

ZM Kaplamalı Saclar İçin Spesifikasyon, İçerik, Test ve Kontrol Planı

Bu rapor; satınalma, giriş kalite kontrol, tedarikçi onayı ve proje bazlı doğrulama için uygulanabilir teknik çerçeve sunar.

Rapor No	Rapor 2/5
Hazırlanma Tarihi	16.04.2026
Hazırlanan Kurum	ISOTEC Enerji için teknik değerlendirme çalışması
Kullanım Notu	Bu rapor; kullanıcı tarafından yüklenen standartlar, üretici yayınları, 3.1 sertifikalar ve 16.04.2026 tarihine kadar doğrulanan kamuya açık kaynaklar temel alınarak hazırlanmıştır.

Kritik terminoloji notu: "Magnelis" bir ticari markadır. Bu çalışmada teknik doğruluk için mümkün olduğunca genel ifade olarak "ZM (Zn-Al-Mg) kaplamalı çelik" kullanılmış; üreticiye özgü veriler ayrıca ayrıştırılmıştır.

Yönetici özeti

ZM kaplamalı saclar için tek katmanlı bir kabul kriteri yeterli değildir; en az üç seviyeli kontrol gerekir: baz çelik kimyası/mekaniği, kaplama sınıfı/kütlesi, tedarikçi-spesifik kaplama kimyası ve performansı.

EN 10346, baz çelik ve kaplama kütlesi için ana normdur; ancak ZM kaplamanın tam kimyasal oranını marka bağımsız olarak vermez. Bu nedenle sözleşmede ürün ailesi ve doğrulama yöntemi ayrıca yazılmalıdır.

Rutin sevkiyat kabulünde 100% doküman kontrolü + yüzey / kalınlık doğrulaması; tedarikçi onayı ve ihtilaf durumunda ise destrüktif kaplama kütlesi ve ileri kimyasal doğrulama kullanılmalıdır.

GES yapılarında kaynak, kesim, delik, toprak/beton teması ve galvanik çift; yalnızca laboratuvar testi değil, proje şartnamesi ve EN 1090-2 uygulama kontrolü gerektirir.

2024 sonunda yayımlanan ISO 8353, ZM kaplamalı çelik için özel uluslararası standarttır. Avrupa/Türkiye tarafında ise halen EN 10346 temel referans olmaya devam etmektedir.

1. Satınalma şartnamesinde mutlaka bulunması gereken teknik maddeler

Şartname başlığı	Önerilen ifade	Neden kritik?
Çelik kalite sınıfı	EN 10346 S350GD / S420GD / S450GD	Taşıyıcı dayanımın ve sertifikanın temelidir
Kaplama sınıfı	ZM310 / ZM430 / ZM620*	Korozyon dayanımı ve kaplama kalınlığını belirler
Belge seviyesi	EN 10204 Tip 3.1	TS 13891 buna açıkça ihtiyaç duyar
Yüzey koruma	C / O / CO / P / PO / S	Depolama ve boyanabilirlik davranışını etkiler
Tedarikçi kimyası	Magnelis / PosMAC / eşdeğer ZM – banyo kompozisyonu beyanlı	Marka özel performans iddiasının dayanağıdır
Uygulama sınırı	Atmosferik sınıf, kıyı mesafesi, toprak/beton teması, kaynak var/yok	Yanlış garanti yorumunu önler

Öneri: "Magnelis sac" yerine satınalma dilinde önce normatif ifade, sonra marka bilgisi yazılmalıdır. Örnek: "EN 10346 S420GD + ZM430, ArcelorMittal Magnelis® veya eşdeğer; eşdeğer ürün için kaplama kimyası ve saha dayanımı ayrıca kanıtlanacaktır."

2. Kimyasal içerik ne olmalıdır?

Bu sorunun cevabı iki farklı seviyede verilmelidir:

Baz çelik kimyası: EN 10346 Tablo 2'de yapı çelikleri için verilen sınırlar sağlanmalıdır. S350GD, S420GD ve S450GD için $C \leq \%0,20$; $Si \leq \%0,60$; $Mn \leq \%1,70$; $P \leq \%0,10$; $S \leq \%0,045$ esas alınmalıdır.

Kaplama kimyası: EN 10346 genel ZM tanımı; Al + Mg toplamı $\%1,5$ - $\%8$, Mg en az $\%0,2$ ve bakiye Zn şeklindedir. Ancak bu; Magnelis veya PosMAC gibi marka özel formülleri eşitlemez.

Seviye	Zorunlu kriter	İlave / tercih kriteri
Baz çelik	EN 10346 kimyasal sınırları ve mekanik minimumları	İlave mikroalaşım varsa 3.1 belgede açık beyan
Genel ZM kaplama	EN 10346 ZM tanımı ve kaplama kütlesi	Tedarikçi kaplama yoğunluğu / tek yüz dağılımı beyanı
Marka özel kaplama	Banyo kimyası veya üretici teknik veri sayfası	Saha dayanımı, garanti, kesit kenarı ve toprak verisi

3. Hangi test hangi soruya cevap verir?

Amaç	Tavsiye edilen yöntem	Standart / referans	Destrüktif mi?	Kullanım amacı
Baz çelik kimyası	Spark OES / spektral analiz	TS EN 10351, TS EN 14726, ASTM E415	Hayır / az	S350GD-S450GD kimlik doğrulama
Çekme özellikleri	Çekme deneyi	EN ISO 6892-1	Evet	Rp0,2 / Rm / uzama doğrulama
Kaplama kütlesi	Kimyasal sıyırma + kütle farkı	EN 10346 Annex A	Evet	Arbitraj ve lot kabulü
Kaplama kalınlığı	XRF veya manyetik ölçüm	ASTM B568, ISO 3497, ISO 2178	Hayır	Hızlı proses/giriş kontrol
Kesit kalınlığı / tabaka morfolojisi	Kesit alınıp mikroskobik ölçüm	ASTM B487	Evet	Lokal kalınlık ve yapısal inceleme
Kaplama element dağılımı	GD-OES derinlik profili	Yöntem validasyonu gerekli; ISO 16962 / laboratuvar iç yöntemi çerçevesi	Evet	Zn-Al-Mg dağılımı / profil inceleme
Lokal noktasal kimya	SEM/EDS	Laboratuvar iç yöntemi	Genelde evet	Faz / lokal bileşim taraması
Toplam kimyasal doğrulama	Çözdürme + ICP-OES / ICP-MS	Laboratuvar validasyonlu yöntem	Evet	İhtilaf çözümü / Ar-Ge
Tuz sisi	NSS / AASS / CASS	ISO 9227:2022	Hayır	Lot kabulü değil, ürün/tedarikçi kalifikasyonu
Korozyon ürünlerinin temizlenmesi ve kütle kaybı	Temizleme + gravimetrik değerlendirme	ISO 8407:2021 + Amd.1:2025	Evet	Saha / çevrim test sonrası kayıp hesabı

Kritik not: EN 10346, ZM kaplamanın kütlesi için normatif arbitraj yöntemini verir; ancak "Magnelis midir, PosMAC mıdır, Mg/Al oranı nedir?" sorusuna tek başına cevap vermez. Bu soru için tedarikçi veri sayfası ve validasyonlu ilave analiz yöntemi gerekir.

4. Rutin giriş kalite kontrol planı – tavsiye edilen yapı

Kontrol adımı	Sıklık	Kabul kriteri	Karar
3.1 sertifika kontrolü	Her coil / her lot	Kalite, kaplama sınıfı, mekanik sonuçlar, ısı no, lot no uyumlu	Uygun değilse lot bekletilir
Görsel yüzey kontrolü	Her coil / her paket	Çatlak, sıyrık, kaplama atması, yoğun lekelenme yok	Uygunsuzlukta segregasyon
Kaplama kalınlığı XRF	Her coil için en az 3 nokta/ yüz veya iç prosedüre göre	İstenen sınıfın beklenen aralığında	Sınır dışıysa destrüktif doğrulama
Baz çelik OES doğrulaması	Yeni tedarikçi, kalite değişimi, periyodik denetim	EN 10346 kimya sınırları içinde	Sapmada tedarikçi CAPA
Çekme testi	İlk onay, kalite değişimi, şikâyet, periyodik audit	Rp0,2 / Rm / A80 minimumları sağlanmalı	Sağlanmazsa ret
Kaplama kütlesi sıyırma testi	İlk onay, ihtilaf, kritik proje, periyodik audit	EN 10346 tekil ve üçlü test kriteri	Arbitraj karar verisi
Gelişmiş kimyasal analiz	Yalnız tedarikçi onayı, ihtilaf veya marka doğrulaması	Ürün ailesi ile uyumlu Mg/Al/Zn profili	Marka eşdeğerliği kararı

5. Kabul kriterleri – ISOTEC için önerilen iç prosedür

Kontrol maddesi	Minimum beklenti	İleri seviye beklenti
Belgelendirme	EN 10204 3.1	3.1 + marka veri sayfası + proje garantisi
Baz çelik kimyası	EN 10346 Tablo 2 sınırları	OES ile periyodik doğrulama
Mekanik özellikler	S350GD / S420GD / S450GD minimumları	İlk numunede şirket içi teyit
Kaplama kütlesi	Sipariş edilen ZM sınıfı	İhtilafta EN 10346 Annex A arbitraj
Yüzey durumu	EN 10346 7.4-7.6 ile uyumlu	Boya/duplex öncesi ek yüzey uygunluk kontrolü
Kaynak / kesim sonrası	EN 1090-2'ye göre tamir planı	Rutin iş emri / kaynak prosedürü ile bağlanmış sistem
Galvanik çift	Çelik-alüminyum teması kontrol edilmiş	Yalıtım elemanı ve su tahliye detayı doğrulanmış

6. Kaynak, kesim, delik ve montaj sonrası kontroller

Ön kaplamalı üründe kaynak yapılacaksa, kaplama tamir yöntemi ve tamir sahasının sınırı iş emrinde açık yazılmalıdır.

EN 1090-2; ön kaplamalı ürünler kaynatıldıysa onarım yönteminin şartnamede tanımlanmasını ister.

Sıcak daldırma galvaniz kaplaması kaynakla hasar gördüyse, EN 1090-2 benzer seviyede koruma verecek çinko zengin tamir sistemi ister.

ZM ürünlerde lazer / plazma / makas kesim sonrası kenar davranışı, üreticiye göre değişir; proje kritikse çevrim test ile şirket içi veri üretilmelidir.

Toprak veya betonla sürekli temas eden elemanlar için atmosferik sınıf tablosu tek başına yeterli değildir; saha koşuluna uygun ilave doğrulama gerekir.

7. Uygulama için örnek spesifikasyon metni

Örnek metin: “Malzeme EN 10346 standardına uygun olacaktır. Çelik kalite sınıfı S420GD olacaktır. Kaplama sınıfı minimum ZM430 olacaktır. Malzeme EN 10204 Tip 3.1 sertifikalı sevk edilecektir. Tedarikçi, ürünün kaplama kimyasını ve kullanılan ticari ürün ailesini (örn. Magnelis®, PosMAC®) veri sayfası ile beyan edecektir. Ön kaplamalı elemanlarda kaynak veya termal kesim yapılacaksa, kaplama tamir yöntemi EN 1090-2'ye uygun olarak önceden tanımlanacaktır.”

8. Güncel standart manzarası

2024 sonunda ISO 8353 yayımlanmış ve ZM kaplamalı çelik için özel uluslararası ürün standardı oluşturulmuştur. Avrupa/Türkiye projelerinde halen EN 10346 ana referanstır; ancak uluslararası sözleşmelerde ISO 8353'ün de ek referans olarak değerlendirilmesi faydalıdır.

Kaynaklar

TS EN 10346:2015 – özellikle 3.4, Tablo 2, Tablo 8, Tablo 12, 7.4.5, 7.6, 8.1-8.5.5.

TS 13891:2019 – s. 5-9; 5.2, 5.5, 6.2.2 ve 6.2.4 maddeleri.

TS EN 1090-2:2018 – s. 80-81; 10.4, 10.5 ve 10.9 maddeleri.

TS EN ISO 1461:2022 – kabul kriterleri ve sıcak daldırma galvaniz kalınlık/mass tabloları.

ISO 3497:2000, ISO 2178:2016, ISO 9227:2022, ISO 8407:2021/Amd 1:2025 – kamuya açık resmi özet sayfaları üzerinden doğrulandı; erişim tarihi 16.04.2026.

ISO 8353:2024 – ZM kaplamalı çelik için özel uluslararası standart; erişim tarihi 16.04.2026.