştı.

Türk Yapısal Çelik Derneğinin (TUCSA) düzenlediği 27. web seminerinde TUCSA üyesi, Tekfen Mühendislik A.Ş. Genel Müdür Yardımcısı Tolga Timirci, "Endüstriyel Tesislerde Modüler Sistemler" konulu sunumuyla katılımcılarla buluştu. 02 Haziran 2021 tarihinde gerçekleştirilen web seminerinde Timirci, modüler sistemlerin rekabetçi yapımıza güç kattığını belirtti.

TUCSA bünyesinde gerçekleşen web seminerlerimizi TUCSA Youtube hesabından izleyebilirsiniz.

SteelPRO 2021 İçin Online Tanıtım Toplantısı Gerçekleştirildi

Türk Yapısal Çelik Derneği (TUCSA) tarafından 18. kez düzenlenecek ÇELİK YAPI TASARIMI ÖĞRENCİ YARIŞMASI - SteelPRO 2021 için ilk online tanıtım toplantısı 12 Haziran 2021 Cumartesi günü saat 14.00'te gerçekleştirildi.

Zoom ortamında yoğun katılımı gerçekleştirilen toplantıda açış konuşmasını TUCSA Yönetim Kurulu Başkanı H. Yener Gür'eş gerçekleştirdi. Gür'eş, katılımcılara yarışmanın tarihsel gelişimi ve öğrencilerle sektöre kattığı değerler hakkında bilgi aktardı.

Jüri Raportörü Yeşim Gür'eş, yarışmanın konsepti, kuralları ve düzenlenmesi planlanan seminer tarihleriyle ilgili katılımcılara bilgi verdi. Gür'eş ayrıca Genç Çelikçiler Topluluğunda (GENÇEL) yapılan çalışmalar hakkında da bilgiler paylaştı.

Yeşim Gür'eş'in konuşmasının ardından daha önce PROSteel/

SteelPRO yarışmasına katılanlar, yarışma ile ilgili deneyimlerini aktardılar. Yarışmanın daha önceki katılımcılarından Mimar Didem Tızman, başvuru, katılım ve proje safhasındaki deneyimlerini paylaştı.

Toplantıda daha sonra yarışmaya sponsor olan firmaların temsilcileri söz aldı. Efectis Era Avrasya Yönetim Kurulu Başkanı İlker İbik, ENG Metal Yapı A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Selami Gürel ve Dorçe Prefabrik A.Ş. Tasarım Direktörü Cenk Çetin yarışmayla ilgili düşüncelerini ve sektörel deneyimlerini katılımcılarla paylaştılar.

Daha sonra soru cevap kısmına geçildi. Öğrencilerden gelen sorular TUCSA Yönetim Kurulu Başkanı H. Yener Gür'eş, Jüri Raportörü Yeşim Gür'eş ve sponsor firmaların temsilcileri tarafından yanıtladı.



**18. ÇELİK YAPI TASARIMI
ÖĞRENCİ YARIŞMASI**

KONU

“Dönüştürülebilir Mobil Çelik Sistem” Tasarımı

Yarışma Jürisi

Prof. Dr. İnş. Müh. Bülent AKBAŞ

Ahmet ALATAŞ, Yüksek Mimar Mühendis

Doç. Dr. Ece CEYLAN BABA, Mimar

Eliya GERŞON, İnşaat Yüksek Mühendisi

Prof. Dr. Mimar Celal Abdi GÜZER

Raportör: Yeşim GÜR'EŞ

ÖDÜLLER

4 adet EŞDEĞER ÖDÜL: 5.000 ₺ (Toplam 20.000 ₺)

MANSİYON ÖDÜLLERİ: 1.200 ₺ (Toplam 4.800 ₺)

ÖZEL ÖDÜL: Yangın Güvenliği Özel Ödülü 4.000 ₺

Takımların aldığı ödüller takım üyeleri arasında eşit paylaşılır.

Yarışma Takvimi

Online Tanıtım Toplantısı: **12 Haziran 2021, Cumartesi**

Web semineri - İnş. Mühendisliği: **19 Haziran 2021, Cumartesi**

Web semineri - Yangın Güvenliği: **22 Haziran 2021, Salı**

Web semineri - Mimarlık: **26 Haziran 2021, Cumartesi**

Soru Sorma Son Tarihi: **10 Eylül 2021, Cuma**

Soruların Yanıtlanması: **17 Eylül 2021, Cuma**

Kayıt İçin Son Başvuru Tarihi: **15 Ekim 2021, Cuma**

Proje Son Teslim Tarihi: **03 Kasım 2021, Çarşamba**

Jüri Değerlendirmesi: **13 Kasım 2021, Cumartesi**

Sonuçların Açıklanması: **17 Kasım 2021, Çarşamba**

Kolokyum ve Ödül Töreni: **25 Kasım 2021, Perşembe**



**TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ**

IMFire

YANGINA DAYANIKLI ÜRÜN SANAYİ İTHALAT VE İHRACAT LTD. ŞTİ.

Kuruluş Yılı : 2019
Faaliyet Alanı : Yangın Bariyerleri
Adres : Sultaniye Mah. Doğan Araslı Bulvarı No:170 Eskule Kat:13 D:155 Esenyurt – İstanbul
Telefon : +90 212 967 3473
E-posta : info@yanginperdesi.net
Websitesi : www.imfire.net – www.yanginperdesi.net

2019 yılında yangın bariyerleri üretimini ülkemize taşıyıp milli bir marka oluşturmak ve ülke ekonomisine katkı değer sağlamak için kurulun IMFire Yangına Dayanıklı Ürün Sanayi İthalat ve İhracat Limited Şirketi, birçok farklı ülkede hizmet vermeye devam ediyor.

Yangın bariyerleri üretimini 2019 yılında ülkemizde üretmeye başlayan IMFire, Türkiye'nin global alanda hizmet veren markalarından biri durumunda. Türkiye dışında Rusya, Hindistan, Romanya ve İran'da şubeleri bulunan IMFire ürünlerini Avrupa, Orta Doğu ve Asya'da görmek mümkün.

IMFire, dürüst, ilkeli bir ticari anlayışla Türkiye pazarında lider olmayı amaçlayan bir kuruluş. Marka, Orta Doğu, Avrupa, Asya, Balkanlar ve Amerika pazarlarında yer edinmeyi hedefliyor.

Ürünlerinde mekân bütünlüğü, fonksiyon ve fiyat uygunluğunu ön planda tutan marka, insan hayatını koruma sorumluluğunu daha özenli çalışarak iş ahlakına yansıtmakta.

IMFire'ın ürettiği yangın ve duman perdeleri (EN) Avrupa normlarına uygun şekilde üretilirken üretim aşamasında Alman ve Rus teknolojisi de kullanılıyor. AR-GE çalışmaları ile sürekli geliştirilen ve otomasyon sistemiyle desteklenen ürünler ayrıca sigorta ve satış sonrası teknik servis ile ekstra desteklenmekte.



İNTAÇ İNŞAAT

MÜHENDİSLİK VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Firma Adı	: İntaç İnşaat Mühendislik ve Ticaret Ltd. Şti.
Kuruluş Yılı	: 2004
Kurucular	: Hakan Külekçi ve Sukan Külekçi
Faaliyet Alanı	: Betonarme ve Yapısal Çelik Projeler
Adres	: Ataköy 9. Kısım, B2 Blok, Daire 3, Bakırköy – İstanbul
Telefon	: +90 212 559 2117
E-posta	: bilgi2@intacinsaat.com
Websitesi	: www.intacinsaat.com

2004 yılında kurulan İntaç İnşaat Mühendislik ve Ticaret Ltd. Şti. uluslararası birçok başarılı betonarme, yapısal çelik ve deprem güçlendirme projelerine imza atan bir kuruluş.

Türkiye ve yurt dışında tanınmış kurum ve kuruluşlara hizmet sunmakta olan İNTAÇ, yüksek bilgi birikimine sahip uzman mühendisleri, konstrüktör ressamaları, akademik yerli ve yabancı danışmanları ile müşterilerine süratli ve esnek çözümler üreten, rekabetçi yapısıyla ilerlemeye devam eden bir marka.

Projelendirme ve uygulama tecrübelerinden gelen disiplinler arası yaklaşımla eksiksiz mühendislik ve saha çözümlerini bir arada sunan İNTAÇ, onlarca ülke ve şehirde, yüzlerce başarılı projeye imza atmış bir kuruluş. Firma, güven, kalite ve sürdürülebilirlik değerleriyle var olan İNTAÇ kuruluş felsefesi ışığında çalışmaya ve üretmeye devam ediyor.

“Medeniyet için hizmet” anlayışını benimseyen ve yaşanabilir

dünya için projelerini sürdüren İNTAÇ, Eczacıbaşı Vitra, Gübretaş, Aydem gibi Türkiye’nin önde gelen firmalarına hizmet verirken, birçok endüstriyel tesisin, havalimanının enerji tesislerinin yapısal tasarımlarını ve güçlendirme projelerini gerçekleştirmekte. Bu projelerin yanı sıra İNTAÇ, konut ve spor tesisleri gibi yapıların cephe projelerini de başarıyla tamamlamanın gururunu yaşıyor.

2018 yılında Türk Yapısal Çelik Derneğinin (TUSCA) düzenlediği 11. Ulusal Çelik Yapı Ödüllerinde “Antalya Yöresel Ürünler Pazarı” projesiyle proje ödülü kazanan İNTAÇ, 2020 yılındaki 12. Ulusal Çelik Yapı Ödülleri yarışmasında “Çanakkale Anten Kulesi” projesi ile ikincilik ödülüne layık görülmüş ve ülkemizi European Steel Design Awards (Avrupa Çelik Yapı Tasarım Ödülleri) 2021 yarışmasında temsil etmeye hak kazanmış bir kuruluş.



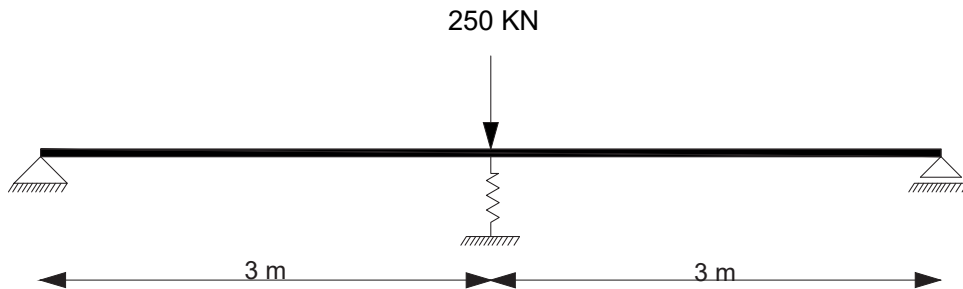
Bu bölümde soru ve yanıtlarla, bilgilerimizi test etme, problem çözme yeteneklerini geliştirme amaçlı basit ya da karmaşık sorulara yer verilmektedir.

Dileyen okuyucularımız kendi soruları ile katılmak isterlerse, hazırlayacakları mini-testleri yayın kuruluna iletmek üzere, tucsa@tucsa.org adresine göndererek paylaşımda bulunabilirler.

Not: Hazırlanacak soru ve yanıtlar açıklamaları ile birlikte gönderilmelidir.

SORU:

Altındaki kirişin ortasındaki yaylı mesnet, 10 kN luk yük altında aşağı yönlü 1 mm deplasman yapmaktadır. Bu durumda aşağıdaki yükleme altında kiriş ortasındaki deplasman miktarı nedir? (Not: $EI = 50 \times 10^6 \text{ Nm}^2$ alınacaktır)



a) 11,8 mm

c) 18,1 mm

b) 21,8 mm

d) 28,1 mm

Sorunun yanıtını <https://www.tucsa.org/tr/KendimiziSinayalim> adresinden teyit edebilir yada QR Kodu okutabilirsiniz.



Çelik Yapı Endüstrisinde Tekla Structures

COMPUTERS & ENGINEERING
Engineering Software Consulting and Provision Center

Holzmühler Weg 89, D-35457 Lollar
Tel: 0049 6406 73667 Fax: 0049 6406 4745
E-Mail: baser@comp-engineering.com
Web: www.comp-engineering.com

Planla, Tasarla

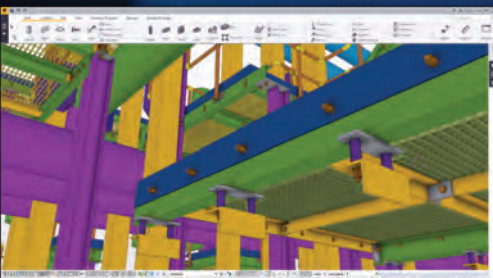
YÖNET

Tekla 2020

 **Tekla**
A Trimble Solution

Her Türlü Çelik Yapıyı
Daha Hızlı Modelleyin,
Daha İyi Kalitede İmalat
ve Montajını Sağlayın

 **COMPUTERS &
ENGINEERING**
SOFTWARE & CONSULTING



Tıpkı bir orkestrada olduğu gibi inşaat da iş birliği gerektirir. İş birliği ve beraber çalışmayı arttıran birçok yeni özelliği ile **Tekla 2020**, mükemmel uyumlu bir BIM akışının anahtarıdır.

Tekla 2020, tüm ekiplerinizin birlikte daha verimli çalışabilmesiyle ilgilidir. En son güncellemeler daha iyi işbirliği, daha iyi görsellik ve kullanım kolaylığına odaklanıyor. Daha kolay modelleme, daha hızlı resim üretimi, güvenli ve gerçek zamanlı veri paylaşımı ile imalat ve montaj süreçlerinde tüm ekiplerinizle birlikte benzersiz bir çalışma özgürlüğüne sahip olun.



European Recommendations on the Stabilization of Steel Structures by Sandwich Panels

(Çelik Yapıların Sandviç Panellerle Stabilizasyonuna İlişkin Avrupa Önerileri)

Sandviç paneller, çelik elemanları, eğilme, burulma ve yanal burkulmaya karşı destekleyebilir. Sandviç paneller, panellerin düzlemindeki yer değiştirmelere ve panellerin enine eksenine etrafında dönmeye karşı rijitlik sağlar.

Eser, kirişler veya kolonlar gibi tek çelik elemanlar için stabilize edici elemanlar olarak sandviç panellerin kullanımı hakkında bilgi veriyor. Kitap, sandviç panellerin uygulama aralığını EN 1993-1-3'e göre yapı sınıfı II'ye, sandviç panellerin uygulamasını EN 14509 kapsamı dışındaki alanlara da genişletiyor.

"Çelik Yapıların Sandviç Panellerle Stabilizasyonu Konusunda Avrupa Önerileri" ayrıca bir binanın duvarına veya çatısına monte edilen münferit sandviç paneller tarafından sağlanan dönme rijitliği ve kesme rijitliğinin değerlendirilmesini de tanıtıyor.

Dil: İngilizce

Sayfa Sayısı: 72

Yayıncı: ECCS (ECCS kitaplarını TUCSA'dan satın alabilirsiniz.)

Baskı Yılı: 2014

Kitle İletişim Aracı Olarak Mimarlık

Renato De Fusco'nun, ünlü eseri "Kitle İletişim Aracı Olarak Mimarlık" Arketon Yayınları imzasıyla yayımlandı. "Mimarlık Göstergebilimi Üzerine Notlar" alt başlığını taşıyan kitap "Biçimi Olmayan İşlev", "İdeolojik Kriz İçindeki Mimarlık" "Kitle İletişim Aracı Olarak Mimarlık", "Kitle Kültüründe Eski ve Yeni", "Yeni Bir Değerlendirme İçin Ölçütler" ve "Bir Mimarlık Göstergebilimine Doğru" başlıklı bölümlerden oluşuyor.

De Fusco'nun kitabını Türkçeye Fatma Erkman Akerson çevirdi. Akerson, De Fusco'nun çalışması üzerine şunları söylüyor: "İkinci Dünya Savaşından sonra, İtalya'da köyden kente göçün hızlanmasıyla, kentlerin mimari düzeni alt üst olmuştu. Pek çok yeni yerleşim alanı açılmış ama bu arada eski kent bölgeleriyle yeni kurulan bu yerleşim alanları arasında birçok uyumsuzluk ortaya çıkmıştı. Yeni binaların yapılması mutlaka gerekiyordu ama bu binalarla eski binalar arasında nasıl bir denge kurulacaktı? Eski binalar korunmalı mıydı? Nasıl korunmalıydı? Bu sorunları kim çözecekti? Bu konularda topluma duyarlık kazandırmak için ne yapılmalıydı? Bu kitap, bu sorunları sergiliyor ve 'bu sorunları çözmek için önce mimarlığın nasıl bir sistem olduğu anlaşılmalı' diyor. "Mimarlığın anlamı nedir, anlamı yalnız işlevinden mi ibarettir bu anlam geniş kitlelere nasıl aktarılır?" konularını işlerken İtalya örneğinden yola çıkarak Türkiye'nin büyük kentlerinin sorunlarına da ışık tutuyor."

Dil: Türkçe

Sayfa Sayısı: 200

Yayıncı: Arketon Yayınları

Baskı Yılı: 2020



HEYDAR ALIYEV INTERNATIONAL AIRPORT

Heydar Aliyev International Airport, which is the most important airport of Azerbaijan and the transportation centre of the Caucasus region, has gained a new look with the signature of MİM Engineering.

Article: MİM Engineering

Taking the quality, environment, occupational health and safety policy as its guide, Mim Mühendislik is a brand preferred by many domestic and foreign companies. While Waagner Biro and Mim Mühendislik entered the Azerbaijan market with a joint project, this successful cooperation continued with the new International Terminal of the Baku Airport complex, following the award-winning Baku Tollgate project.

Heydar Aliyev International Airport of which popularity is increasing gradually, has an extension planning to accommodate the expected three million passenger, in addition to the existing prosperous cargo service.

The architectural design of the new terminal is based on a tripod with a clear base geometry. The project was designed by Waagner Biro, and its manufacturing and erection were carried out by Mim Mühendislik. Taking the advantage of the experienced personnel and expert staff of MİM Mühendislik in planning construction



and design methodology, an economical solution was created that preserved the architectural design concept. The scope of the realized project includes not only full envelope facade, roof and passenger bridges, but also structural steel with impressive roof grating and tree pillars.

BASIC PRINCIPLES OF CORROSION AND PROTECTION FROM CORROSION

Prof. Dr. Ali Fuat Çakır retired from Istanbul Technical University (ITU), Faculty of Chemistry and Metallurgy, Department of Metallurgical and Materials Engineering wrote about corrosion and protection of metallic materials from corrosion.

What is Corrosion?

Corrosion is defined as both to the degradation reaction of metal and alloy, the destruction caused by this reaction. Corrosion is an event that occurs as a result of the reaction of metallic materials with the environment they are in, without the need for external energy.

The corrosion that occurs on the surface of metallic materials in environments containing water is called "aqueous corrosion". Corrosion occurred on metals in the atmosphere, underground, reinforced concrete or any kind of aqueous chemical is an example of this. Corrosion that occurs as a result of chemical reaction of gases and metals at high temperatures where water is not stable is "dry" or "high temperature corrosion". Corrosion in the parts of boilers that come into contact with flame or hot gases is an example. In addition to these two very important types of corrosion, corrosion caused by "organic liquids" or "molten metals" can also be mentioned.

Principles of Corrosion Protection

Corrosion is a "surface" phenomenon that occurs at the metal-

environment interface as a result of contact of metals with the environment. Degradation reaction occurred in areas of metals that are not in contact with the environment can not be called as corrosion. Besides, in the event of corrosion, the material must undergo an "electrochemical" change. Deterioration caused by mechanical reasons (such as abrasion, breakage) is not corrosion.

As briefly summarized, corrosion occurs with the interaction of the "Metal-Interface-Environment" trio. Knowing the characteristics of these three elements and their relations with each other and making the necessary changes lie on the basis of corrosion protection measures.

Corrosion protection measures should be of "preventing", "reducing" or "controlling" features. For this reason, "corrective" measures as well as "preventive" measures should be considered at the design stage and made as a part of corrosion protection.

Consequently, corrosion protection methods can be listed as:

- A – Design
- B - Precautions related to metal and alloy
- C - Precautions related to environment
- D - Precautions related to Interfaces.

AKTOGAY ACCOMMODATION FACILITY

DORCE successfully completed the Accommodation Facility Project in Aktogay city of Kazakhstan, despite its harsh geographic conditions in terms of climate. This project draws attention with its technological features.

Translation: Architect Cenk Çetin - Design Director of DORCE.

The Aktogay Accommodation Facility Project is one of the most important proofs of how efficient the use of modular structures is even under extraordinary conditions, where the average minimum temperature is -40° and the lowest temperature is -50° .

Aktogay, the city of Kazakhstan is home to a large-scale open copper mine. The average annual copper production is projected to be 100 kilotons until 2021, and 170 kilotons between 2022 and 2027. [Kiloton (kt) is a unit of weight or mass. 1 kiloton is equal to 1,000 tons.]

The multinational company Kaz Minerals, who is the operator of this quarry, aimed to replace temporary accommodation units with a permanent accommodation facility that can meet certain comfort conditions for its operations planned to continue for 25 years with approximately 2700 workers. The main design criteria of the project was that Aktogay, being a remote site, lacked the resources for hosting any construction operations, and therefore this complex was expected to be built using off-site construction methods.

As DORCE, with our involvement in the project, we immediately started working on making conceptual architectural projects created according to conventional methods suitable for modular construction methods. Three different module sizes were determined to be used in the project as a result of the studies carried out after careful consideration of the transportation operations, the pre-defined room area requirements and the manufacturability criteria. While 3.2×12.3 m modules were used for single rooms, which constitute a major part of the project, 2.1×12.3 m and 2.4×12.3 m modules were preferred for wet areas and when a larger room volume is required with dual use.

Properties of Steel Manufacturing and Assembly

Due to the limited project time and the fact that a significant part of the time will be used in the shipping process, particular attention was paid to make the manufacturing design in accordance with lean production principles and the simplicity of assembly. In this sense, the DFMA (Design for Manufacture and Assembly) experiences that Dorce gained in previous projects were likewise reflected in this project. It was necessary to label both the sub-components and the modules to trace the operations to be carried out in more than one location. This important part was successfully organized. To realistically determine the dynamic loads to be considered during the calculations, a transportation simulation was carried out with the prototypes produced at the beginning of the project. The experiences gained here enabled Dorce to design developments to be made on the support elements of the large modules, which were shipped as a out of gauge cargo in a way that would form a cantilever.

The tolerance issue of the largest building in the complex was one of the main considerations until the end of the manufacturing since it was formed by bringing together a total of 87 modules composed of 29 horizontal and 3 vertical line. In order for this to be successfully reflected in the result, the use of computer-aided modeling software, then the determination of quality control criteria and the strict follow-up of these criteria until the end of the project played a crucial role in the success. Moreover, testing the connection details designed for prototyping and assembling the modules and updating the tolerance design based on the experiences here stood out as another decision that provided significant benefits at the end of the day.





GENÇ ÇELİKÇİLER TOPLULUĞU ARTIK ONLINE PLATFORMDA

TUCSA, 2006 yılından itibaren, üniversitelerin mimarlık bölümü ve inşaat, makina, metalürji ve malzeme mühendisliği bölümü öğrencileri ile meslek yüksekokullarının (MYO) yapısal çelik tasarım, imalat ve uygulaması ile ilgili bölümlerindeki öğrencileri bünyesinde bir araya getirmeye devam ediyor.

Yapısal Çelik Eğitim ve Araştırma Merkezi İktisadi İşletmesi (YAÇEM) ana başlığı altında ziyaret edilebilecek web sitesinde eğitim videoları, kariyer fırsatları, yönetmelikler bulunuyor.

Web Sitesi (<http://yacem.com.tr/gencel>)



Genç Çelikçiler Topluluğu üyeleriyle sektör paydaşlarını bir araya getirmeyi hedefleyen

GENÇELKariyer sayfasından

staj talebi veya özgeçmişlerinizi bize ulaştırabilirsiniz...

Firmanızın İK ve STAJ Çalışmalarında GENÇEL ile İş Birliği Yapması İçin
Bize Yazın Sizi Arayalım



gencel@tucsa.org

“Üniversite öğrencilerimiz, sektörümüzün geleceğidir”



22

YAPISAL ÇELİK GÜNÜ

24 - 25 KASIM 2021