

Sac malzemelere uygulanan farklı boya kalınlıklarının yapışma mukavemetine etkisi

Batuhan ÖZAKIN^{1*}, Emir YILMAZ²

^{1,2}*Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü / Kavak Meslek Yüksekokulu, Samsun Üniversitesi, Türkiye*

**(batuhan.ozakin@samsun.edu.tr) Başlıca yazarın mail adresi*

Özet–Metalik malzemelerin korozyona karşı korunmasında boyalar sıklıkla kullanılmaktadır. Bu boyaların malzeme yüzeylerine yapışması korozyon direncinin devamlılığı için önemli bir unsurdur. Dolayısıyla boyaların yüzeye yapışma mukavemetinin belli standart değerleri karşılması gerekmektedir. Bu çalışmada metalik malzemelerin yüzeylerine uygulanan boya tabakasının farklı kalınlıklarının yapışma mukavemetine etkisini gösteren çalışmaların sınırlı olduğu görülmüş ve bu nedenden ötürü bu çalışma yürütülmüştür. DC04 kalite yumuşak çelik sac malzemeler astar boya, boya ve vernik tabakası olarak üç farklı katmanda boyanmıştır. Boyama işlemi sac malzeme numuneleri üzerine altı farklı kalınlıkta uygulanmıştır. Numune yüzeylerinde kareleme-kesme işlemi gerçekleştirilmiş ve yüzeye yapıştırılan adezyon bantları sökülerek farklı boya kalınlıklarının yapışma mukavemetine etkisi değerlendirilmiştir. Boya kalınlığı arttıkça yapışma mukavemetinin arttığı belirlenmiş ve metalik yüzeylere 75-100 µm aralığında boya kalınlığı uygulanmasının ideal olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Sac Malzemeler, Çelik, Boya Kalınlığı, Yapışma Mukavemeti, Çapraz Kesme (Cross-Cut) Testi

I. GİRİŞ

Metalik malzemelerin korozyon direncini iyileştirmek için uygulanan boyaların yapışma kabiliyetini (mukavemetini) belirlemede çapraz kesme (cross-cut) ve (pull-off) testleri tercih edilmektedir [1, 2]. Boyanın yüzeye yapışma mukavemetinin yüksek olması korozyon direncinin o ölçüde yüksek olmasına olanak tanımaktadır [3]. Bu doğrultuda literatürde boyaların yüzeye yapışma mukavemetlerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Provazek ve arkadaşları [4], yapışma mukavemetinin belirlenmesinde çapraz kesim testinin hem uygun maliyetli hem de güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Santos ve arkadaşları [5], astar tabakasının ve ayrıca astar üzerine iki kat boyama işleminin yapışmayı artırdığını gösterdiler. Puomi ve arkadaşları [6], ön işlem görmüş galvanizli çelik yüzeylerin boya yapışması üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Boyalı metal alaşımlı kaplanmış çelik için astarın en önemli parametre olduğunu, ancak sistemin uzun vadeli performansının aynı zamanda dört katmanın, yani alt tabaka, ön işlem, astar ve son katın

uyumluluğuna da bağlı olduğunu göstermişlerdir. Szalai ve arkadaşları [7], farklı çelik malzemeler üzerine farklı temizleyiciler ve spreyci boyalar uygulamışlar ve en iyi performansı gösteren malzemeleri tayin etmişlerdir. Bazı çalışmalarda boya içerisine ilave edilen çeşitli malzemelerin yapışma mukavemetini etkiledikleri üzerine yapılan araştırmalara sıklıkla rastlanmaktadır [8-10]. Günümüzde çoğu modern otomobilde çeşitli katmanların toplam kalınlığının 67 µm ile 198 µm arasında olduğu ifade edilmektedir [11]. Literatür değerlendirildiğinde boya tabakasının farklı kalınlıklarının yapışma mukavemetine etkisini gösteren çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bu boşluk üzerine metal malzeme üzerine uygulanan boya tabakası kalınlıkları değiştirilerek detaylı bir çalışma yürütülmüştür.

Bu çalışmada çelik sac malzemelerin üzerine astar boya, boya ve vernik tabakası olarak üç farklı katmanda boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemi sac malzeme numuneleri üzerine altı farklı kalınlıkta uygulanmıştır. Numuneler çapraz kesme (cross-cut) testlerine tabi tutulmuş ve yüzeyden ayrılan alanlar değerlendirilmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Materyal

Çalışmada DC04 kalite (ERD 7114) sac malzeme kullanılmıştır. Kullanılan DC04 kalite sac

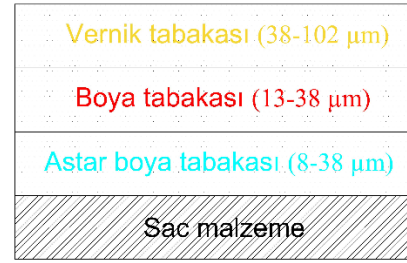
malzemenin kimyasal bileşimi ve çekme özellikleri Tablo 1’de verilmiştir [12]. Boyama ve çapraz kesme (cross-cut) testleri için 1.0 mm kalınlıktaki sac malzemeden test numuneleri 30 mm genişlik ve 30 mm uzunlukta hazır hale getirilmiştir.

Tablo 1. DC04 kalite sac malzemenin kimyasal bileşimi ve çekme özellikleri [12]

Kimyasal bileşim (%)										
Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Al
Denge	0.027	0.006	0.152	0.015	0.013	0.033	0.031	0.044	0.005	0.045
Malzeme kalitesi	Erdemir kalite	Standart	Akma mukavemeti (MPa)			Çekme mukavemeti (MPa)		Toplam uzama (%)		
DC04	ERD 7114	EN 10130	154 ± 8			270 ± 11		39.2 ± 0.3		

B. Yöntem

Çalışma kapsamında üniversal akrilik sprey boya kullanılmıştır. Sac malzeme numuneleri kesildikten sonra alkol yardımıyla yüzey kalıntıları temizlenmiştir. Sonrasında sac malzemeler üzerine bir kat astar tabakası ve astar tabakası üzerine iki kat (boya ve vernik) tabaka farklı kalınlıklarda uygulanmıştır. Bu tabakaların şematik resmi Şekil 1’de verilmektedir.



Şekil 1. Sac malzeme boyama işlemlerinde uygulanan katmanlar

Çalışmada altı farklı toplam kalınlığa sahip boya tabakası oluşturulmuştur. Bu altı numune için astar, boya ve vernik tabakalarının kalınlığı ve toplam boya kalınlıkları Tablo 2’de verilmektedir.

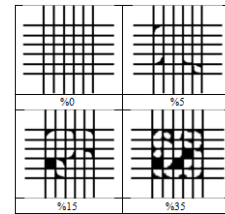
Tablo 2. Çalışmada kullanılan numuneler ve tabakalara göre boya kalınlıkları

Tabaka / Numune adı	1	2	3	4	5	6
Astar (µm)	15	15	15	20	20	30
Boya (µm)	15	20	25	30	35	35
Vernik (µm)	15	25	35	50	75	95
Toplam (µm)	45	60	75	100	130	160

Not: Boya kalınlıkları yaklaşık olup ± 5 µm hassasiyetindedir.

Çapraz kesim yapışma testi; boyanmış katmanların, ISO 2409 ve ASTM D3359 standartları tarafından tanımlanan birbirine dik altı bıçaklı kesicinin katmanları mekanik olarak parçalamasından (kareleme-kesme işlemi) oluşur. Kareleme-kesme işlemi uygulanan kaplama yüzeylerine adezyon bandı yapıştırılır ve 90°’lik açı ile yüzeyden sökülür. Numuneler, boyanmış yüzeyden ayrılmış alanın yüzde miktarına göre değerlendirilir. Çapraz kesim testinden elde edilen yüzeyden ayrılan alanlara ait örnek görseller Şekil 2’de verilmektedir [13]. %15 oranından fazla

ayrılan alanın meydana gelmesi birçok uygulamada genellikle uygun görülmeyen bir yapışma mukavemeti olduğunu göstermektedir [14].

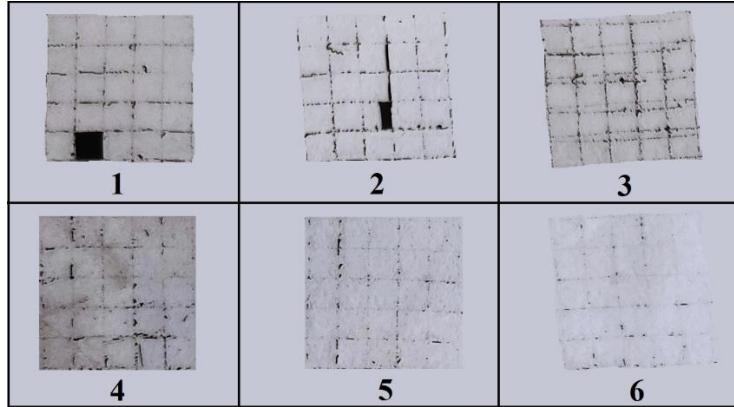


Şekil 2. Çapraz kesim testinden elde edilen yüzeylerden ayrılan alanlara ait örnek görseller [13]

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı kalınlıklarda boyanan sac malzeme numunelerine uygulanan çapraz kesme testleri

sonrasında yüzeyden ayrılan alanlara ait görseller Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3. Çapraz kesim testinden elde edilen yüzeyden ayrılan alanlara ait görseller

Şekil 3'te verilen 1 numaralı görsel, yüzeyde 45 µm kalınlığa sahip boyalı yüzeyden ayrılan alanı temsil etmektedir. Yüzeyden ayrılan alanın yaklaşık olarak %5 olduğu görülmektedir. Şekil 3'te verilen 2 numaralı görsel, yüzeyde 60 µm kalınlığa sahip boyalı yüzeyden ayrılan alanı temsil etmektedir. Yüzeyden ayrılan alanın yaklaşık olarak %2.5 olduğu görülmektedir. Şekil 3'te verilen 3 ve 4 numaralı görseller ise yüzeyde sırasıyla 75 µm ve 100 µm kalınlığa sahip boyalı yüzeyden ayrılan alanı temsil etmektedir. Yüzeyden ayrılan alanın yaklaşık olarak %1 olduğu görülmektedir. Şekil 3'te verilen 5 ve 6 numaralı görseller, yüzeyde sırasıyla 130 µm ve 160 µm kalınlığa sahip boyalı yüzeyden ayrılan alanı temsil etmektedir. Yüzeyden ayrılan alanın hemen hemen olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan boya kalınlıklarının endüstriyel birçok uygulamada standart olarak kullanılabilir bir boya kalınlığını karşılamakta olduğu söylenebilir. Çünkü boyalı yüzeylerden ayrılan alan %15'ten oldukça azdır. Diğer yüzeylerle kıyaslandığında yüzeyden ayrılan alanın en fazla olduğu numunenin 1 numaralı görselde ve yüzeyden ayrılan alanın en az olduğu numunenin ise 6 numaralı görselde olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde boya kalınlığının artmasıyla birlikte yüzeyden ayrılan alan azalmaktadır. Dolayısıyla boya kalınlığının artışı yapışma mukavemetinde artışla sonuçlanmaktadır. Bu elde edilen bulguların Kim ve Kim [15] tarafından yapılan çalışma ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Uygulamada boya

kalınlığı artışının maliyeti artırması göz önüne alındığında yapışma mukavemeti açısından 75-100 µm aralığında boya kalınlığının uygulanmasının ideal olduğunu söylenebilir. 100 µm'den fazla kullanılan boya kalınlıklarında yüzeyden ayrılan alanların neredeyse sıfır olduğu bu sonuca ulaşmada önemli bir unsur olduğu söylenebilir.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada DC04 kalite yumuşak çelik sac malzemelerin üzerine astar boya, boya ve vernik tabakası olarak üç farklı katmanda boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemi sac malzeme numuneleri üzerine altı farklı kalınlıkta uygulanmıştır. Sonrasında numune yüzeylerinde kareleme-kesme işlemi gerçekleştirilmiş ve yüzeye yapıştırılan adezyon bantları sökülerek değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan boya kalınlıklarının endüstriyel birçok uygulamada standart olarak kullanılabilir (boyalı yüzeylerden ayrılan alanın %15'ten oldukça az olmasından dolayı) bir boya kalınlığını karşılamakta olduğu tespit edilmiştir. Boya kalınlığının artmasıyla birlikte yüzeyden ayrılan alanın azaldığı gözlemlenmiştir. Boya kalınlığı arttıkça yapışma mukavemetinin arttığı belirlenmiştir. Boyanın yüzeylere yapışma mukavemeti açısından değerlendirildiğinde ise metalik yüzeylere 75-100 µm aralığında boya kalınlığı uygulanmasının ideal olduğu sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] M. Yu, H. Dong, H. Shi, L. Xiong, C. He, J. Liu, and S. Li, "Effects of graphene oxide-filled sol-gel sealing on the corrosion resistance and paint adhesion of anodized aluminium," *Applied Surface Science*, vol. 479, pp. 105-113, 2019.
- [2] A. Maroofi, N. N. Safa, and H. Ghomi, "Atmospheric air plasma jet for improvement of paint adhesion to aluminium surface in industrial applications," *International Journal of Adhesion and Adhesives*, vol. 98, pp. 102554, 2020.
- [3] R. A. Dickie, "Paint adhesion, corrosion protection, and interfacial chemistry," *Progress in Organic Coatings*, vol. 25(1), pp. 3-22, 1994.
- [4] P. Provazek, A. Pietrikova, and P. Lukacs, "Thick layers adhesion measurements on flexible substrate by cross cut adhesion test," *45th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*, 2022, pp. 1-6.
- [5] D. Santos, H. Raminhos, M. R. Costa, T. Diamantino, and F. Goodwin, "Performance of finish coated galvanized steel sheets for automotive bodies," *Progress in Organic Coatings*, vol. 62(3), pp. 265-273, 2008.
- [6] P. Puomi, H. M. Fagerholm, and A. Sopanen, "Parameters affecting long-term performance of painted galvanised steels," *Anti-Corrosion Methods and Materials*, vol. 48(3), pp. 160-171, 2001.
- [7] S. Szalai, B. F. Szívós, D. Kurhan, A. Németh, M. Sysyn, and S. Fischer, "Optimization of surface preparation and painting processes for railway and automotive steel sheets," *Infrastructures*, vol. 8(2), p. 28, 2023.
- [8] P. Tianlan, and M. A. N. Ruilin, "Rare earth and silane as chromate replacers for corrosion protection on galvanized steel," *Journal of Rare Earths*, vol. 27(1), pp. 159-163, 2009.
- [9] D. İşeri Çağlar, E. Baştürk, B. Oktay, and M. V. Kahraman, "Preparation and evaluation of linseed oil based alkyd paints," *Progress in Organic Coatings*, vol. 77(1), pp. 81-86, 2014.
- [10] M. A. Martinez, J. Abenojar, and S. Lopez de Armentia, "Environmentally friendly plasma activation of acrylonitrile-butadiene-styrene and polydimethylsiloxane surfaces to improve paint adhesion," *Coatings*, vol. 8(12), p. 428, 2018.
- [11] Sean Longorth-Smith (2023) Understanding modern automotive paintwork, [Online]. Available: <https://www.theultimatefinish.co.uk/car-care-blog/detailing/paintwork/>
- [12] B. Özakin, and N. Kurgan, "DC04 kalite sac malzemelere temper haddeleme ile pürüzlülük transferinde yağlayıcının etkisinin incelenmesi," *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, vol. 2(2), pp. 325-336, 2020.
- [13] O. Kovac, P. Lukacs, and T. Rovensky, "Software evaluation of cross-cut adhesion testing," *41st International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*, 2018, pp. 1-5.
- [14] J. Schirmer, J. Roudenko, M. Reichenberger, S. Neermann, and J. Franke, "Adhesion measurements for printed electronics: A novel approach to cross cut testing," *41st International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*, 2018, pp. 1-5.
- [15] S. K. Kim, and M. K. Kim, "A study on the painting characteristics of waterborne paint for automotive refinish," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, vol. 7(4), pp. 68-75, 2008.