

çatıcephe

ve 

İKİ AYDA BİR YAYINLANIR • YIL 3 • SAYI 18 • 4.50 TL • ISSN 1306-5335

www.cativecephe.com

 dsyg
www.dogayayin.com

OCAK / ŞUBAT 2009

Bir Mimar; ve Cephe

Harun Batırbaygil

Proje

Palladium Residence Tiflis Uluslararası Havalimanı

Teknoloji & Malzeme

Saray Cotta

Braas Güneş Enerjili Çatı Sistemi

Alüminyumun Mimaride Kullanımı

çatıcephe

Ocak / Şubat 2009

4 Sektörden

16 Ödül

17 Haber & Röportaj

GÇS Metal, İzotürk'ü Piyasaya Sundu

18 Teknoloji & Malzeme

Braas Güneş Enerjili Çatı Sistemi

20 Dünyadan

Dornbirn'de Bir Konut

22 Teknoloji & Malzeme

Saray Cotta

24 Proje

Tiflis Uluslararası Havalimanı

28 Bir Mimar; ve Cephe

Prof. Dr. Harun Batırbaygil

30 Teknik

Güneş Enerjisi Sistemleri ve Uygulamaları

34 Proje

Palladium Residence

40 Dünyadan

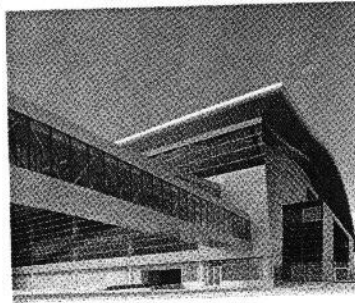
Garching'de Öğrenci Yurdu

42 Makale

Alüminyum Malzeme; Üretim Teknikleri ve Mimari Kullanımı

24 Proje

Tiflis Uluslararası Havalimanı



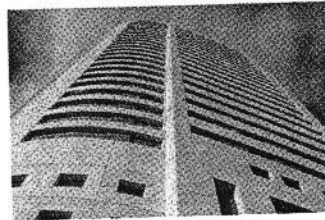
28 Bir Mimar; ve Cephe

Prof. Dr. Harun Batırbaygil



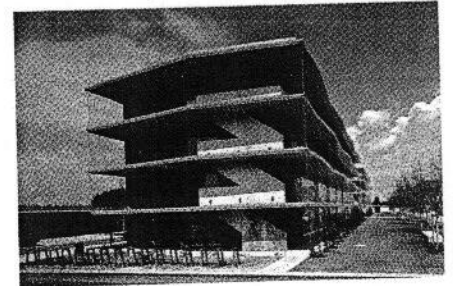
34 Proje

Palladium Residence



40 Dünyadan

Garching'de Öğrenci Yurdu





Cepheler ve Güneş Enerjisi

Çatı ve cephelerde yeni bir dönem başlayacak gibi... Önceden sadece fiziksel ve görsel işlevlerini yerine getiren çatı ve cepheler bugünlerde farklı sistemlerin "taşıyıcısı" olma yolunda ilerliyorlar...

Özellikle Avrupa ülkelerinde gördüğümüz, elektrik üreten güneş enerji sistemleri ülkemizin çatı ve cephelerinde az da olsa görülmeye başladı. Bazı büyük ve "öngörüsü" olan firmalar bu alana yöneliyorlar; kendi malzemeleriyle söz konusu entegre sistemleri satışa sunuyorlar veya sunmak için ciddi çalışmalar yürütüyorlar. Şimdilik talebin çok az olduğunu söylemeye gerek yok. Fakat küresel ısınma, enerji fiyatlarının yükselişi ve çevresel duyarlılıkların artması, önümüzdeki on yıl içinde bu sistemleri Türkiye'de de kullanılabilir, tercih edilebilir hale getirecek.

Ülke "güneş" açısından avantajlı bir coğrafyada bulunuyor. Geçtiğimiz aylarda

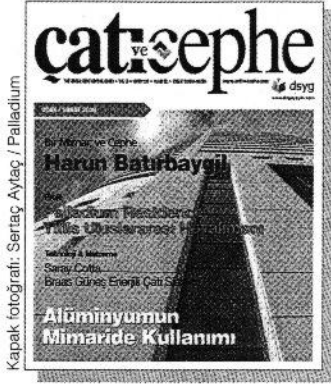
yayınlanan Türkiye Güneş Enerjisi Atlası'na göre, çatılarda kurulacak fotovoltaik panellerle elde edilecek elektrik enerjisi üretim potansiyeli yıllık 24.6 milyar kwh civarında... Bunun yanında hükümetin ve bürokrasinin, şimdilik başlangıç aşamasında da olsa yaptığı çalışmalar ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Hilmi Güler'in "Her çatıda elektrik üretilecek" sözü de gelecekte farklı sistemlerle tanışacağımızın habercisi oluyor... İlk kurulum maliyetleri yüksek olan güneş enerjisinden elektrik üreten fotovoltaik sistemler için yakın bir gelecekte teşviklerin verilmesi-arıtılması ve özendirici faaliyetlerin de start alması bekleniyor.

Dolayısıyla çatı ve cephe malzemesi üreten firmaların bu gelişmeleri de izlemesinde ve stratejilerini şimdiden oluşturmasında büyük bir fayda olacağına inanıyoruz...

Önümüzdeki sayıda görüşmek ümidiyle...

Sertac Aytac

sertacaytac@dogayayin.com



Kapak fotoğrafı: Sertac Aytac / Palladium

çatıcephe

ÇATI VE CEPHE SİSTEMLERİ DERGİSİ
ISSN 1306-5335

www.cativecephem.com

OCAK / ŞUBAT 2009
YIL 3 • SAYI 18 • FİYATI: 4.50 TL

dsyg
DOĞA SEKTÖREL YAYIN GRUBU

Sahibi ve Sorumlu Yazışları Müdürü
İsmail Ceyhan
iceyhan@dogayayin.com

Yayın Danışmanı
Sadık Özkan
sadikozkan@dogayayin.com

Yazışları Müdürü
Sertac Aytac
sertacaytac@dogayayin.com

Yazışları
Uğur Doğan
ugurdogan@dogayayin.com

Reklam Müdürü
Asrin Bakır Gerçek
asrinbakir@dogayayin.com

Reklam Sorumlusu
İsmail Öner
ismailoner@dogayayin.com

Abone ve Okur Sorumlusu
Diler Sunay
abone@dogayayin.com

Grafik
Altan Üren
Elif Cankan
Hicran Sopaoğlu

Sayfa Düzeni
Ömer Duman

Ulaştırma ve Dağıtım
Yavuz Erdoğan

Baskı ve Cilt
Altan Basım Ltd. - Aydın Avcı
Yüzyıl Matbaacılar Sitesi / Bağcılar
Tel: 0212. 629 03 74

Yayınlayan
Doğa Yayıncılık ve İletişim
Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti.

Yönetim Yeri:
Ali Nazım Sk. No: 30 Koşuyolu 34718
Kadıköy/İSTANBUL
Tel: 0216 327 80 10
Fax: 0216 327 79 25
Internet: www.dogayayin.com
E-posta: info@dogayayin.com

Fiyatı: 4.50 TL
Yıllık Abone: 25.00 TL

© 2009 Doğa Yayıncılık Ltd. Şti.
ISSN: 1306-5335

2 ayda bir yayımlanır.

SEYAD
Sektörel Yayıncılar
Derneği Üyesidir.
www.seyad.org

Tüm Türkiye'de dağıtılmaktadır.
Basın Kanunu'na göre yerel süreli yayındır

Alüminyum Malzeme; Üretim Teknikleri ve Mimaride Kullanımı

Y. Mimar Yasemin ERBL / Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

Y. Mimar Z. Sevgen PERKER / Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

1. Giriş

Teknoloji, en genel tanımıyla insan ihtiyaçlarının etkin biçimde karşılanması amacıyla, araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucunda elde edilen tekniklerin üretimde kullanılmasıdır (Tekin ve diğer, 2006). Teknolojik değişim ise, genel bir tanımlamayla üretim düzeninin değiştirilmesi olarak ele alınmakta ve malzemelerin üretim şekli ile üretilen ürünlerin teknik özelliklerinin değişmesi anlamına gelmektedir (Şaylan, 2003). Özellikle 1980'li yıllardan itibaren dünya bir teknolojik değişim sürecine girmiştir. Bu süreçte bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle birlikte yapı malzemelerinin üretiminde bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim teknolojileri (CAM) önem kazanmıştır (Baktır, 2006). Yaşanan teknolojik gelişmeler doğrultusunda yapıya özgün bileşen üretiminin mümkün hale gelmesiyle, mimaride biçimsel çeşitliliğin önü açılmış ve mimarların tasarım özgürlüğü artmıştır. Yapı malzemeleri ve yapım tekniklerinin de farklılaşmasıyla sonuçlanan bu süreçte, metal malzeme ve alaşımlarının üretim teknikleri farklılaşmış ve mimarideki kullanım alanı genişlemiştir. Mimaride me-

tal malzemenin kullanımı binlerce yıllık bir geçmişe sahiptir. Bu süreçte değişen teknoloji ve gereksinimler doğrultusunda metal malzeme ve malzeme alaşımlarının üretim tekniklerinin çeşitlendiği ve geliştiği görülmektedir. Bu bağlamda alüminyum malzeme ve alaşımlarının günümüz mimarisinde önem kazandığı bilinmektedir.

2. Mimaride Alüminyumun Yeri ve Önemi

M.Ö. 500'lü yıllardan itibaren kullanıldığı bilinen alüminyum, doğada bileşikler halinde bulunmaktadır. Malzemenin endüstriyel anlamda üretilmesi, 19. yüzyıla dayanmaktadır. Günümüzde ise çelikten sonra yapıda en çok kullanılan metal olan alüminyumdur. Malzemenin hafiflik, korozyon direnci ve kolay işlenebilirlik özellikleri, mimaride sıklıkla tercih edilmesini sağlamaktadır. 1900'lü yılların başlarında yapı malzemesi olarak kapı-pencere doğrama elemanlarında ve 1950'lerden itibaren özellikle hızla gelişen cephe kaplama sistemlerinde yoğun olarak kullanılan alüminyum, sözü edilen kullanımlarının yanı sıra ışıklık, güneş kırıcı, bölme elemanı, küpeşte, koruluk şeklinde de yapıya girmektedir (Arduç, 1996, Anonim, 2007).

3. Alüminyum Malzemenin Eldesi, Teknik Özellikleri ve Üretim Teknikleri

Alüminyum, doğada alüminyum boksit olarak bulunmaktadır. Dünyada özellikle tropikal iklim bölgelerinde yoğun olarak bulunan boksit, alüminyum malzemenin özünü oluşturmaktadır. Alüminyum, yer kabuğunda diğer metallerden daha fazla bulunmasına rağmen, alüminyum boksit bileşiğinin alüminyuma indirgenmesinin yüksek düzeyde enerji gerektirmesi, metal olarak ancak 19. yüzyılın ilk yarısında elde edilebilmesine neden olmuştur (Frisch ve Frisch, 1998, Eriç, 1994).

3.1. Alüminyumun Eldesi

Alüminyum yapı malzemesinin üretimi günümüzde beş aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir.

Üretimde 1. Aşama

Alüminyumun üretiminde birinci aşamayı, maden işletmeleri tarafından cevherin çıkarılması oluşturmaktadır. Doğada saf halde bulunmayan alüminyumun, işlenmesi ekonomik bakımdan en uygun cevheri, alüminyum hidroksit içeren boksit cevheridir (Anonim, 2007).

Üretimde 2. Aşama

Alüminyumun üretiminde ikinci aşamayı, cevherden saf alüminanın eldesi oluşturmaktadır. Farklı örnekleri olmakla birlikte alümina üretimi için genelde uygulanan yöntemin, "Bayer Prosesi" olduğu bilinmektedir. "Bayer Prosesi" öğütülmüş boksit cevherinin basınç ve ısı etkisinde sudkostik ile reaksiyona sokulmasıyla başlamakta, işlem sonucunda elde edilen sodyum alüminat çözeltisi yabancı maddelerden arındırılmakta ve dekompoze edilmektedir. Sözü edilen işlemlerden sonra alüminyum hidrat alümina haline getirilmektedir (Frisch ve Frisch, 1998).

Üretimde 3. Aşama

Alüminyumun üretiminde üçüncü aşamayı elektroliz işlemi oluşturmaktadır. Bu işlem, alüminadan doğru akım yardımıyla sıvı alüminyum elde edilmesi işlemidir.

Üretimde 4. Aşama

Alüminyumun üretiminde dördüncü aşama, sıvı alüminyuma çeşitli katkı elementlerinin eklenmesiyle değişik ölçü ve boyutlarda dökümün gerçekleştirilmesidir.

Üretimde 5. Aşama

Alüminyumun üretiminde beşinci ve son aşamayı, alüminyum malzemenin kullanım yerinin gerektirdiği özellikler doğrultusunda şekillendirilmesi işlemi oluşturmaktadır. Bu aşama; levha, folyo, tel, profil ve çeşitli ürünlerin elde edilmesini kapsamaktadır (Anonim, 2007).

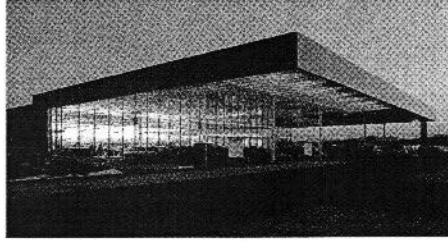
3.2. Teknik Özellikler

Alüminyum, çelik, bakır ve diğer metallere oranla daha hafif bir yapı metalidir. Malzemenin hafifliği, yapı strüktüründe ölü yükleri azaltırken, aynı ağırlıktaki diğer metallerle oranla daha büyük alanların kaplanmasını sağlamaktadır. Buna karşın nakliye, üretim, işçilik giderlerinin diğer metallere oranla daha düşük olması, alüminyum malzemenin yapıya kazandırdığı diğer avantajlardandır. Yapıların dış cephelerinde ve bölme duvarlarında alüminyum malzeme kullanılmasıyla, taşıyıcı sistemin ve hatta temele aktarılan yükün büyük oranda hafifle-

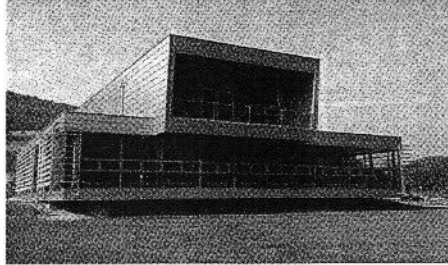
tilmesi mümkün olmaktadır (Sebestyen, 2003).

Alüminyum yapı malzemesinin, korozyon direncinin yüksek olduğu bilinmektedir. Alüminyuma, bu özelliği kazandıran, üzerinde oluşan oksidasyon tabakasıdır. Oksidasyon tabakasının kalınlığının artması, alüminyumun aşınma ve diğer kimyasal etkilere karşı dayanımını da artırmaktadır. Bu tabakanın kalınlığının elektrolitik işlemlerle artırılması ve böylelikle alüminyumun korozyona karşı direncinin yükseltilmesi mümkün olmaktadır (Arduç, 1996). Alüminyumun elastik olma özelliği, malzemenin ani darbelere karşı dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Alüminyum malzemenin

mekanik dayanımı saf haldeyken düşüktür. Ancak malzemenin saflık derecesinin artması, mekanik dayanımını ve sertliğini azaltırken, şekil alma ve korozyon direncini artırmaktadır. Bu özellik malzemenin kolay işlenebilir olmasını sağlamaktadır. El aletleriyle kolaylıkla kesilebilen, delinebilen, ren- delenebilen alüminyum malzeme bu özellikleriyle mimariye çeşitli kullanım alternatifleri sunmaktadır (Bell ve Rand, 2006). Alüminyumun ısılal genleşmesinin, ısı ve elektrik iletkenliğinin yüksek olması, strüktürel tasarım ve mimari tasarımı etkileyen özellikleridir. Alüminyum ürünlerinin bir kısmı çelik üretimine benzer esaslarla üretilirken, bir kısmı ekstrüzyon yöntemiyle



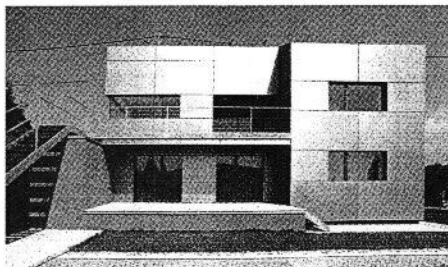
Riegler Riewe Mimarlık, Leibnitz'de Süpermarket



Thomas Wesely, Randegg'de Auftragscenter



Steven Holl und Sam/Ott-Reinisch, Langenlois'de Otel



Sturmberger Moser, Alkoven'de Konut

üretilmektedir. Bu yöntemin imalatta kullanılması, farklı yüzey ve doku özelliklerinde alüminyum üretilmesine sağladığı katkılar nedeniyle, tasarım açısından geniş bir çeşitliliğe imkan vermektedir (Wilquin, 2001, Sebestyen, 2003)

3.3. Üretim Teknikleri

Üretimi sırasında alüminyuma farklı metallerin katılmasıyla özelliklerinin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Alüminyum alaşımlarında kullanılan magnezyum ve silisyum elementleri, alüminyum malzemenin yüksek uzama yeteneği ve korozyona olan dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemeden, malzemenin akma sınırını yükseltmektedir. Dünyada mimari uygulamalarda genellikle silisyum ve magnezyumlu alüminyum alaşımları kullanılmaktadır (Bell ve Rand, 2006).

Çeşitli özelliklere sahip alüminyum elemanların üretiminde ekstrüzyon, silindirme, döküm, sürekli döküm, levha üretim yöntemi, tel üretim yöntemi gibi metotlar uygulanmaktadır. Mimaride kullanılan alüminyum profillerin üretiminde en çok kullanılan yöntem ekstrüzyon yöntemidir (Arduç, 1996, Anonim, 2007). Bu nedenle bu çalışmada, ekstrüzyon yönteminin özelliklerine ve ekstrüze ürün çeşitlerine yer verilmektedir.

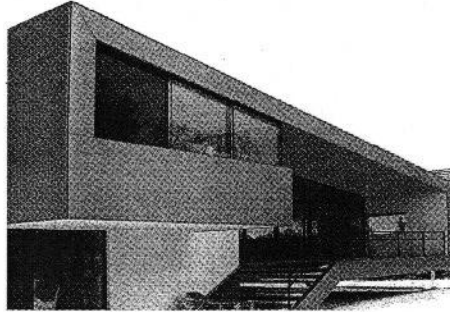
Ekstrüzyon Yöntemi

Çoğunlukla hafif metal endüstrisinde kullanılan bir imalat yöntemi olan ekstrüzyon, yüksek ağırlıklı hidrolik preslerde gerçekleştirilmektedir. Alüminyum kütüklerin ısıtılması ve kovan olarak adlandırılan bir kalıbın içinden geçirilmesiyle kesit alanı daraltılmakta ve malzeme şekillendirilmektedir. Presten çıkan alüminyum profil gerdirmeye alınmakta ve istenilen boyutlarda kesilmektedir. Elde edilen profiller ısı bir işlem uygulanarak sertleştirilmektedir. Elektroliz işleminde malzeme şekli ve boyutları geçirildiği kalıbın özellikleri ile ilişkili olup, gerçekleştirilen üretimin hızı ise presin gücüne bağlı olarak değişmektedir.

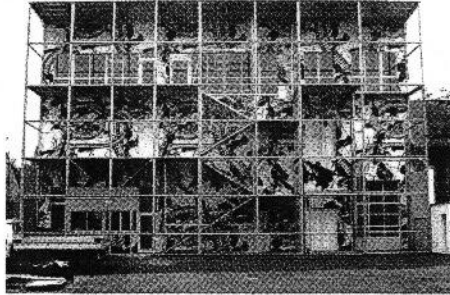
Ekstrüzyon yöntemiyle istenilen özelliklere sahip ve aynı zamanda ekonomik bir ürünün üretilmesi, yöntemin değişkenleri

ile malzemenin özellikleri arasındaki ilişkinin doğru kurgulanmasıyla bağlantılıdır. Üretimin ekonomik yapılabilmesi birim zamanda daha çok ürünün elde edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bunun sağlanabilmesi ise malzemede ekstrüzyon yapılabilirliğinin artırılması, bir başka deyişle malzemede yırtılma olmaksızın en yüksek hızda

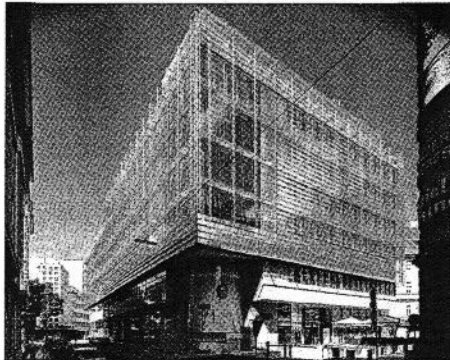
ekstrüzyon yapılabilmesi koşulu bulunmaktadır. Ayrıca ekstrüzyon işlemi öncesi ve sonrasında yapılan ısı, mekanik, kimyasal vb. uygulamalar da sonuç ürünün özelliklerini etkilemektedir. Bu yöntemde malzemenin hafifliği diğer yöntemlere kıyasla daha az fireyle sağlanabilmekte, dayanıklılığı ise özellikle levha üretim yöntemine



*Wolf Grossruck,
Grieskirchen'de Konut*



Plottegg Mimarlık, Graz'da Galeri ve Eğitim Atölyesi

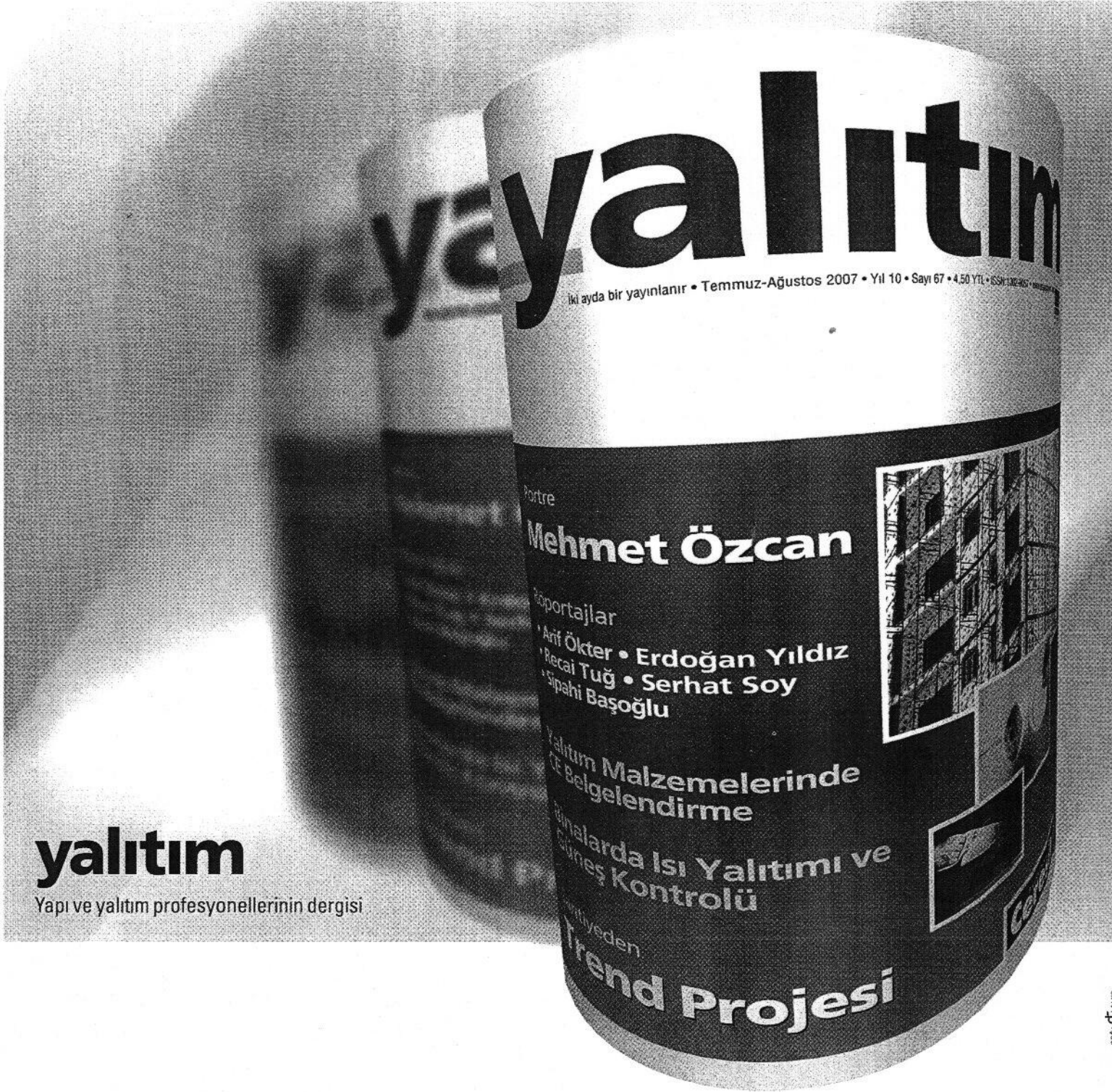


*Szyszkowitz-Kowalski+Partner Mimarlık,
Umbau Steiermärkische Sparkasse in Graz*



*Forsthuber-Scheithauer Mimarlık,
Salzburg'da Fotoğraf Stüdyosu*

Yalıtım sektörü bu dergiyi okuyor...



yalıtım

Yapı ve yalıtım profesyonellerinin dergisi



Doğa Sektörel Yayın Grubu
Ali Nazım Sok. No:30 Koşuyolu, 34718 Kadıköy / İstanbul
T: (0216) 327 80 10 F: (0216) 327 79 25
reklam@dogayayin.com • www.dogayayin.com

 **dsyg**

oranla daha fazla olabilmektedir (Arduç, 1996, Anonim, 2007).

Ekstrüze Ürün Çeşitleri

Ekstrüzyon yöntemiyle dolu, yarı boşluklu ve boşluklu ürünler elde edilebilmektedir. Üründeki boşluk sayısının artması, alüminyumun üretimindeki zorluk derecesini artırmakta, bu nedenle boşluklu ürünlerin maliyeti dolu kesitli olanlara oranla daha fazla olmaktadır. Ekstrüzyon yönteminde kalıp maliyetinin düşük olması, özel tasarımlar için farklı kalıplar yapılabilesine imkan sağlamaktadır. Ekstrüze ürünlerde çeşitli biçimsel seçeneklerin olması, mimarlara tasarım ve uygulamada farklı seçenekler sunmaktadır. Genellikle yapıda kapı ve pencere doğraması ile giydirme cephe sistemlerinin strüktürel çerçeveleri olarak kullanılan ekstrüze ürünler, özellikle çerçeve haline getirilebilme, kaynaklanma, vidalanma, preslenme, bükülebilme ve perçinle bağlanabilme avantajları açısından uygulamada kolaylık sağlamaktadır (Arduç, 1996, Anonim, 2007).

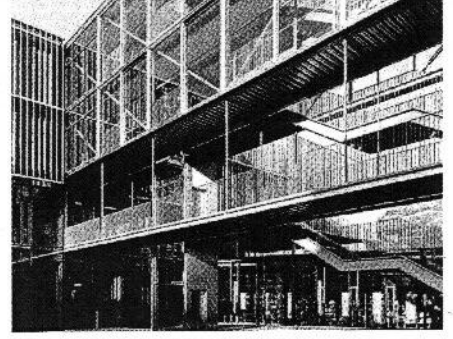
3.4. Yüzey İşlemleri

Alüminyum profillerin kullanım alanlarının genişletilmesi, farklı yüzey işlemlerinin yapılması sayesinde mümkün olmaktadır. Malzemenin yüzey işlemleri, ürünün korozyon ve aşınmaya karşı direncini artırmanın yanı sıra profilin ısı emme, yansıtma ve elektriksel özelliklerinin de değiştirilebilmesini sağlamakta ve ayrıca ürüne estetik bir görünüm kazandırmaktadır. Boyama, elektroliz ve kaplama yapıştırma gibi bazı yüzey işlemleri ise ürünün, sonra geçireceği farklı proseslere hazırlık amacıyla da yapılabilmektedir.

Alüminyum profillere uygulanan en önemli yüzey işlemlerinden birisi elektro kimyasal bir proses ile gerçekleştirilen ve özel bir yüzey kaplama işlemi olan eloksaldir. Eloksal, alüminyum malzemenin yüzeyinden içine doğru yapılan bir oksidasyon işlemidir. Eloksal işlemi sonrasında alüminyumda oluşan oksit tabakası malzemeyi mekanik etkilerin yanı sıra korozyona karşı dirençli bir hale getirmektedir. Mimari tasarıma bağlı olarak malzemeye, gerek dekora-



Neumann + Partner,
Wien'de Büro Binası



Feichtinger Mimarlık, Krems'de
Üniversite Kampusu

tif bir görünüm kazandırmak ve gerekse farklı renk alternatifleri sunabilmek için boya uygulaması yapılmaktadır. Uygulanacak boya, alüminyum malzemenin kullanım yerine ve çevre koşullarına göre seçilmelidir (Arduç, 1996, Anonim, 2007).

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Tarihsel süreçte alüminyum öncelikle estetik ve dekoratif amaçlarla kullanılmıştır. Günümüzde ise gelişen teknolojilere paralel olarak mimaride kullanım alanı yaygınlaşmakta ve çeşitlenmektedir. Kapı ve pencere doğramaları, tavan, duvar ve çatı kaplamaları, giydirme cephe sistemlerinden çeşitli bitiş elemanlarına kadar yapıda oldukça geniş bir uygulama alanına sahip olan alüminyum, "magic metal" veya "metal prodigy" olarak uluslararası alanda anılmaktadır. Gerek saf metal olarak ve gerekse alaşımlarının üstün özellikleri sayesinde çağımızın ve geleceğin mimarisinin önemli malzemelerindendir.

Yapılarda kullanılan malzemelerin, insan sağlığı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri dikkate alındığında, yapıda malzeme seçimi önem kazanmakta, kullanılan malzemelerin insan sağlığı ve doğal çevreyle uyumlu, geri dönüşümlü olması tercih edilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde de alüminyum olumlu bir yapı malzemesidir. Alüminyumun özelliklerinin tanınması ve üretim teknolojilerinin bilinmesi, malzemenin mimaride kullanım olanaklarını artıracaktır. Bu bağlamda, alüminyumu esas alan bilimsel çalışmaların desteklenmesi, konuyla ilgili olarak ulusal ve uluslararası

platformda düzenlenen yarışma projeleri ve uygulama örneklerinin ödüllendirilmesi olumlu gelişmelerdir. Bu nedenle benzer çalışmaların yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

1. Anonim, 2007, "İnşaat Sektöründe Alüminyum", Alüminyum Sistemleri Uygulama Derneği, Bursa.
2. Arduç, F., 1996, "Mimaride Alüminyum", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, İstanbul.
3. Bakır, S., 2006, "Yapı Malzemelerindeki Teknolojik Gelişmelerin Mimari Biçimlenmeye Etkileri", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, Ankara.
4. Bell, V.B., Rand, P., 2006, "Materials for Architectural Design", Laurence King Publishing, New York.
5. Eriç, M., 1994, "Yapı Fiziyi ve Malzemesi", Literatür Yayınları, İstanbul.
6. Frisch, D., Frisch, S., 1998, "Metal Design and Fabrication", Watson-Guption Publications, New York.
7. Sebestyen, G., 2003, "New Architecture and Technology", Architectural Press, Oxford.
8. Şaylan G., 2003, "Değişim, Küreselleşme ve Devletin Yeni İşlevi, İmge Kitabevi, Ankara.
9. Tekin, M., Güleş, H.K., Ögüt, A., 2006, "Değişim Çağında Teknoloji Yönetimi", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
10. Wilquin, H., 2001, "Aluminium Architecture, Construction and Details, Bertelsmann Springer Publishing Group, Germany.
11. <http://www.alufenster.at>