TEKNİK SORU DEĞERLENDİRME RAPORU

Soru	Hardox 500 kanat + St37 taban diski kaynatılırsa çatlak oluşur mu?
Soran	Parçayı üreten imalatçı firma (malzeme seçimi firmaya aittir)
Yanıtlayan	Sacdan Adam Nitelikli Çelik — Teknik Destek
Tarih	İlk sürüm: 20 Mayıs 2026 · **Revizyon 1: 3 Kasım 2026**
Durum	Bilgilendirme amaçlı — resmi mühendislik onayı değildir

Revizyon 1 notu. Bu sürüm, raporun 20 Mayıs 2026 tarihli ilk sürümünün yerine geçer. İlk sürümdeki şu ifadeler SSAB'nin güncel yayınlarıyla çeliştiği için düzeltilmiş ya da çıkarılmıştır:

- Hardox 500 ön ısıtması "8–20 mm: en az 100 °C; 20 mm üstü: en az 125 °C" yazıyordu. SSAB'ye göre doğrusu: 13 mm'ye kadar gerekmez, 13,1–30 mm'de en az 175 °C, 30 mm üstünde en az 200 °C (Bölüm 2.1).
- Hardox 500 akma dayanımı "~1 250 MPa" yazıyordu; SSAB veri sayfasındaki tipik değer 1 400 MPa'dır (garanti edilmez).
- Karbon eşdeğeri "CE ≈ 0,55–0,65" yazıyordu; SSAB veri sayfasındaki değerler kalınlığa göre Bölüm 2.1'de verilmiştir.
- Kaynağı gösterilmeyen uzama ve ısıl genleşme rakamları ile "S355/AR400" disk önerisi çıkarılmıştır.

Önceki sürümü kullananlar ön ısıtma değerlerini bu sürüme göre güncellemelidir.

1. Soru bağlamı

Önemli not: Bu raporda değerlendirilen malzeme kombinasyonu Sacdan Adam tarafından önerilmemiştir. Kombinasyon, parçayı üreten imalatçı firma tarafından belirlenmiş olup firma, kaynak uygunluğu hakkında teknik görüş talep etmiştir. Bu belge yalnızca söz konusu soruya yanıt niteliği taşır.

Tarımsal uygulamada kullanılacak çok kanatlı rotor/pervane, sap parçalama veya benzeri yoğun mekanik zorlanmaya maruz kalan bir tarım makinesi bileşenidir. İmalatçı firma kendi tasarım kararı olarak aşağıdaki kombinasyonu planlamış ve kaynak uygunluğunu sorgulamıştır:

Bileşen	Planlanan malzeme	Özellik (kaynak)
Kanatlar	Hardox 500	Sertlik 470–530 HBW (4–32 mm levha), tipik akma dayanımı 1 400 MPa — garanti edilmez; tipik darbe enerjisi 37 J / −40 °C (20 mm) (SSAB veri sayfası 152en, 2023-08-16)
Taban diski	St37 / S235JR	Genel yapı çeliği; değerler EN 10025-2'ye göre (en düşük akma dayanımı 235 MPa, ≤ 16 mm)

2. Teknik değerlendirme

2.1 Kaynak edilebilirlik ve çatlama riski KRİTİK

SSAB'ye göre Hardox aşınma çelikleri her geleneksel kaynak yöntemiyle kaynaklanabilir ve kaynak edilebilir diğer çeliklerle birleştirilebilir. **Yanıt:** Hardox 500 kanat ile St37 disk kaynakla birleştirilebilir; ancak aşağıdaki SSAB önerilerine uyulmazsa hidrojen çatlağı riski artar ve dinamik yük altında çalışan bir pervanede bu, kanat kopmasına kadar gidebilir.

Ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık (SSAB, alaşımsız ve düşük alaşımlı dolguyla, ısı girdisi ≥ 1,7 kJ/mm). Farklı çelikler kaynatılırken en yüksek ön ısıtmayı isteyen levha belirler; St37 tarafının ihtiyacı kendi üreticisinin önerisine göredir, ikisinden yüksek olan uygulanır.

Hardox 500 levha kalınlığı	En düşük ön ısıtma	En yüksek pasolar arası
13 mm'ye kadar	Gerekmez	225 °C
13,1–30 mm	175 °C	225 °C
30,1–103 mm	200 °C	225 °C

- Isı girdisi 1,0–1,69 kJ/mm ise ön ısıtma 25 °C artırılır; 1,0 kJ/mm'nin altında ön ısıtma SSAB WeldCalc ile hesaplanır.
- Nem yüksekse ya da ortam 5 °C'nin altındaysa en düşük ön ısıtma 25 °C artırılır.
- Ön ısıtma birleşimin iki yanında 75 mm'lik bölgede sağlanır; ölçümden önce 25 mm kalınlık başına en az 2 dakika beklenir. Öneriler punta kaynakları için de geçerlidir (punta en az 50 mm).

Dolgu malzemesi: Akma dayanımı en fazla 500 MPa olan alaşımsız ya da düşük alaşımlı dolgu; kaynak metalinde hidrojen en fazla 5 ml/100 g. Örnek sınıflar: örtülü elektrot EN ISO 2560-A E 42xH5 (AWS A5.5 E70X), MAG dolu tel EN ISO 14341-A G 42x (AWS A5.28 ER70X-X). Alternatif: östenitik paslanmaz dolgu, birinci tercih AWS 307, ikinci tercih AWS 309.

Hidrojen çatlağına karşı: Birleşimi pas, yağ, gres ve buzdan temizleyin; kök ve ağız aralığı 3 mm'yi geçmesin; başlangıç ve bitişleri köşelerden 50–100 mm uzağa koyun; artık gerilmeyi azaltan bir kaynak sırası uygulayın.

Kaynak sonrası: Hardox 500'de gerilim giderme tavlaması **yapılmamalıdır**; SSAB'ye göre bu yöntem yalnız HiTuf ve HiTemp için uygundur, diğer Hardox kalitelerinde mekanik özellikleri bozabilir. Hardox'un teslim özellikleri 250 °C'nin üzerinde korunamaz.

Karbon eşdeğeri (Hardox 500 levha, SSAB veri sayfası, en yüksek CET (CEV)): 4,0–13,0 mm: 0,38 (0,53) · 13,1–19,9 mm: 0,43 (0,64) · 20,0–39,9 mm: 0,45 (0,66) · 40,0–103,0 mm: 0,50 (0,91). SSAB'ye göre önerilen en düşük ön ısıtmaya uyulursa karbon eşdeğeri hesaplamak gerekmez.

2.2 Aşınma dengesi ve disk ömrü ORTA RİSK

Sacdan Adam değerlendirmesi. Hardox 500 kanatlar için yüksek aşınma direnci sağlar; St37 disk ise aşınmaya dayanıklı bir çelik değildir. Disk toprak ve taşla doğrudan temas edecekse St37 hızla incelir ve kanat kaynak bağlantılarının çevresi zayıflar. Disk yalnızca yapısal taşıyıcıysa St37 kabul edilebilir; sürtünme yüzeyi görecekse diskte de aşınmaya dayanıklı bir kalite (ör. Hardox 400) daha uzun servis ömrü sağlar.

2.3 Balans ve titreşim ORTA RİSK

Sacdan Adam değerlendirmesi. Kaynak sırasında oluşan çarpılma ve kullanımda kanatlarla diskin farklı hızlarda aşınması zamanla ağırlık dengesizliği yaratır. Yüksek devirde dönen çok kanatlı yapılarda bu, ciddi titreşime yol açar; traktörün kuyruk mili, şanzıman ve rulman yatakları kısa sürede hasar görebilir. Kaynak sonrası statik ve

dinamik balans alınmalıdır. Çarpılmayı azaltmak için SSAB'nin önerileri: düşük ısı girdisi, simetrik kaynak ve kaynak sırası, puntalar arası mesafenin kısaltılması, geri adım ya da atlamalı kaynak.

2.4 Dinamik yükler DİKKAT

Sacdan Adam değerlendirmesi. Sert ve yüksek dayanımlı kanat ile daha yumuşak ve sünek disk farklı rijitlikte davranır. Kanat sert bir taşa çarptığında darbe yükü doğrudan kaynak bölgesine iletilir. Bu nedenle kaynak kalitesi bağlantının ömrünü belirleyen ana etkendir.

3. Sonuç özeti

Risk alanı	Seviye	Gerekli önlem
Kaynak / çatlama	KRİTİK	SSAB ön ısıtması (13,1–30 mm: 175 °C; 30 mm üstü: 200 °C), pasolar arası en fazla 225 °C, düşük hidrojenli dolgu (≤ 5 ml/100 g) ya da AWS 307/309; gerilim giderme tavlaması yok
Aşınma dengesi	ORTA	Disk sürtünme görecekse aşınmaya dayanıklı kalite (ör. Hardox 400); yalnız yapısal ise St37 kabul edilebilir
Balans	ORTA	Kaynak sonrası mutlaka statik + dinamik balans
Şok yük	DİKKAT	Kaynak kalitesi belirleyici; sahada yedek pervane bulundurun
Kanat malzemesi	UYGUN	Kanatlar için Hardox 500 seçimi aşınma açısından uygundur

4. Genel değerlendirme

İmalatçı firmanın planladığı Hardox 500 + St37 kombinasyonu mantıksal temeli olan bir yaklaşımdır ("aşınan yüzey sert, taşıyıcı gövde işlenebilir"). Ancak bu kombinasyonun güvenli çalışabilmesi iki koşula bağlıdır: (1) kaynakların SSAB'nin kaynak önerilerine uygun — doğru ön ısıtma, düşük hidrojenli dolgu ve kontrollü ısı girdisiyle — profesyonelce yapılması; (2) kaynak sonrası dinamik balans alınması. Bu koşullar sağlanmadan tarlada kullanılan pervane, ağır zorlanmada kanat kopma riski taşır ve ciddi iş güvenliği tehlikesi oluşturur.

Üretim öncesinde kaynak prosedür şartnamesi (WPS) hazırlanması ve kaynaklı numune üzerinde tahribatsız muayene (UT veya MT) yapılması şiddetle tavsiye edilir. Kesin kaynak ayarları için SSAB WeldCalc uygulaması kullanılabilir.

5. Kaynaklar

- SSAB, *Welding of Hardox® wear plate*, 103-en, V5, 2024: ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık (Tablo 3, 4a), dolgu malzemesi (Tablo 5, 6), hidrojen çatlağı, çarpılma, kaynak sonrası ısıl işlem.
- SSAB, önerilen ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıklar (ssab.com web tablosu, 3 Kasım 2026'da broşürle karşılaştırıldı).
- SSAB, *Hardox® 500* veri sayfası, 152en, 2023-08-16: sertlik, tipik akma dayanımı, darbe enerjisi, karbon eşdeğeri, 250 °C notu.
- Ayrıntılı ve güncel rehber: sacdanadam.com/tr/hardox-sac/hardox-uygulama/hardox-kaynak

6. Sorumluluk reddi beyanı

Yanıt kapsamı. Bu rapor, imalatçı firmanın teknik sorusuna yanıt vermek amacıyla Sacdan Adam Nitelikli Çelik tarafından hazırlanmıştır. İçerik bilgilendirme niteliğinde olup bağımsız mühendislik analizi veya sertifikalı mühendislik görüşü niteliği taşımaz.

Malzeme seçimi sorumluluğu. Bu raporda değerlendirilen kombinasyon imalatçı firmanın kendi tasarım kararıdır. Sacdan Adam söz konusu kombinasyonu önermemiş; yalnızca sorulan teknik konuda görüş bildirmiştir. Malzeme seçimi, tasarım ve imalat kararlarından doğan sorumluluk münhasıran imalatçı firmaya aittir.

Tasarım ve imalat onayı. Parçanın statik/dinamik hesapları, kaynak prosedürü onayı ve imalat kalite kontrolünden doğan sorumluluk imalatçı firmaya ve varsa konuyu denetleyen yetkili mühendise aittir. Sacdan Adam bu süreçlerde herhangi bir sorumluluk üstlenmemektedir.

Malzeme temini. Sacdan Adam'ın sorumluluğu, sipariş edilen malzemenin ilgili EN/DIN/SSAB standartlarına uygun biçimde temin edilmesiyle sınırlıdır. Malzemenin doğru tasarım ve uygulama koşullarında kullanılması alıcının yükümlülüğündedir.

Üçüncü taraf onayı. Bu belge resmi makam onayı, CE sertifikası veya tip onayı olarak kullanılamaz. Tarım makinesinin piyasaya arzında Makine Direktifi 2006/42/EC ve Türk mevzuatı kapsamındaki yükümlülükler imalatçıya aittir.

Kaynak verileri. SSAB değerleri genel bilgi olarak yayımlanmıştır; SSAB yayınlarını zaman zaman günceller. Üretim için en güncel SSAB yayını esas alınmalıdır. Hardox®, WeldCalc™ SSAB grubunun ticari markalarıdır.

Bu belge Sacdan Adam Nitelikli Çelik tarafından elektronik olarak oluşturulmuştur. · sacdanadam.com · info@sacdanadam.com