

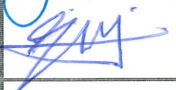
[TŞ-D40.0100]

[Rev. D 0000]

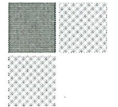
Şasi Kaynak Fikstürü Teknik Şartnamesi

[Yayın Tarihi : 02/07/2026]

[Revizyon Tarihi : .././20..]

	Ad Soyad	Unvan	İmza
Onaylayan	Sedat EMİNOĞLU	Fabrika Müdürü	
Kontrol Eden	Gökhan UZUNER	Teknik Şef	
Hazırlayan	Mustafa Alperen KARAOĞLU	Mühendis	

Form No: TTHF-18	Yayın Tarihi:	Rev. No: 00	Form Adı: TEKNİK ŞARTNAME FORMATI
---------------------	---------------	----------------	--------------------------------------



Revizyon Tarihçesi



İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	5
1.1. Konu	5
1.2. Tanımlamalar	5
1.3. Kısaltmalar	6
1.4. Belgeler Ve Standartlar	6
2. TEDARİK KAPSAMI	8
3. FİKSTÜR YAPISI VE MEKANİK TASARIM	9
3.1. Fikstür Şasisi ve Taşıyıcı Konstrüksiyon	9
3.1.1 Proje Tanımı	9
3.1.2 Sistem Mimarisi	12
3.1.3 Sistem Bileşenleri	13
3.1.4 Sistem Çalışma Prensibi	14
3.1.5 Alüminyum Araç Şasisi	14
3.1.6 Ürün Geometrisi	15
3.1.7 ÜRÜN BOYUTLARI	16
3.1.8 Ürün Toleransları	17
3.1.9 Kaynak Prosesi	17
3.2. FİKSTÜR TASARIM KRİTERLERİ	17
3.3. REFERANSLAMA VE KONUMLANDIRMA SİSTEMİ	20
3.4. KLEMP TASARIMI	22
3.5. TERMAL DAVRANIŞ VE DİSTORSİYON YÖNTEMİ	24
3.6. Elektrik ve Güvenlik Sistemleri	25
3.7. Kaynak Dumanı Emiş Sistemi	25
3.8. Ergonomi ve İş Güvenliği	26
4. Tasarım, Uygulama ve Kabul	27
4.1. Genel Kriterler	27
4.2. SAT (Site Acceptance Test)	28
4.3. Ölçüm ve Doğrulama	29
4.4. Kabul Kriterleri	29
5. GENEL ÖZELLİKLER	30
5.1. Genel Hükümler	30

5.2. Dokümantasyon	30
5.3. Garanti	31
5.4. Eğitim	31
EK 1 – REFERANS ÇİZİMLERİ	32

1. GİRİŞ

1.1. Konu

Bu teknik şartname TÜRASAŞ tarafından üretilecek alüminyum şasi komponentine kaynakacak parçaların kaynaklı birleştirilmesi sırasında kullanılacak kaynak fikstürünün tasarımı, imalatı, ambalajlanması, nakliyesi, TÜRASAŞ Alüminyum Gövde Üretim Fabrikasına kurulumu ve devreye alınması için gerekli asgari teknik şartları kapsar.

Fikstür, yüksek tekrarlanabilirlik, rijitlik ve ergonomi kriterlerini sağlayacaktır.

Tedarik edilecek olan fikstür anahtar teslim, kullanıma hazır ve CE uygunluk beyanı ile teslim edilecektir.

İstekli, bu şartnamenin gereklilikleri ile tamamen uyumlu bir çözüm teklif edecektir.

Sözleşme imzalandıktan sonra, bu şartnameden veya bu şartnamede bahsi geçen diğer şartname ve normlardan olası sapmalar, TÜRASAŞ'ın onayına tabidir.

İstekli, teklifi ile birlikte bu teknik şartnameye madde madde cevap verecektir.

❖ Bu teknik şartnamede aşağıdaki kısaltmalar ve tanımlamalar kullanılmıştır:

1.2. Tanımlamalar

- **İdare:** Türkiye Raylı Sistem Araçları Sanayi A.Ş.(TÜRASAŞ)
- **TÜRASAŞ:** Türkiye Raylı Sistem Araçları Sanayi A.Ş
- **İstekli:** Bu şartname kapsamındaki ürün tedarik ve/veya hizmeti sağlamak için ihaleye katılacak olan firmaları tanımlar.
- **Yüklenici:** İhaleyi kazanan ve bu şartname kapsamındaki hizmeti/ürünleri tedarik edecek olan firmadır.
- **Dokümantasyon:** Bu şartname kapsamında yüklenici firma tarafından temin edilecek teknik resimler, teknik raporlar, yazılımlar, kullanım ve bakım kılavuzları ve sözleşmenin akışında yüklenici tarafından kâğıt üzerinde veya dijital ortamda veya bir başka formatta hazırlanmış olan bütün diğer bilgiler anlamına gelmektedir.
- **Ürün / İş Parçası :** Bu şartname kapsamında fikstür üzerinde konumlandırılarak kaynak işlemlerine tabi tutulacak olan, alüminyum ekstrüzyon profiller ve diğer alüminyum bileşenlerden oluşan yaklaşık 26 m uzunluğundaki vagon şasi alt montajını ifade eder.
- **Fikstür :** Ürün veya iş parçasının kaynak işlemleri sırasında doğru konumda tutulmasını sağlayan, parça destekleme, konumlandırma ve bağlama görevlerini yerine getiren mekanik sistemin tamamını ifade eder.

- **Referanslama :** İş parçasının fikstür üzerinde belirlenen koordinat sistemine göre doğru konumda yerleştirilmesini sağlayan geometrik konumlandırma prensibini ifade eder.
- **Konumlandırma Elemanları :** İş parçasının fikstür üzerinde doğru pozisyona yerleştirilmesini sağlayan referans pimleri, dayama yüzeyleri, destek elemanları ve benzeri mekanik bileşenleri ifade eder.
- **Bağlama Mekanizması :** İş parçasının fikstür üzerinde sabitlenmesini sağlayan ve kaynak işlemi sırasında oluşabilecek kuvvetlere karşı parçanın konumunu koruyan mekanik, pnömatik veya hidrolik sistemleri ifade eder.
- **Saha Kabul Testi (SAT) :** Sistem kurulumu tamamlandıktan sonra kurulum sahasında gerçekleştirilen ve ekipmanın üretim ortamında çalışabilirliğini doğrulamak amacıyla yapılan test ve kontrol işlemlerini ifade eder.
- **SKA:** Sürücü kabinli araç anlamına gelmektedir.
- **OA:** Orta araç anlamına gelmektedir.

1.3. Kısaltmalar

Bu şartname kapsamında kullanılan teknik kısaltmalar ve bunların anlamları aşağıda verilmiştir. Listede yer alan kısaltmalar, dokümanlarda kullanılan terminoloji, raylı sistem üretimi ve fikstür otomasyonu ile doğrudan ilişkili kavramlardan seçilmiştir.

SAT : Site Acceptance Test – Saha kabul testi.

MIG : Metal Inert Gas – İnert gaz korumalı gazaltı ark kaynak yöntemi.

MAG : Metal Active Gas – Aktif gaz korumalı gazaltı ark kaynak yöntemi.

WPS : Welding Procedure Specification – Kaynak prosedürü şartnamesi.

PQR : Procedure Qualification Record – Kaynak prosedürü yeterlilik kaydı.

NDT : Non Destructive Testing – Tahribatsız muayene yöntemlerinin genel tanımı.

PT : Penetrant Testing – Sıvı penetrant muayenesi.

UT : Ultrasonic Testing – Ultrasonik muayene yöntemi.

MT : Magnetic Particle Testing – Manyetik parçacık muayenesi.

E-STOP : Emergency Stop – Acil durdurma sistemi.

ISO : International Organization for Standardization – Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu.

EN : European Norm – Avrupa standardı.

CE : Conformance Européenne – Avrupa uygunluk işareti.

kN : Kilonewton – Kuvvet ölçü birimi.

1.4. Belgeler Ve Standartlar

Bu şartname kapsamında tasarlanacak ve kurulacak fikstür sistemi ile ilgili tüm mühendislik faaliyetleri aşağıda belirtilen ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilecektir. Sistem tasarımı, mekanik konstrüksiyon, kaynaklı imalat, makine emniyeti, elektrik donanımı ve otomasyon sistemleri bu standartların ilgili hükümlerine uygun olacaktır. Aşağıda verilen standartların güncel versiyonları esas alınacaktır.

ISO 12100 – Safety of Machinery – General Principles for Design.

Makine tasarımında risk değerlendirmesi ve risk azaltma prensiplerini tanımlar.

ISO 13849-1 – Safety of Machinery – Safety Related Parts of Control Systems.

Makine kontrol sistemlerinde güvenlik fonksiyonlarının tasarım prensiplerini ve performans seviyelerini tanımlar.

IEC / EN 60204-1 – Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines.

Makine ve üretim ekipmanlarının elektrik donanımı için gerekli teknik şartları tanımlar.

EN ISO 3834 – Quality Requirements for Fusion Welding of Metallic Materials.

Kaynaklı imalat için kalite yönetimi ve üretim gerekliliklerini tanımlar.

EN ISO 15614-1 – Specification and Qualification of Welding Procedures for Metallic Materials.

Kaynak prosedürlerinin hazırlanması ve doğrulanması için gerekli kuralları tanımlar.

EN ISO 9606-1 – Qualification Testing of Welders.

Kaynakçıların yeterlilik testleri ve sertifikasyon gerekliliklerini tanımlar.

EN ISO 5817 – Welding – Quality Levels for Imperfections.

Kaynaklı birleşimlerde kabul edilebilir hata seviyelerini tanımlar.

ISO 13920 – Welding – General Tolerances for Welded Constructions.

Kaynaklı imalatlarda genel toleransları tanımlar.

ISO 2768 – General Tolerances.

Mekanik imalatlarda kullanılan genel tolerans sınıflarını tanımlar.

ISO 14122 – Safety of Machinery – Permanent Means of Access to Machinery.

Makine ve ekipmanlara güvenli erişim için gerekli tasarım kurallarını tanımlar.

ISO 14119 – Safety of Machinery – Interlocking Devices Associated with Guards.

Makine koruma sistemleri ve emniyet kilitleme cihazlarının gerekliliklerini tanımlar.

IEC 60529 – Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code).

Elektrik ekipmanlarının toz ve suya karşı koruma seviyelerini tanımlar.

ISO 14731 – Welding Coordination – Tasks and Responsibilities.

Kaynak koordinasyonu ile ilgili görev ve sorumlulukları tanımlar.

ISO 17637 – Non Destructive Testing of Welds – Visual Testing.

Kaynaklı birleşimlerin görsel muayene yöntemlerini tanımlar.

ISO 17640 – Non Destructive Testing of Welds – Ultrasonic Testing.

Kaynaklı birleşimlerin ultrasonik muayene yöntemlerini tanımlar.

ISO 3452 – Non Destructive Testing – Penetrant Testing.

Sıvı penetrant muayene yöntemini tanımlar.

ISO 17638 – Non Destructive Testing – Magnetic Particle Testing.

Manyetik parçacık muayene yöntemini tanımlar.

EN 15085 – Railway Applications – Welding of Railway Vehicles and Components.

Demiryolu araçları ve bileşenlerinde kaynaklı imalat için kalite ve üretim gerekliliklerini tanımlar.

EN 45545 – Railway Applications – Fire Protection on Railway Vehicles.

Demiryolu araçlarında yangın güvenliği gerekliliklerini tanımlar.

EN 50155 – Railway Applications – Electronic Equipment Used on Rolling Stock.

Demiryolu araçlarında kullanılan elektronik ekipmanların çevresel ve işletme koşullarına ilişkin gereklilikleri tanımlar.

EN 61310 – Safety of Machinery – Indication, Marking and Actuation.

Makine ve ekipmanlarda kullanılan işaretleme, gösterge ve kontrol elemanlarının tasarım kurallarını tanımlar.

Bu şartname kapsamında gerçekleştirilecek tasarım ve imalat faaliyetlerinde yukarıda belirtilen standartların ilgili hükümleri uygulanacaktır. Bu standartların gerekliliklerini karşılayan eşdeğer uluslararası standartların kullanılması durumunda, ilgili standartların idare tarafından değerlendirilmesi ve onaylanması gerekmektedir.

2. TEDARİK KAPSAMI

Alüminyum Gövdeli Milli Elektrikli Hızlı Tren Seti 8 araçtan oluşan bir konfigürasyonda üretilecektir.

SKA1 + OA1 + OA1 + OA4 + OA1 + OA2 + OA3 + SKA2

Tanımlar:

- SKA1 = Sürücü kabinli araç; standart tuvaletli
- SKA2 = Sürücü kabinli araç; standart tuvaletli, daha geniş yolcu koltuklarına sahip birinci sınıf
- OA1 = Orta araç; Alaturka tuvaletli
- OA2 = Orta araç; standart tuvalet ve büfe alanına sahip
- OA3 = PRM orta araç; universal tuvalet, yiyecek-içecek otomatı, PRM alanı ve 2 PRM asansörüne sahip
- OA4 = Orta araç; standart tuvaletli

Alüminyum araç şasisinin kaynaklanması sırasında iş parçasının doğru konumda, deformasyona sebep olmayacak şekilde sabitlenmesini sağlayacak:

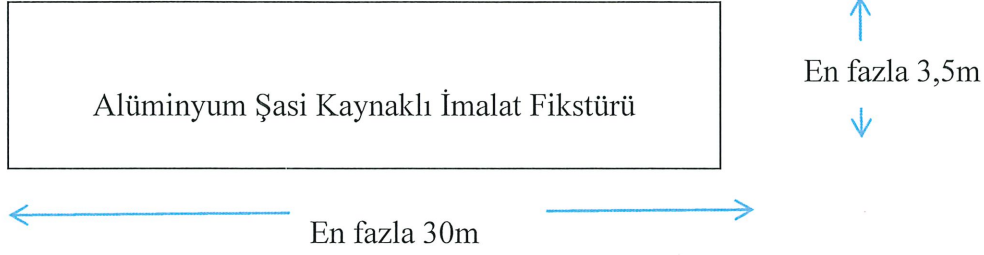
- Fikstür Şasisi ve Taşıyıcı Konstrüksiyon,
- Referanslama ve Dayama Elemanları,
- Manuel Klemp Yapıları,
- Klemp Taşıyıcıları ve Bağlantı Elemanları

ve benzeri asgari ekipmanlara sahip olacaktır.

- Alüminyum Şasi Komponenti Kaynaklı İmalat Fikstürü ölçüleri yaklaşık olarak 3000mm genişlik ve 26000mm uzunluktaki Alüminyum Şasilere kaynayan parçaların kaynaklı imalatına olanak sağlayacak bir yapıya sahip olacaktır. Fikstür, çok vardiyalı çalışma koşullarına uygun olacak ve sürekli üretimde geometrik stabilitesini koruyacaktır.

- Fikstür sistemi, benzer üretim projelerine uyarlanabilecek modüler yapıda tasarlanacak olup, ileride ihtiyaç duyulması halinde otomasyon ve robotik kaynak uygulamalarına

uyarlanmasına imkân sağlayacak yapısal ve geometrik özelliklere sahip olacaktır. Bu husus, mevcut tedarik kapsamında ilave otomasyon veya robotik sistemlerin sağlanacağı anlamına gelmez.



Şekil 1 - Referans Fikstür Maksimum Ölçüleri

3. FİKSTÜR YAPISI VE MEKANİK TASARIM

3.1. Fikstür Şasisi ve Taşıyıcı Konstrüksiyon

Fikstür şasisi mevcut projedeki 6 tip vagonun (SKA1, SKA2, OA1, OA2, OA3 ve OA4) şasilerine kaynayan parçalarının aynı fikstür şasisi üzerinde kaynaklanmasına imkân verecek şekilde tasarlanacaktır.

3.1.1 Proje Tanımı

- Bu proje, yaklaşık 26 m uzunluğunda alüminyum vagon şasi alt montajının MAG/MIG kaynak prosesi ile üretimi için kullanılacak sabit tip kaynak fikstür sisteminin tasarımını ve kurulmasını kapsar. Sistem, çok parçalı alüminyum profil ve levha bileşenlerden oluşan şasi geometrisinin, kaynak öncesi ve kaynak süresince belirlenen tolerans sınırları içerisinde tutulmasını sağlayacak şekilde tasarlanacaktır.
- Fikstür sistemi, uzun boylu yapı nedeniyle tek parça olarak değil, modüler bir yapı halinde kurgulanacaktır. İdarece sağlanan referans modeller doğrultusunda fikstür; nakliye, kurulum ve doğrusal hizalama gereksinimlerini karşılayacak modüler yapıda olacaktır.
- Modüller arası hizalama, sistemin ürün toleranslarını sağlayacak doğrulukta gerçekleştirilecektir.
- Şasi alt montajı, fikstür üzerinde 3-2-1 prensibine göre konumlandırılacaktır. Ana referans düzlemi, idarece sağlanacak teknik resimlerde tanımlanan referans yüzey esas alınarak oluşturulacaktır. Yan referanslar ve boyuna referans noktaları ise pim ve dayama kombinasyonu ile tanımlanacaktır. Bu yapı sayesinde parça, kaynak öncesi ve sonrası konumunu koruyacak şekilde sabitlenecektir.
- Alüminyum malzemenin yüksek ısıl genleşmesi dikkate alınarak fikstür tasarımında rijit sabitleme yerine kontrollü kısıtlama yaklaşımı uygulanacaktır. Boyuna yönde en az bir

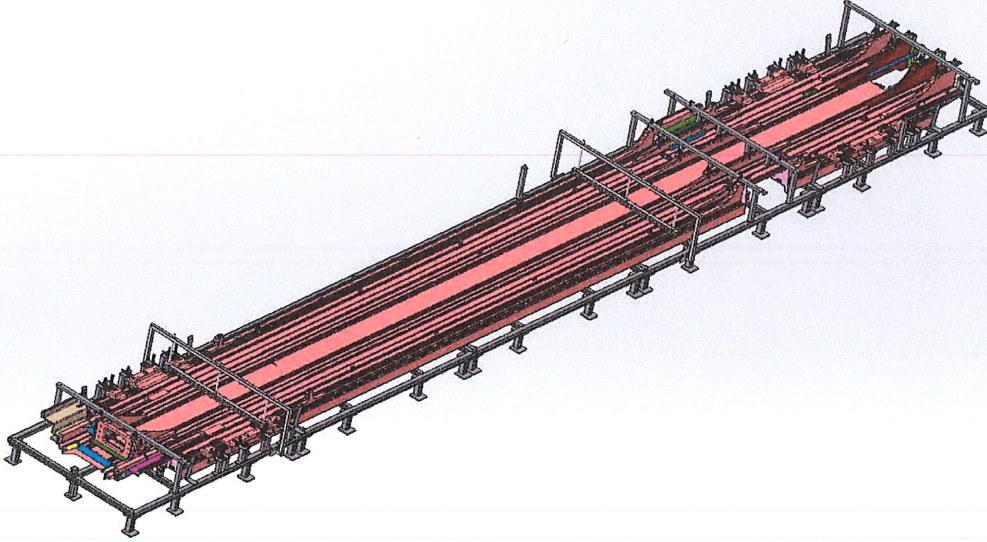
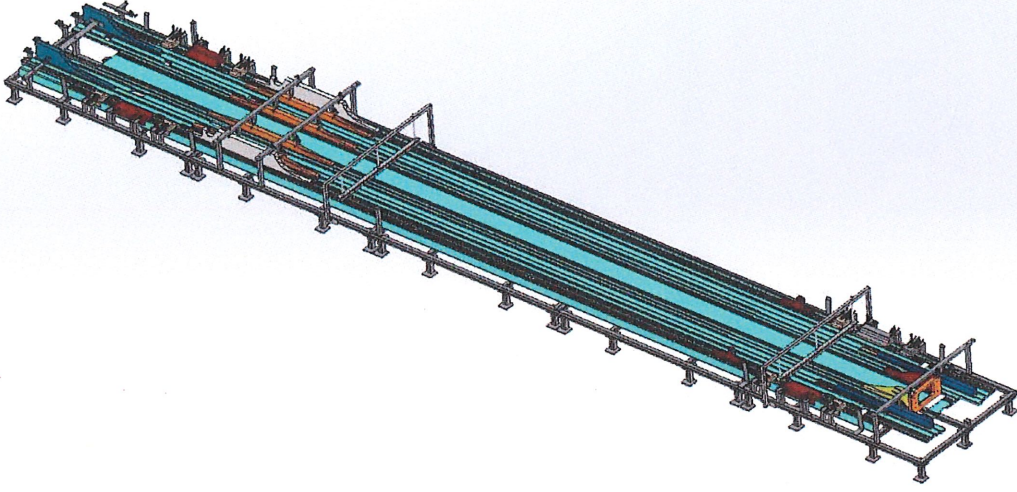
serbestlik derecesi bırakılarak termal uzama absorbe edilecek, buna karşılık enine ve düşey doğrultuda rijit bağlama sağlanacaktır.

- Bağlama sistemi, ağırlıklı olarak klemp elemanlarından oluşacaktır (bkz görsel-1). Klemp kuvvetleri parça kalınlığı ve kaynak sırasında oluşan çekme kuvvetleri dikkate alınarak seçilecektir. Teknik resimde kritik olarak tanımlanan ölçüler bölgelerde lokal deformasyonu önlemek amacıyla yeterli temas alanına sahip baskı pabuçları kullanılacaktır. Klemp elemanlarının yerleşimi, kaynak torç erişimini engellemeyecek şekilde uygun şekilde yerleştirilecektir.

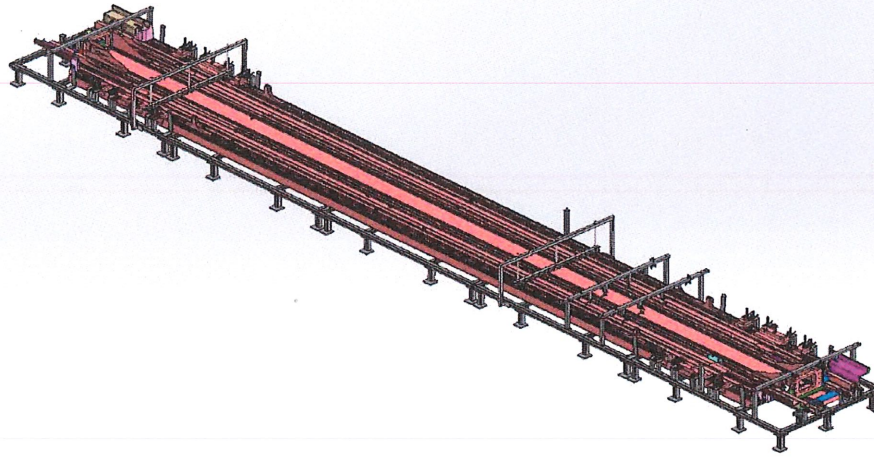
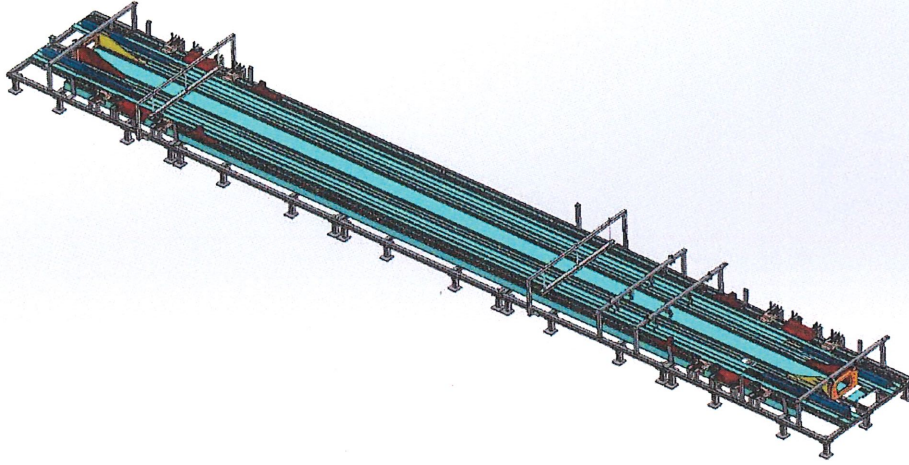


Görsel-1 *Görsel yalnızca referans amaçlıdır.

- Fikstür ana taşıyıcı konstrüksiyonu S355J2 malzemeden imal edilecek olup teknik resimde kritik olarak tanımlanan bölgelerde minimum 20 mm sac kalınlığı kullanılacaktır. Fikstür ve iş parçasında oluşabilecek sehimler, ürün toleranslarını olumsuz etkilemeyecek seviyede olacaktır. Bu doğrultuda alt şasi kirişleri kutu profil veya kaynaklı rijit konstrüksiyon olarak tasarlanacaktır.
- Proje çıktısı olarak kurulacak sistem, üretim hattında sürekli çalışma koşullarına uygun olacak, vardiyalı üretimde geometrik stabilitesini koruyacak ve bakım erişimi sağlanmış bir yapı sunacaktır. Sistem devreye alma aşamasında geometrik doğruluk, klemp fonksiyonları, parça yerleştirme, bağlama, kaynak erişimi ve parça sökme işlemleri üzerinden doğrulanacaktır.



Şekil 2 ve 3 - Referans niteliğinde SKA Şasi Fikstür Tasarımı



Şekil 4 ve 5 – Referans niteliğinde OA Şasi Fikstür Tasarımı

3.1.2. Sistem Mimarisi

- Kurulacak sistem; mekanik fikstür yapısı, bağlama ve konumlandırma elemanları ile gelecekte ihtiyaç duyulabilecek otomasyon veya robotik kaynak uygulamalarına mekanik uyarlabilirliği destekleyecek modüler mimari yaklaşımı esas alınarak tasarlanacaktır. Sistem mimarisi, uzun boylu şasi üretiminin gerektirdiği doğrusal yapı, modülerlik ve erişilebilirlik kriterlerini karşılayacak şekilde oluşturulacaktır.

- Mekanik yapı, doğrusal eksen boyunca yerleştirilmiş modüler fikstür segmentlerinden oluşacaktır. Her bir segment, kendi içerisinde referanslama, destekleme ve bağlama fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde bağımsız olarak tasarlanacak, ancak tüm sistem tek bir geometrik eksen üzerinde hizalanacak şekilde çalışacaktır. Segmentler arası bağlantı, hassas işlenmiş yüzeyler ve konumlama pimleri ile sağlanacak olup montaj sonrası doğrusal hizalama, sistemin ürün toleranslarını sağlayacak doğrulukta gerçekleştirilecektir.
- Sistem mimarisinde ana referans hattı, şasinin x eksenini boyunca tanımlanacaktır. Bu eksen, tüm modüller için ortak referans olarak kullanılacak ve sistemin geometrik doğruluğu bu hat üzerinden sağlanacaktır. Düşey ve enine doğrultularda ise modül bazlı referans yüzeyleri kullanılacaktır. Bu yapı sayesinde uzunluk boyunca oluşabilecek tolerans birikimi kontrol altına alınacaktır.
- Bağlama sistemi mimarisi, dağıtılmış klemp yapısı şeklinde olacaktır. Klemp grupları, parça geometrisine bağlı olarak lokal bölgelerde yoğunlaştırılacak ve özellikle kaynak dikişine yakın bölgelerde ürün toleranslarını sağlayacak şekilde konumlandırılacaktır.

3.1.3. Sistem Bileşenleri

- Fikstür sistemi, uzun boylu alüminyum şasi üretiminin gerektirdiği mekanik stabilite, konum doğruluğu ve proses kontrolünü sağlayacak şekilde birbirini tamamlayan alt sistemlerden oluşacaktır. Sistem bileşenleri, mekanik taşıyıcı yapı, referanslama elemanları, destek ve bağlama sistemleri, mekanik sistemler ve yardımcı ekipmanlar olarak kurgulanacaktır.
- Mekanik taşıyıcı yapı, fikstür sisteminin ana yük taşıyan bileşenidir. Bu yapı, boyuna eksen boyunca yerleştirilmiş modüler çelik konstrüksiyon segmentlerden oluşacaktır. Her bir segment, kaynak sırasında oluşacak statik ve dinamik yükleri karşılayacak şekilde tasarlanacak ve toplam yapı boyunca rijitlik sürekliliği sağlanacaktır. Taşıyıcı yapı üzerinde oluşabilecek maksimum sehim değeri, sistem uzunluğu dikkate alınarak hesaplanacak ve ürün toleranslarını olumsuz etkilemeyecek seviyede olacaktır. Bu amaçla ana giriş yapıları kapalı kesit profiller veya kaynaklı kutu konstrüksiyon şeklinde tasarlanacaktır.
- Referanslama elemanları iş parçasının fikstür üzerine her yerleştirildiğinde aynı konumda oturmasını sağlayacak şekilde hassas işlenmiş yüzeyler ve pimlerden oluşacaktır. Referans pimleri sertleştirilmiş çelikten üretilecek ve aşınmaya karşı değiştirilebilir tipte tasarlanacaktır. Referanslama amacıyla kullanılan işlenmiş yüzeylerde maksimum $\pm 0,1$ mm işleme toleransı olacaktır.
- Destek elemanları, uzun boylu şasinin kendi ağırlığı altında deformasyona uğramasını engelleyecek şekilde konumlandırılacaktır. Bu elemanlar, şasinin kritik noktalarında dağıtılmış şekilde yerleştirilecek ve destek elemanları, iş parçasında lokal deformasyona neden olmayacak şekilde yerleştirilecektir. Özellikle ince kesitli alüminyum profillerin bulunduğu bölgelerde lokal destekleme yapılacaktır.

- Bağlama sistemi, gerekli bağlama kuvvetini sağlayacak uygun mekanik, pnömatik veya hidrolik çözümlerden oluşacaktır. Klemp sistemleri, parça geometrisine bağlı olarak farklı tiplerde seçilecektir. Düşey baskı klemp elemanları, yan sıkıştırma elemanları ve lokal sabitleme elemanları birlikte kullanılacaktır. Klemp kuvvetleri kaynak sırasında oluşacak kuvvetlere karşı yeterli olacak şekilde belirlenecektir. İhtiyaç duyulan bölgelerde güvenli bağlama sağlayacak kilitleme mekanizmaları kullanılacaktır. Klemp pabuçları alüminyum yüzeyde iz bırakmayacak mühendislik plastiği veya eşdeğer malzemeden seçilecek, yüksek ısı girdisine maruz kalan bölgelerde sıcaklığa dayanıklı metal veya kompozit destek elemanları kullanılacaktır.

3.1.4. Sistem Çalışma Prensibi

- Fikstür sistemi, alüminyum vagon şasi alt montajının belirlenen üretim sırasına uygun şekilde konumlandırılması, sabitlenmesi ve kaynak operasyonuna hazır hale getirilmesi prensibi ile çalışacaktır. Sistem, operatör tarafından gerçekleştirilen parça yerleştirme işlemleri ile başlayacak ve manuel kaynaklı imalat süreci ile devam edecektir.
- Üretim sürecinin ilk aşamasında, şasiyi oluşturan ana ve yardımcı bileşenler fikstür üzerinde tanımlı referans noktalarına yerleştirilecektir. Yerleştirme işlemi sırasında parçaların referans yüzeylere tam oturması, mekanik dayamalar ve yönlendirme elemanları ile sağlanacaktır.
- Tüm bağlama işlemleri tamamlandıktan sonra sistem, kaynak operasyonuna hazır hale gelecektir. Kaynak işlemi operatör tarafından manuel veya yarı otomatik olarak gerçekleştirilecek olup, fikstür sistemi bu süreç boyunca parçanın konumunu koruyacaktır. Fikstür, kaynak sırasında oluşan ısı yükleri altında parça stabilitesini sağlayacak şekilde çalışacaktır.
- Kaynak işlemi sırasında yüksek ısı girdisine maruz kalan bölgelerde, termal deformasyonu azaltmak, kaynak ısını kontrolü şeklinde dağıtmak ve fikstür elemanlarını ısı etkilerden korumak amacıyla yüksek ısı iletkenliğine sahip ısı emici destek elemanları kullanılacaktır. Bu elemanlar bakır, bakır alaşımı veya eşdeğer teknik özellikte malzemeden imal edilebilecek olup, bakım ve değişime uygun yapıda olacaktır.
- Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra bağlama elemanları ters sıralama ile açılacak ve parça fikstür üzerinden alınmaya hazır hale getirilecektir. Bu aşamada operatör tarafından yapılan parça sökme işlemi sonrası sistem bir sonraki üretim döngüsüne hazır hale gelecektir.

3.1.5. Alüminyum Araç Şasisi

- Bu şartname kapsamında üretilecek ürün, alüminyum ekstrüzyon profiller ve levha bileşenlerden oluşan, yaklaşık 26 m uzunluğunda demiryolu vagon şasi alt montajıdır. Şasi yapısı, boyuna ana taşıyıcı kirişler, enine bağlantı elemanları ve lokal güçlendirme bileşenlerinden oluşan kaynaklı bir konstrüksiyon yapısına sahiptir.

- Şasi bileşenleri, farklı kesit geometrilerine sahip alüminyum profillerden oluşmakta olup bu profillerin birleştirilmesi ile ana taşıyıcı yapı elde edilmektedir. Alüminyum malzemenin düşük elastik modülü ve yüksek ısı genleşme katsayısı nedeniyle kaynaklı imalat sırasında oluşabilecek deformasyonlar tasarımın temel girdilerinden biri olarak ele alınacaktır.
- Şasi alt montajı, farklı vagon tiplerine ait varyantları kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu kapsamda sistem üzerinde SKA ve OA tip vagonlara ait alt şasi geometrileri işlenecektir. Farklı vagon tiplerine ait geometrik varyasyonlar, fikstür tasarımında dikkate alınacak ve sistem bu varyasyonlara uyum sağlayacak şekilde projelendirilecektir.
- Şasi yapısının uzun boylu ve ince kesitli olması nedeniyle, kendi ağırlığı altında oluşabilecek sehim ve deformasyonlar kritik bir parametre olarak değerlendirilecektir. Bu doğrultuda fikstür üzerinde çok noktalı destekleme yaklaşımı uygulanacak ve yük dağılımı dengeli olacak şekilde planlama yapılacaktır.
- Şasi üzerindeki referans noktaları, üretim sürecinde tekrarlanabilirliği sağlamak amacıyla belirlenmiş olup fikstür tasarımında esas alınacaktır. Bu referanslar, profil birleşim bölgeleri ve ana taşıyıcı hatlar üzerinde konumlandırılmıştır.

3.1.6. Ürün Geometrisi

- Bu şartname kapsamında üretilecek alüminyum vagon şasi alt montajı, birden fazla vagon tipine ait geometrik varyantları içermektedir. İdarece sağlanan teknik resimler doğrultusunda belirtilen vagon modelleri SKA1, SKA2, OA1, OA2, OA3, OA4 tiplerini kapsamaktadır.
- Bu vagon tipleri arasında ana taşıyıcı geometri büyük ölçüde benzer olmakla birlikte, enine bağlantı elemanlarının konumları, profil kesitleri, lokal güçlendirme elemanları ve bazı montaj noktaları farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, fikstür tasarımında ayarlanabilir veya değiştirilebilir elemanlar kullanılarak karşılanacaktır.
- Geometrik varyasyonlar özellikle aşağıdaki bölgelerde yoğunlaşmaktadır:
 - Enine travers yerleşimleri
 - Profil kesit farklılıkları
 - Lokal bağlantı ve montaj noktaları
 - Şasi üzerindeki ekipman bağlantı bölgeleri
- Fikstür sistemi, bu varyasyonları karşılayacak şekilde esnek bir yapı ile tasarlanacaktır. Bu kapsamda referans elemanlarının bir kısmı sabit tutulurken, varyant değişimine bağlı olarak ayarlanabilir destek ve konumlandırma elemanları kullanılacaktır. Ayarlanabilir elemanlar üzerinde konum tekrarını sağlayacak mekanik stoplar veya indeksleme sistemleri bulunacaktır.
- Farklı vagon tipleri arasında geçiş süresi minimum olacak şekilde tasarım yapılacaktır. Varyant geçiş sürelerini azaltmaya yönelik tasarım çözümleri tercih edilecektir.

- Şasi geometrisinin uzunluğu boyunca tolerans birikimini önlemek amacıyla, referans noktaları belirli segmentler halinde tanımlanacak ve her segment kendi içinde bağımsız doğruluk sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Bu yaklaşım, farklı vagon tipleri arasında geometrik doğruluğun korunmasına katkı sağlayacaktır.
- Bu bölümde tanımlanan geometrik varyasyonlar, fikstür sisteminin tasarımında doğrudan belirleyici olacak ve tüm konumlandırma, destekleme ve bağlama elemanları bu varyasyonları karşılayacak şekilde projelendirilecektir.

3.1.7. Ürün Boyutları

- Bu şartname kapsamında işlenecek alüminyum vagon şasi alt montajının toplam uzunluğu yaklaşık 26000 mm seviyesindedir. Şasi yapısı, boyuna doğrultuda uzanan ana taşıyıcı kirişler ve bu kirişleri birbirine bağlayan enine elemanlardan oluşan doğrusal bir geometriye sahiptir. Bu uzunluk, fikstür tasarımında doğrusal hizalama, sehim kontrolü ve tolerans birikimi açısından belirleyici ana parametredir.
- *Şasi genişliği*, vagon tipine bağlı olarak değişmekle birlikte yaklaşık 2 600 mm – 3 000 mm aralığındadır. Bu genişlik boyunca yer alan enine elemanların konumları ve kesit farklılıkları, destekleme ve bağlama noktalarının dağılımını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle fikstür tasarımında genişlik doğrultusunda ayarlanabilir destek elemanları öngörülmektedir.
- *Şasi yüksekliği*, profil kesitlerine bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup genel olarak 200 mm – 400 mm aralığında yer almaktadır.
- *Ana taşıyıcı profillerin uzunluğu*, şasi boyuna paralel olarak tek parça veya birden fazla segmentin birleşimi şeklinde olabilmektedir. Bu durum, kaynak sırası ve deformasyon davranışı açısından farklılık oluşturduğundan fikstür üzerinde destekleme aralıkları buna göre düzenlenecektir. Tipik destek aralıkları 800 mm – 1 200 mm arasında planlanacaktır.
- *Şasi alt montajı üzerinde yer alan enine elemanların aralıkları*, vagon tipine bağlı olarak değişmekte olup ortalama 500 mm – 1 000 mm aralığında yer almaktadır. Bu elemanların konumları, referanslama ve bağlama noktalarının yerleşiminde doğrudan belirleyici olacaktır.
- *Parça ağırlığı*, kullanılan alüminyum profil kesitlerine ve varyanta bağlı olarak değişmekle birlikte toplam şasi alt montaj ağırlığının yaklaşık 2 000 kg – 4 000 kg aralığında olması öngörülmektedir. Bu ağırlık, fikstür konstrüksiyonunun taşıma kapasitesi ve destekleme yapısının tasarımında dikkate alınacaktır.
- *Uzunluk boyunca oluşabilecek sehim değerleri*, hem parça hem de fikstür açısından kritik bir parametre olup sistem tasarımında bu değer maksimum 2 mm ile sınırlandırılacaktır. Bu hedef doğrultusunda hem fikstür taşıyıcı yapısı hem de parça destekleme noktaları mühendislik hesapları ile belirlenecektir.

- Bu bölümde tanımlanan boyutsal parametreler, fikstür sisteminin mekanik tasarımında temel girdi olarak kullanılacak ve idarece sağlanan referans modeller doğrultusunda verilen ölçü değerleri esas alınarak detay tasarım gerçekleştirilecektir.

3.1.8. Ürün Toleransları

- Bu şartname kapsamında işlenecek alüminyum vagon şasi alt montajının geometrik doğruluğu, üretim kalitesi ve montaj uyumu açısından kritik olup fikstür tasarımı bu toleransları sağlayacak şekilde yapılacaktır.
- Şasi alt montajı için toleranslar Teknik Resme göre olacaktır.
- Enine elemanların boyuna eksene göre konum toleransı ± 1 mm olarak alınacaktır. Düşey doğrultuda şasi düzlemselliği için maksimum sapma değeri ± 1 mm ile sınırlandırılacaktır. Bu toleranslar, fikstür üzerindeki referanslama ve destekleme elemanları ile sağlanacaktır.
- Kaynak sırasında oluşabilecek distorsiyon etkileri dikkate alınarak bağlama sırası ve destekleme noktaları buna uygun şekilde tasarlanacaktır. Klemp sistemlerinin her çevrimde aynı konum ve kuvvette çalışması sağlanacaktır.
- Kritik ölçüm noktaları tasarım aşamasında belirlenecek ve üretim sürecinde bu noktalar üzerinden tolerans kontrolleri gerçekleştirilecektir.

3.1.9. Kaynak Prosesi

- Kaynak prosesi, fikstür tasarımını doğrudan etkileyen bir parametre olarak ele alınacaktır. Fikstür, alüminyum şasinin kaynak sırasında doğru konumda tutulmasını ve ısı etkileri altında geometrik stabilitesinin korunmasını sağlayacak şekilde tasarlanacaktır.
- Alüminyum malzemenin yüksek ısı genleşmesi dikkate alınarak boyuna doğrultuda kontrollü serbestlik sağlanacak, kritik referans noktaları sabit tutulacaktır. Destekleme ve bağlama elemanları, kaynak sırasında oluşacak deformasyonu minimize edecek şekilde yerleştirilecektir.
- Klemp ve dayama elemanları, kaynak torçlarının erişimini engellemeyecek şekilde konumlandırılacaktır. Kaynak sırası ile uyumlu bağlama stratejisi uygulanacaktır.
- Parça ile temas eden yüzeylerde, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve alüminyum yüzeye zarar vermeyecek malzemeler kullanılacaktır.

3.2. FİKSTÜR TASARIM KRİTERLERİ

3.2.1. Genel Tasarım Yaklaşımı

- Fikstür sistemi, uzun boylu alüminyum vagon şasi üretiminde yüksek doğruluk ve stabilite sağlayacak şekilde, doğrusal referans hattı esas alınarak tasarlanacaktır. Sistem mimarisi, tüm modüllerin ortak bir eksen üzerinde hizalanmasını sağlayacak ve montaj sonrası ayar ihtiyacını minimuma indirecek şekilde kurgulanacaktır.

- Tasarımda, fikstürün sahada kurulumu ve ayarlanabilirliği önemli bir kriter olarak ele alınacaktır. Bu kapsamda modüller, sahada lazer hizalama veya benzeri ölçüm yöntemleri ile hızlı şekilde doğrultulabilecek yapıda olacaktır. Ana referans elemanları, montaj sonrası yeniden işleme gerektirmeyecek hassasiyette üretilecektir.
- Fikstür şasisi, uzunluk boyunca rijitlik sürekliliği sağlayacak şekilde tasarlanacak ve dinamik yükler altında titreşim davranışı kontrol altına alınacaktır. Kaynak operasyonu sırasında oluşabilecek mikro titreşimlerin parça konumuna etkisini azaltmak amacıyla, yapı içerisinde gerekli yerlerde sönümleyici yaklaşım benimsenerek kesit ve bağlantı detayları buna göre seçilecektir.
- Sistem tasarımında bakım ve erişilebilirlik kriterleri dikkate alınacaktır. Klemp ve hareketli mekanizmaların bakım gerektiren noktaları, operatör müdahalesine uygun erişim mesafelerinde konumlandırılacaktır. Özellikle uzun hat boyunca bakım erişimi için gerekli servis boşlukları bırakılacaktır.
- Fikstür, farklı varyantların aynı ana yapı üzerinde çalışmasına imkân verecek şekilde konfigüre edilecektir. Bu doğrultuda ana taşıyıcı yapı sabit tutulurken, varyanta bağlı değişen elemanlar modüler ve değiştirilebilir olarak tasarlanacaktır. Bu yapı, ürün değişimi sırasında sistemin tamamen sökülmesini gerektirmeyecek şekilde kurgulanacaktır.
- Tasarım sürecinde dijital doğrulama yöntemleri kullanılacaktır. Fikstür modeli, iş parçası ile birlikte üç boyutlu ortamda analiz edilerek erişilebilirlik, montaj sırası ve operasyon senaryoları doğrulanacaktır. Özellikle uzunluk boyunca oluşabilecek tolerans birikimi ve hizalama davranışı bu analizler ile kontrol edilecektir.

3.2.2. Mekanik Konstrüksiyon

- Fikstür ana taşıyıcı konstrüksiyonu, yük aktarımını kesintisiz sağlayacak şekilde kaynaklı çelik yapı olarak tasarlanacaktır. Taşıyıcı sistemde, eğilme ve burulma direncini artırmak amacıyla kapalı kesitli profil veya kutu konstrüksiyon tercih edilecektir. Kesit seçimleri, statik yükler ve bağlama kuvvetleri dikkate alınarak boyutlandırılacaktır.
- Ana şasi, zemin ile ayarlanabilir bağlantı elemanları üzerinden temas edecek şekilde tasarlanacaktır. Bu bağlantı elemanları, saha montajı sırasında hizalama düzeltmelerine imkân verecek ve yük dağılımını homojen şekilde zemine aktaracaktır.
- Modül veya alt bileşen bağlantı noktalarında cıvatalı birleşimler kullanılacak, bu bölgelerde lokal rijitlik kaybı oluşmaması için bağlantı yüzeyleri yeterli kalınlıkta tasarlanacaktır. Bağlantı elemanlarında gevşemeyi önleyici mekanik kilitleme çözümleri uygulanacaktır.
- Fikstür konstrüksiyonunda kullanılan tüm kaynaklı birleşimler, yapısal bütünlüğü sağlayacak şekilde tasarlanacak ve üretim sırasında deformasyon oluşturmayacak kaynak sıraları ile imal edilecektir. Kritik birleşim bölgelerinde kaynak sonrası gerilim giderme ihtiyacı tasarım aşamasında değerlendirilecektir.

- Ana konstrüksiyon yüzeyleri korozyona karşı korunacak, temas yüzeyi dışındaki bölgelerde endüstriyel ortama uygun boya / kaplama uygulanacaktır. Boya öncesi yüzey hazırlığı kumlama veya eşdeğer yöntem ile gerçekleştirilecektir.
- Fikstür konstrüksiyonu boya işleminde RAL7043 (Gri) ve RAL 2004 (Turuncu) kodlu renkler kullanılacaktır.

3.2.3. Modüler Yapı

- Fikstür sistemi, farklı vagon tiplerinin aynı ana yapı üzerinde işlenebilmesini sağlayacak şekilde modüler olarak tasarlanacaktır. Ana taşıyıcı şasi sabit kalacak, varyanta bağlı değişen elemanlar ise sökülüp takılabilir veya ayarlanabilir modüller halinde kurgulanacaktır.
- Modüler yapı içerisinde yer alan klemp, dayama ve referans elemanları, standart bağlantı arayüzleri üzerinden ana şasiye bağlanacaktır. Bu bağlantı noktaları, tüm varyantlar için ortak olacak şekilde konumlandırılacak ve farklı ekipmanların aynı noktalara monte edilebilmesine imkân verecektir.
- Varyant değişimi sırasında kullanılacak modüller, operatör tarafından hızlı ve hatasız şekilde değiştirilebilecek yapıda olacaktır. Bu amaçla bağlantı elemanları erişilebilir bölgelerde konumlandırılacak ve montaj/demontaj işlemleri için özel aparat gerektirmeyecek şekilde tasarlanacaktır.
- Modüller üzerinde konum tekrarını sağlamak amacıyla mekanik stoplar, referans yüzeyler veya pimleme sistemleri kullanılacaktır. Bu sayede her değişim sonrası ilave ayar ihtiyacı ortadan kaldırılacaktır.
- Modüler elemanların ağırlıkları, manuel taşımaya uygun sınırlar içerisinde tutulacak veya gerekli durumlarda kaldırma ekipmanı kullanımına uygun bağlantı noktaları sağlanacaktır. Bu elemanlar üzerinde kaldırma için uygun mapalar veya taşıma noktaları bulunacaktır.
- Farklı varyantlara ait ekipmanların karışmasını önlemek amacıyla modüller üzerinde tanımlayıcı işaretleme yapılacaktır. Bu işaretlemeler, doğru ekipmanın doğru konuma takılmasını sağlayacak şekilde açık ve kalıcı olacaktır.
- Bu yapı sayesinde, farklı vagon tipleri arasında geçiş süresi minimum seviyede tutulacak ve üretim sürekliliği sağlanacaktır.

3.2.4. Taşıyıcı Şasi Tasarımı

- Ana taşıyıcı şasi, fikstür üzerindeki tüm mekanik yükleri ve bağlama kuvvetlerini karşılayacak şekilde yüksek rijitlikte tasarlanacaktır. Yapı, yüklerin tek noktada yoğunlaşmasını engelleyecek ve tüm uzunluk boyunca homojen şekilde dağıtılmasını sağlayacak bir giriş sistemi mantığı ile kurgulanacaktır.
- Şasi üzerinde oluşacak yükler; iş parçası ağırlığı, klemp kuvvetleri ve operasyon sırasında oluşan dinamik etkiler dikkate alınarak hesaplanacaktır. Bu yükler altında

oluşabilecek deformasyonlar statik analiz ile değerlendirilecek ve kritik bölgelerde kesit güçlendirmeleri yapılacaktır.

- Ana taşıyıcı yapı, burulma rijitliğini artıracak şekilde kapalı kesit veya çok kirişli yapı olarak tasarlanacaktır. Özellikle uzunluk boyunca eksen kaçıklığı oluşturabilecek burulma etkilerine karşı, çapraz bağlantı elemanları veya rijitleştirici plakalar kullanılacaktır.
- Şasi üzerinde yer alan tüm alt sistemlerin bağlantı noktaları, lokal gerilme yığılmalarını önleyecek şekilde tasarlanacaktır. Bu bölgelerde yeterli yüzey alanı ve bağlantı rijitliği sağlanacak, ince kesitli bağlantılardan kaçınılacaktır.
- Zemin bağlantı noktaları, yük aktarımını dengeli sağlayacak şekilde dağıtılacaktır. Her bir bağlantı noktası, hem düşey yükleri hem de yatay kuvvetleri karşılayacak şekilde tasarlanacak ve gerekli durumlarda ankraj sistemi ile sabitlenecektir.
- Şasi üzerinde, ileride yapılabilecek revizyonlar ve eklemeler için boş bağlantı alanları bırakılacaktır. Bu alanlar, yeni ekipman veya modüllerin sisteme entegrasyonunu kolaylaştıracak şekilde standartlaştırılmış olacaktır.
- Taşıyıcı şasi, üretim ve montaj sırasında deformasyon oluşmaması için uygun kaynak sıraları ile imal edilecek ve montaj sonrası doğruluğu kontrol edilecektir.

3.3. REFERANSLAMA VE KONUMLANDIRMA SİSTEMİ

3.3.1. Referanslama Prensipleri

- Referanslama sistemi, iş parçasının her çevrimde aynı konumda yerleşmesini sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Referans noktalarının doğruluğu ve tekrarlanabilirliği, nihai ürünün teknik resim toleranslarını sağlayacak seviyede olacaktır.
- Referans elemanları, şasi üzerinde fonksiyonel açıdan kritik bölgelerde konumlandırılacaktır. Referans noktaları, uzunluk boyunca tolerans birikimini önleyecek şekilde dağıtılacaktır.
- Enine doğrultuda ise referanslama en az 2 farklı noktadan sağlanacaktır.
- Referans pimleri, aşınmaya dayanıklı malzemeden üretilecektir. Pim ve karşılık elemanları, hassas ve tekrarlanabilir konumlandırma sağlayacak toleranslarda tasarlanacaktır. Pimler, değiştirilebilir burç sistemi ile monte edilecektir.
- Referans yüzeyleri, fikstürün hedeflenen geometrik doğruluğunu sağlayacak hassasiyette işlenecektir.
- Referans giriş yüzeyleri, operatörün parçayı güvenli ve tekrarlanabilir şekilde yerleştirmesini sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Bu sayede operatör yerleşim hataları minimize edilecektir.
- Referans elemanları ile iş parçası arasındaki temas yüzeylerinde kullanılacak malzemeler, kaynak prosesi sırasında maruz kalacağı sıcaklık altında mekanik özelliklerini koruyacak ve alüminyum yüzeyde hasar oluşturmayacaktır.

- Montaj sonrası referans doğruluğu uygun ölçüm ekipmanları ile doğrulanacak ve fikstürün nihai ürün toleranslarını sağlayabildiği gösterilecektir.

3.3.2. Dayama Elemanları

- Dayama elemanları, iş parçasının fikstür üzerinde stabil şekilde taşınmasını ve referans noktalarına yönlendirilmesini sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Dayama yüzeyleri, parça geometrisine uygun temas sağlayacak ve yük dağılımını lokal deformasyon oluşturmayacak şekilde yayacaktır.
- Dayama elemanlarının yerleşimi, iş parçasında kalıcı deformasyon veya sehim oluşmasını engelleyecek şekilde belirlenecektir.
- Temas yüzeylerinde kullanılan malzemeler, alüminyum yüzeyde iz bırakmayacak ve deformasyona neden olmayacak özellikte olacaktır.
- Ayarlanabilir dayama elemanları, ince ayar imkânı sağlayacak şekilde tasarlanacaktır.
- Ayar aralığı varyant ve üretim ihtiyaçlarını karşılayacak seviyede olacaktır.
- Dayama elemanlarının gövde bağlantıları, gevşemeye karşı emniyetli olacak şekilde tasarlanacak ve titreşim altında konum kaybı oluşmayacaktır. Bağlantı noktalarında konum tekrarını sağlayan referans yüzeyler veya pimleme sistemi kullanılacaktır.
- Yük taşıyan dayama elemanları, minimum 2 kat emniyet katsayısı ile boyutlandırılacak ve statik yük altında deformasyon oluşturmayacak şekilde seçilecektir.

3.3.3. Konumlandırma Pimleri

- Konumlandırma pimleri, iş parçasının fikstür üzerindeki konumunun hassas ve tekrarlanabilir şekilde belirlenmesini sağlayacak ana referans elemanlarıdır. Pimler, parça üzerindeki uygun delik veya referans yüzeyler ile eşleşecek şekilde tasarlanacaktır.
- Pim ve karşılık elemanları, hassas ve tekrarlanabilir konumlandırma sağlayacak toleranslarda tasarlanacaktır.
- Pimler, aşınmaya karşı dayanıklı olacak şekilde minimum 50–55 HRC sertliğe sahip sertleştirilmiş çelikten imal edilecektir. Yüzeyler taşlanmış olacak ve yüzey pürüzlülüğü maksimum Ra 1,6 mikron seviyesinde olacaktır.
- Pimlerin giriş uçları, operatörün iş parçasını referans elemanlarına zarar vermeden kolay ve tekrarlanabilir şekilde yerleştirmesini sağlayacak uygun kılavuz geometrisine sahip olacaktır. Bu sayede parça yerleşiminde hizalama hataları tolere edilecektir.
- Her referans noktasında en az bir sabit pim ve bir serbest pim kullanılacaktır. Sabit pim konum doğruluğunu belirlerken, serbest pim montaj toleranslarını absorbe edecek şekilde tasarlanacaktır. Serbest pimlerde oval veya yönlü tolerans yapısı uygulanacaktır.
- Pimlerin montajı değiştirilebilir burç sistemi üzerinden yapılacaktır. Burç-pim bağlantıları, aşınma durumunda hızlı değişime imkân verecek şekilde tasarlanacaktır. Pimler bakım ve değişim işlemlerine uygun, kolay erişilebilir yapıda olacaktır.
- Pimlerin bağlandığı yüzeylerde, lokal deformasyonu önlemek amacıyla yeterli kalınlıkta destek plakaları kullanılacaktır. Bu bölgelerde bağlantı rijitliği korunacaktır.

- Konumlandırma pimlerinin doğruluğu uygun ölçüm yöntemleri ile doğrulanacak ve sistemin hedeflenen geometrik doğruluğunu sağlaması garanti edilecektir.

3.3.4. Ayarlanabilir Referans Sistemleri

- Ayarlanabilir referans elemanları, farklı vagon tiplerine ait geometrik varyasyonların aynı fikstür üzerinde karşılanmasını sağlayacak mekanik ayar mekanizmalarına sahip olacaktır.
- Ayarlanabilir referans elemanları, tüm varyantların geometrik gereksinimlerini karşılayacak hareket aralığına sahip olacaktır.
- Hareket mekanizmaları gerekli hassasiyet ve tekrarlanabilirliği sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Hareket sonrası konum sabitleme, mekanik kilitleme elemanları ile sağlanacak ve sistemde boşluk oluşmayacaktır.
- Kilitleme sonrası referans konumu korunacak ve ayar mekanizmasında boşluk oluşmayacaktır.
- Ayar pozisyonları, her varyant için önceden tanımlanmış referans noktalarına göre indekslenecektir. Varyant geçişleri operatör tarafından güvenli ve tekrarlanabilir şekilde gerçekleştirilebilecektir.
- Ayarlanabilir referans elemanlarının bağlantı yüzeyleri, yük altında konum kaybı oluşturmayacak şekilde tasarlanacaktır. Bu elemanlar, bağlama kuvvetlerinden bağımsız olarak konumlarını koruyacak rijitlikte olacaktır.
- Hareketli referans elemanlarında kullanılan tüm mekanik bileşenler, kaynak ortamına uygun olacak şekilde korunacaktır. Hareketli mekanizmalar kaynak çapakları, metal tozu ve benzeri çevresel etkilerden korunacaktır.
- Varyant geçiş süreleri üretimi minimum etkileyecek şekilde tasarlanacaktır.

3.4. KLEMP TASARIMI

3.4.1. Klemp Tasarım Kriterleri

- Klemp sistemi kaynak süresince iş parçasının konum stabilitesini sağlayacaktır.
- Klemp elemanları, parça geometrisine uygun temas sağlayacak ve lokal deformasyon oluşturmayacak şekilde seçilecektir.
- Doğrusal baskı elemanlarının strok mesafesi parça toleranslarını karşılayacak şekilde seçilecektir. Klemp mekanizmaları, yükleme ve boşaltma işlemlerini engellemeyecek açıklık sağlayacaktır. Klemp sistemi üretim çevrim süresini olumsuz etkilemeyecek hızda çalışacaktır. Klemp açılmaya karşı mekanik kilitli olacaktır.
- Klemp sistemi, gerekli bağlama kuvvetini güvenli ve tekrarlanabilir şekilde sağlayacaktır.
- Klemp sistemleri, kaynak torçlarının erişimini engellemeyecek şekilde konumlandırılacaktır. Özellikle kaynak bölgelerine yakın klemp elemanları, minimum yer kaplayacak kompakt tasarıma sahip olacaktır.

- Klemp elemanlarının montajı, değiştirilebilir ve ayarlanabilir yapıda olacaktır. Bu sayede bakım ve varyant değişimi sırasında hızlı müdahale imkânı sağlanacaktır.
- Klemp sistemlerinin tasarımında minimum 2 kat emniyet katsayısı esas alınacak ve tüm mekanik bileşenler bu kriter doğrultusunda boyutlandırılacaktır.

3.4.2. Klemp Yerleşimi

- Klemp elemanlarının yerleşimi, iş parçası geometrisi ve kaynak bölgeleri dikkate alınarak belirlenecektir. Yerleşim planı, parça üzerinde homojen kuvvet dağılımı sağlayacak ve lokal deformasyon riskini ortadan kaldıracak şekilde oluşturulacaktır.
- Klemp noktalarının sayısı ve yerleşimi, kaynak sırasında oluşabilecek deformasyonları önleyecek ve iş parçasının geometrik kararlılığını sağlayacak şekilde belirlenecektir.
- Klemp yerleşimi, kaynak dikişlerine göre konumlandırılacaktır. Klemp noktaları kaynak bölgesine müdahale etmeyecektir.
- Simetrik bölgelerde klemp elemanları karşılıklı yerleştirilecek ve kuvvetlerin dengeli dağılımı sağlanacaktır. Özellikle boyuna eksen boyunca klemp yerleşimi simetrik olacak ve parça üzerinde eğilme momenti oluşturmayacaktır.
- Kritik bağlantı bölgelerinde, birden fazla klemp elemanı kullanılarak lokal stabilite artırılacaktır. Bu bölgelerde klemp yoğunluğu standart aralığın %50 üzerinde olacak şekilde planlanacaktır.
- Klemp elemanlarının yerleşimi, operatör erişimini engellemeyecek ve parça yükleme/boşaltma işlemlerini zorlaştırmayacak şekilde tasarlanacaktır. Klemp kolları ve aktüatör gövdeleri, çalışma alanı dışında kalacak şekilde konumlandırılacaktır.

3.4.3. Klemp Kuvvetleri

- Klemp kuvvetleri, iş parçası geometrisi, malzeme özellikleri ve bağlama noktasının fonksiyonu dikkate alınarak hesaplanacaktır. Kuvvet değerleri, parçanın referans noktalarına tam oturmasını sağlayacak seviyede olacak, ancak yüzeyde kalıcı deformasyon oluşturmayacaktır.
- Her klemp noktası için uygulanacak kuvvet, temas yüzey alanına bağlı olarak sınırlandırılacaktır.
- Klemp kuvvetleri, sabit değerli olmayacak; parça kesitine ve bağlama bölgesine göre farklılaştırılacaktır. İnce kesitli bölgelerde kuvvetler daha düşük tutulacak, gerekli bağlama kuvvetini sağlayacak şekilde artırılacaktır.
- Her klemp elemanı üretim çevrimi boyunca uygulanan bağlama kuvvetini koruyacaktır.
- Klemp kuvvetlerinin parça üzerindeki etkisi, tasarım aşamasında analiz edilecektir. Kritik bölgelerde lokal gerilme dağılımı kontrol edilecek ve gerekli durumlarda temas yüzeyi genişletilecektir.
- Sistem devreye alma aşamasında, tüm klemp noktalarında uygulanan kuvvetler ölçülecek ve referans değerler ile karşılaştırılacaktır.

3.5. TERMAL DAVRANIŞ VE DİSTORSİYON YÖNTEMİ

3.5.1. Kontrollü Serbestlik Yapısı

- Fikstür tasarımında, iş parçasının tüm doğrultularda rijit olarak kısıtlanması yerine belirli eksenlerde kontrollü serbestlik sağlanacaktır. Bu yaklaşım, kaynak sırasında oluşan termal uzamaların sistem üzerinde gerilme birikimi oluşturmasını engellemek amacıyla uygulanacaktır.
- Boyuna ekseninde (X doğrultusu) serbestlik sağlanacak ve bu doğrultuda minimum ± 30 mm hareket toleransı bırakılacaktır. Bu hareket, referans noktasına göre tanımlanmış tek yönlü veya çift yönlü kayma yüzeyleri üzerinden gerçekleştirilecektir.
- Serbestlik sağlanan bölgelerde, kayma yüzeyleri düşük sürtünmeli malzemelerden seçilecek şekilde tasarlanacaktır. Bu yüzeylerde aşınmaya karşı değiştirilebilir plakalar kullanılacaktır.
- Serbestlik noktaları, sistem boyunca kontrolsüz hareket oluşmasını engelleyecek şekilde sınırlı sayıda tanımlanacaktır. Boyuna ekseninde en az 1 sabit referans noktası korunacak, diğer noktalar kontrollü kayma elemanları ile desteklenecektir.
- Enine ve düşey doğrultularda (Y ve Z eksenleri) parça konumu sabit tutulacak ve bu doğrultularda maksimum yer değiştirme ± 1 mm ile sınırlandırılacaktır.
- Serbestlik sağlayan elemanlar, klemp sisteminden bağımsız çalışacak şekilde tasarlanacaktır. Bağlama kuvvetleri, bu elemanların hareketini engellemeyecek ve parça üzerindeki gerilmeyi artırmayacaktır.

3.5.2. Distorsiyon Önleme Stratejileri

- Fikstür sistemi, kaynak sırasında oluşan distorsiyon etkilerini minimize edecek şekilde tasarlanacaktır. Distorsiyon kontrolü, bağlama sırası, destekleme dağılımı ve referans noktalarının konumlandırılması ile sağlanacaktır.
- Destekleme elemanları, parça üzerinde eğilme momenti oluşturmayacak şekilde yerleştirilecek ve yük dağılımı dengelenecektir. Kritik bölgelerde destek yoğunluğu artırılarak lokal deformasyon riski azaltılacaktır.
- Kaynak bölgelerine yakın alanlarda, bağlama elemanları ile destek elemanları arasındaki mesafe kaynak torcunun erişimini engellemeyecek şekilde düzenlenecek ve bu bölgelerde parça stabilitesi artırılacaktır.
- Fikstür tasarımında, bağlama ve destekleme elemanlarının sıralı çalışması dikkate alınacaktır. Tüm klemp elemanları aynı anda devreye girmek yerine belirli bir sıra ile aktive edilerek iç gerilmelerin dengelenmesi sağlanacaktır.
- Devreye alma aşamasında, örnek üretim parçaları üzerinde ölçüm yapılarak distorsiyon değerleri doğrulanacaktır. Ölçüm sonuçları, tasarım hedefleri ile karşılaştırılacak ve gerekli durumlarda sistem üzerinde düzeltmeler yapılacaktır.

3.6. Elektrik ve Güvenlik Sistemleri

3.6.1. Emniyet Sistemleri

- Fikstür sistemi, operatör güvenliğini sağlamak ve hatalı kullanım risklerini ortadan kaldırmak amacıyla endüstriyel emniyet standartlarına uygun olarak tasarlanacaktır. Fikstür tasarımında mekanik, elektriksel ve pnömatik riskler dikkate alınarak operatör güvenliğini sağlayacak tedbirler uygulanacaktır.
- Elektrikli veya pnömatik emniyet fonksiyonları bulunan sistemlerde, emniyet devreleri ilgili makine emniyeti standartlarına uygun olarak tasarlanacak ve hata durumunda sistem güvenli duruma geçecektir.
- Fikstür üzerinde bulunan tüm hareketli elemanlar, operatör erişimi açısından değerlendirilecek ve gerekli durumlarda fiziksel koruma elemanları ile izole edilecektir. Operatörün erişebileceği hareketli mekanik elemanlar için ilgili makine emniyeti standartlarına uygun fiziksel koruma elemanları veya eşdeğer güvenlik önlemleri uygulanacaktır.
- Devreye alma aşamasında, tüm acil stop noktaları test edilecek ve sistemin doğru tepki verdiği doğrulanacaktır.
- Elektrikli kontrol sistemi bulunan uygulamalarda emniyet fonksiyonları, kontrol fonksiyonlarından bağımsız çalışacak şekilde tasarlanacaktır.
- Fikstür üzerinde operatör açısından ezilme, sıkışma ve kesilme riski oluşturabilecek bölgeler tasarım aşamasında değerlendirilecek, gerekli görülen noktalarda mekanik koruma veya uyarı işaretlemeleri uygulanacaktır.

3.7. Kaynak Dumanı Emiş Sistemi

- Kaynak dumanı ve partikül emisyonlarının kontrol altına alınması amacıyla merkezi filtreleme ve emiş sistemi kullanılacaktır. Sistem, kaynak noktasından doğrudan emişin mümkün olmadığı uygulamalar için uygun olacaktır.
- Sistem, minimum 20.000 m³/h hava debisine sahip olacaktır. Emiş kapasitesi, üretim ihtiyacına göre ayarlanabilir olacaktır.
- Sistem, radyal fan tipine sahip olacak olup, toplam motor gücü minimum 11 kW olacaktır. Motorlar sürekli çalışmaya uygun yapıda olacaktır.
- Filtrasyon sistemi, M sınıfı toz tutma performansına sahip olacak ve minimum %99,9 filtrasyon verimi sağlayacaktır. Standart filtre sınıfı minimum F9 (MERV 16) seviyesinde olacaktır. İhtiyaç halinde H13 sınıfı filtre kullanılabilir.
- Sistem, minimum 9 adet filtre elemanından oluşacak ve otomatik darbe (Jet-Pulse) temizleme sistemine sahip olacaktır. Filtre temizliği üretimi durdurmadan gerçekleştirilecektir.
- Filtre ortamı yanmaya dayanıklı ve yüksek sıcaklığa uygun özellikte olacaktır. Filtre malzemesi uzun ömürlü ve değiştirilebilir yapıda olacaktır.

- Sistem, minimum 300 m² etkin filtrasyon alanına sahip olacaktır. Filtrasyon alanı, yüksek debide dahi performans kaybına neden olmayacak şekilde tasarlanacaktır.
- Hava giriş açıklıkları, kaynak istasyonları ile uyumlu olacak şekilde tasarlanacak olup, toplam hava giriş kesiti minimum 0,4 m² olacaktır.
- Sistem, 400 V – 50 Hz şebeke gerilimi ile çalışmaya uygun olacaktır. Nominal akım değeri sistem kapasitesine uygun seçilecek ve aşırı akıma karşı korunacaktır.
- Sistem üzerinde dokunmatik veya dijital ekranlı kontrol paneli bulunacaktır. Kontrol sistemi, hız ayarı ve arıza izleme fonksiyonlarına sahip olacaktır.
- Sistem, değişken hızlı çalışmaya imkân sağlayan entegre frekans invertörüne sahip olacaktır.
- Sistem çalışması sırasında oluşan ses seviyesi, maksimum kapasitede 75 dB(A) değerini aşmayacaktır.
- Sistem, minimum 300 litre hacminde toz toplama haznesine sahip olacaktır. Toz haznesi sızdırmaz, kolay boşaltılabilir ve güvenli yapıda olacaktır.
- Sistemin toplam dış ölçüleri, kurulum alanını aşmayacak şekilde maksimum 2.500 x 2.000 x 4.000 mm boyutlarında olacaktır.
- Sistemin toplam ağırlığı, taşıyıcı yapı ve zemin kapasitesini aşmayacak şekilde maksimum 2.000 kg olacaktır.
- Sistem, CE uygunluk beyanına sahip olacaktır ve ilgili iş sağlığı ve güvenliği mevzuatlarına uygun olacaktır.
- Sistem, filtrelenen havanın geri dolaşıma verilmesine imkân sağlayacak şekilde tasarlanacak ve enerji verimliliği sağlayacaktır.
- Sistem, Plug&Play özellikte olacak ve kurulum sonrası ilave yazılım veya donanım gerektirmeden çalışır durumda teslim edilecektir.
- Sistem, fikstür ve kaynak istasyonları ile entegre çalışabilecek şekilde projelendirilecektir. Emiş ağızlarının konumu üretim ergonomisine uygun olacaktır.
- Sistem, sürekli üretim koşullarında minimum %95 emiş verimi sağlayacak kapasitede olacaktır.
- Filtreler, fanlar ve sarf malzemeleri kolay temin edilebilir ve değiştirilebilir yapıda olacaktır.
- Bakım, temizlik ve filtre değişimi işlemleri operatör tarafından güvenli şekilde yapılabilecek tasarımda olacaktır.

3.8. Ergonomi ve İş Güvenliği

- Yüklenici firma, fikstürün imalatı, montajı, taşınması, devreye alınması ve test süreçlerinde yürürlükteki iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uymakla yükümlüdür.
- Tüm çalışmalar;
 - 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu,
 - İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği,
 - Makine Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT),

- TS EN ISO 12100 “Makinalarda Güvenlik – Tasarım için genel prensipler”,
 - TS EN 60204-1 “Makinalarda Güvenlik – Makinaların Elektrik Donanımı”,
 - TS EN ISO 13857 “Tehlikeli bölgelere erişimin önlenmesi için güvenlik mesafeleri” hükümlerine uygun olarak gerçekleştirilecektir.
- Fikstür tasarımında operatör sıkışması, ezilme, kesilme, devrilme ve çarpma riskleri dikkate alınacaktır. Risk oluşturan hareketli bölgelerde gerekli emniyet tedbirleri alınacaktır.
 - Operatörün el, kol veya vücudunun tehlikeli bölgeye erişmesini engelleyecek koruma mesafeleri TS EN ISO 13857 standardına uygun olacaktır.
 - Hareketli mekanizmalar, silindirler, kızaklar ve döner parçalar uygun koruma elemanları ile emniyet altına alınacaktır. Keskin köşe ve çapaklı yüzey bırakılmayacaktır.
 - Pnömatik veya hidrolik sistem kullanılan fikstürlerde ani basınç boşalması, hortum fırlaması ve kontrolsüz hareket risklerine karşı gerekli emniyet tedbirleri alınacaktır. Kullanılan ekipmanlar çalışma basıncına uygun olacaktır.
 - Elektrik sistemi bulunan fikstürlerde; uygun topraklama, kısa devre koruması ve acil durdurma sistemi bulunacaktır. Elektrik ekipmanları TS EN 60204-1 standardına uygun olacaktır.
 - Fikstürde operatör tarafından kolay erişilebilir en az bir adet acil stop butonu bulunacaktır. Acil durdurma fonksiyonları ilgili emniyet standardına uygun olarak çalışacaktır.
 - Ağır parçaların kaldırılması veya taşınması gereken durumlarda kaldırma mapaları, taşıma noktaları ve ağırlık merkezi bilgileri fikstür üzerinde işaretlenecektir.
 - Fikstürün devrilmesini önleyecek konstrüksiyon tedbirleri alınacak, gerekli durumlarda zemine sabitleme bağlantıları sağlanacaktır.
 - Kaynak işlemleri sırasında oluşabilecek duman, sıcak yüzey, kıvılcım ve çapak risklerine karşı uygun koruma önlemleri alınacaktır.
 - Kullanılan tüm malzeme ve ekipmanlar CE uygunluk beyanı şartlarını sağlayacaktır. Talep edilmesi halinde uygunluk belgeleri idareye sunulacaktır.
 - Yüklenici firma teslim öncesinde gerekli risk değerlendirmelerini yapacak ve talep edilmesi halinde idareye sunacaktır.
 - Fikstür üzerinde gerekli uyarı etiketleri, yön işaretleri ve sıkışma noktası uyarıları kalıcı şekilde bulunacaktır.
 - Operatör kullanım ve bakım talimatları Türkçe olarak hazırlanarak teslim edilecektir.
 - Bakım ve ayar işlemleri sırasında enerjinin güvenli şekilde kesilebilmesi amacıyla kilitleme/etiketleme uygulamasına uygun yapı sağlanacaktır.

4. Tasarım, Uygulama ve Kabul

4.1. Genel Kriterler

- Tasarım çalışmaları Yüklenicinin sorumluluğundadır. Tüm tasarım ve uygulama süreçleri, İdare ile eşgüdüm içerisinde yürütülecek olup, koordinasyon eksikliğinden, hatalı tasarımdan veya eksik çalışmalardan kaynaklanabilecek her türlü gecikme ve olumsuzluk Yükleniciye ait olacaktır.
- Tasarım süreci kapsamında hazırlanacak ön tasarım ve/veya nihai tasarım dokümanları İdarenin onayına sunulacak, İdarenin yazılı onayı alınmadan fikstür imalatına kesinlikle başlanmayacaktır. İdare tarafından talep edilecek revizyonlar, sözleşmede belirtilen

süreler ve kapsam dâhilinde Yüklenici tarafından bedelsiz olarak yerine getirilecek olup, bu revizyonlardan kaynaklanan gecikmeler Yükleniciye süre uzatımı hakkı doğurmaz.

- Fikstür kurulumunda kullanılacak malzemelerin nakliyesi için gerekli olan mobil vinç, kamyon, TIR ve benzeri tüm taşıma araçlarının temini Yükleniciye aittir. Bu faaliyetler sözleşme kapsamında olup, herhangi bir ek ücret talep edilemez.
- Fabrika sahası içerisinde mevcut tavan vinçleri, montaj faaliyetleri sırasında İdarenin uygun görmesi hâlinde kullanılabilir.
- Fikstürlerin kurulumu ve montajı sırasında meydana gelebilecek her türlü iş kazası, can ve mal kaybı ile tezgâh, atölye veya fabrika sahasında oluşabilecek hasarlardan Yüklenici sorumlu olacak; söz konusu zararları derhal ve bedelsiz olarak gidermekle yükümlüdür.
- Fikstürlerin devreye alma aşamasında Yüklenici ile birlikte 1 adet SKA şasi ve 1 adet OA şasi kaynaklı imalatı gerçekleştirilecektir. Kaynak işlemi öncesinde ve sonrasında geometrik uygunluğun doğrulanması amacıyla TÜRKAK/TSE tarafından akredite edilmiş bir kuruluş tarafından ölçüm yapılacaktır. Ölçüm hizmetini gerçekleştirecek kuruluşun belirlenmesi, organizasyonu ve ilgili tüm giderler Yükleniciye aittir.
- Geometrik uygunluk, İdare tarafından sağlanan teknik resimlerde belirtilen tolerans aralıkları esas alınarak değerlendirilecektir. Yapılacak tüm ölçüm ve doğrulama işlemlerinde tolerans değerleri bağlayıcıdır. Tolerans dışı kalan parçalar, Yüklenici tarafından bedelsiz olarak düzeltilir, düzeltilemeyecek durumda olan malzemelerin bedelleri yüklenici tarafından karşılanacaktır.
- Kaynak işlemleri yapılan 1 adet OA şasi ve 1 adet SKA şasi, geometrik olarak teknik resimlerde belirtilen toleranslara uygun şekilde teslim edilmesinden sonra kabul işlemleri gerçekleştirilecektir.
- Yüklenici Firma, sözleşmenin imzalanmasını müteakip işe başlamadan önce çalıştıracağı tüm personeline ait kimlik bilgilerini, sağlık raporlarını, yüksekte çalışabilir raporlarını ve SGK kayıtlarını İdareye teslim etmekle yükümlüdür.
- Yüklenici Firma, kurum sahasında bulunduğu süre zarfında TŞ-44.469 nolu "TÜRASAS Genel Müdürlüğü Sakarya Bölge Müdürlüğü Sahasında Çalışan Alt İşveren/Yüklenici Firmalar ve Çalışanlarının Uyması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çevre Kuralları Teknik Şartnamesi"ne tam olarak uymak zorundadır.
- Yüklenici Firma'nın personeli tarafından TŞ-44.469 ve diğer ilgili iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına aykırı davranışlardan doğacak her türlü kaza, zarar veya gecikmeden Yüklenici sorumlu olacaktır.

4.2. SAT (Site Acceptance Test)

- Fikstür sistemi, kurulum ve devreye alma işlemleri tamamlandıktan sonra saha kabul testine tabi tutulacaktır. SAT süreci, sistemin gerçek üretim ortamında tasarım gereksinimlerini karşıladığını doğrulamak amacıyla gerçekleştirilecektir.

- SAT kapsamında, sistemin mekanik kurulumu, zemin hizalaması ve bağlantıları kontrol edilecektir. Fikstür doğrusal hizalaması ölçülecek ve toplam sapma değeri $\pm 0,5$ mm sınırı içerisinde olacaktır.
- Tüm klemp elemanları saha koşullarında test edilerek doğru çalıştığı ve parça üzerinde tekrarlanabilir bağlama sağladığı doğrulanacaktır. Klemp sistemi üretim çevrim süresini olumsuz etkilemeyecek şekilde çalışacaktır.
- Sistem üzerinde gerçek veya temsili iş parçaları ile deneme çalışmaları yapılacaktır. En az 2 çevrimlik test üretimi gerçekleştirilerek sistem stabilitesi gözlemlenecektir.
- Emniyet sistemleri saha ortamında test edilerek acil stop ve diğer güvenlik fonksiyonlarının doğru çalıştığı doğrulanacaktır. Tüm emniyet senaryoları test edilecektir.
- Sistem performansı, üretim akışı içerisinde değerlendirilerek çevrim süreleri ve operasyon sürekliliği kontrol edilecektir.
- SAT süreci sonunda tüm test sonuçları kayıt altına alınacak ve saha kabul raporu hazırlanacaktır. Sistem, tüm testlerin başarıyla tamamlanmasının ardından kabul edilecektir.

4.3. Ölçüm ve Doğrulama

- Fikstür sisteminin geometrik doğruluğu ve fonksiyonel performansı, uygun ölçüm ve doğrulama yöntemleri ile kontrol edilecektir. Ölçüm süreçleri, sistemin tasarım kriterlerine uygunluğunu doğrulayacak şekilde planlanacaktır.
- Geometrik doğruluk ölçümleri, lazer tracker, total station veya eşdeğer hassas ölçüm sistemleri ile gerçekleştirilecektir. Ölçümlerde kullanılacak ekipmanlar, talep edilen toleransları doğrulayabilecek hassasiyete sahip olacaktır.
- Klemp sistemlerinin etkisi altında oluşan deformasyonlar ölçülecek ve parça üzerinde oluşan maksimum yer değiştirme değeri ± 1 mm sınırı içerisinde olacaktır.
- Tüm ölçüm sonuçları kayıt altına alınacak ve ölçüm raporları oluşturulacaktır. Bu raporlar, sistem kabul sürecinin bir parçası olarak değerlendirilecektir.
- SAT sürecinde gerçek iş parçası üzerinde gerçekleştirilen deneme üretimi sonrasında, iş parçasının idare teknik resimlerinde belirtilen kritik ölçü ve toleransları sağladığı doğrulanacaktır.

4.4. Kabul Kriterleri

- Fikstür sisteminin kabulü, SAT ve ölçüm doğrulama süreçlerinde elde edilen sonuçların bu şartnamede tanımlanan teknik kriterleri karşılaması ile gerçekleştirilecektir. Tüm test ve doğrulama sonuçları birlikte değerlendirilerek nihai kabul kararı verilecektir.

- Fikstür üzerinde imal edilen numune şasi, idarenin teknik resimlerindeki toleransları sağlayacaktır.
- Klemp sistemleri, tüm bağlama noktalarında stabil ve tutarlı performans göstermelidir. Tüm klemp elemanları tasarlanan fonksiyonlarını eksiksiz yerine getirecektir.
- Emniyet fonksiyonlarının doğru çalıştığı SAT sırasında doğrulanacaktır.
- Tüm test, ölçüm ve doğrulama sonuçları raporlanacak ve bu raporlar üzerinden sistemin şartnameye uygunluğu değerlendirilecektir. Tüm kriterlerin sağlanması durumunda sistem kabul edilecektir.

5. GENEL ÖZELLİKLER

5.1. Genel Hükümler

- Bu teknik şartnamede belirtilen teknik kriterler sistemden beklenen asgari gereklilikleri ifade etmektedir. Yüklenici, aynı veya daha yüksek performansı sağlayan alternatif teknik çözümler önerebilir. Alternatif çözümler, İdarenin yazılı onayı alınmadan uygulanamaz.
- Bu teknik şartnamede açıkça belirtilmemiş olsa dahi, sistemin çalışır durumda teslimi ile şartnamede belirtilen performans ve kabul kriterlerinin sağlanması için gerekli olan bağlantı elemanları, yardımcı ekipmanlar ve tamamlayıcı bileşenler yüklenicinin tedarik kapsamında olacaktır.
- Şartname ile teknik resimler veya İdare tarafından sağlanan diğer teknik dokümanlar arasında çelişki tespit edilmesi halinde, yüklenici imalata başlamadan önce durumu yazılı olarak İdareye bildirecek ve İdarenin yazılı görüşü doğrultusunda işlem yapacaktır.

5.2. Dokümantasyon

- Kullanılacak metallerin geçerli malzeme sertifikaları.
- Nihai fikstürün 3 boyutlu (3D) ve 2 boyutlu (2D) teknik çizimleri.
- Nihai fikstüre iş parçasının yerleştirilmesini gösteren görsel simülasyon (3D hareketli animasyon) ve ilgili açıklayıcı dokümanlar.
- Tezgâh üzerinde uygulanacak İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) kurallarına uygun tüm uyarı levhaları.
- Çalıştıracığı tüm personele ait kimlik bilgileri, sağlık raporları, yüksekte çalışabilir raporları ve SGK kayıtları.
- Fikstür sistemi ile birlikte, sistemin kurulumu, işletilmesi, bakımı ve arıza giderimi için gerekli tüm teknik dokümantasyon eksiksiz olarak sağlanacaktır. Dokümantasyon Türkçe hazırlanacak ve PDF ile düzenlenebilir formatta teslim edilecektir.
- Teknik dokümantasyon kapsamında mekanik tasarım çizimleri, montaj resimleri, elektrik şemaları, pnömatik devre şemaları ve sistem yerleşim planları bulunacaktır. Tüm çizimler, üretim ile uyumlu ve güncel versiyonları içerecektir.
- Bakım ve kullanım kılavuzları, sistemin tüm fonksiyonlarını kapsayacak şekilde hazırlanacaktır. Bu dokümanlar, bakım periyotları, parça değişim prosedürleri ve arıza giderme adımlarını içerecektir.

- Dokümantasyon, minimum 2 adet basılı kopya ve dijital ortamda teslim edilecektir. Dijital teslimat, PDF ve düzenlenebilir format (örn. DWG, STEP, program dosyaları) içerecektir.
- Tüm dokümanlar sistem teslimi sırasında eksiksiz olarak sağlanacak ve güncel revizyon bilgileri ile birlikte sunulacaktır. Doküman revizyon takibi yapılabilir olacaktır.
- Dokümantasyon dili Türkçe olacaktır.

5.3. Garanti

- Fikstür sistemi, SAT sürecinin tamamlanması ve nihai kabulün gerçekleştirilmesinden itibaren minimum 24 ay süre ile garanti kapsamında olacaktır.
- Garanti kapsamında, sistemde oluşabilecek tüm mekanik, elektrik, pnömatik ve kontrol sistemi arızaları tedarikçi tarafından ücretsiz olarak giderilecektir. Bu kapsamda yedek parça, işçilik, saha müdahalesi ve gerekli tüm teknik hizmetler tedarikçi sorumluluğunda olacaktır.
- Garanti süresi boyunca arıza bildirimlerine maksimum 24 saat içerisinde geri dönüş yapılacaktır. Uzaktan çözüm sağlanamayan durumlarda, tedarikçi en geç 48 saat içerisinde sahaya müdahale edecek şekilde organizasyon sağlayacaktır. Kritik üretim duruşu oluşturan arızalarda bu süre maksimum 24 saat olacaktır. Belirtilen süreler içerisinde müdahale edilmez ise müdahale edilmeyen her saat için sözleşme tutarının binde biri oranında ceza kesilir.
- Garanti kapsamında değiştirilen tüm parçalar, değişim tarihinden itibaren minimum 6 ay süre ile yeniden garanti altında olacaktır. Aynı arızanın tekrarlanması durumunda, tedarikçi kalıcı çözüm sağlamakla yükümlü olacaktır.
- Garanti kapsamı dışında kalan durumlar açık şekilde tanımlanacaktır. Kullanıcı hatası, yanlış kullanım, bakım talimatlarına uyulmaması, yetkisiz müdahale ve harici fiziksel hasarlar garanti kapsamı dışında değerlendirilecektir.
- Tedarikçi, sistemde kullanılan tüm ekipmanlar için minimum 10 yıl süreyle yedek parça temin edilebilirliğini garanti edecektir. Kritik bileşenler için tedarik süresi maksimum 2 hafta olacak şekilde planlanacaktır.

5.4. Eğitim

- Fikstür sistemi teslimi ile birlikte, sistemi kullanacak operatörler ve bakım personeli için kapsamlı eğitim verilecektir. Eğitim programı, sistemin güvenli ve verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak şekilde planlanacaktır.
- Eğitim süresi minimum 5 gün olacak ve hem teorik hem uygulamalı bölümleri içerecektir. Teorik eğitimler kurulum öncesi yüklenici yerinde, uygulamalı eğitimler ise SAT aşamasında gerçekleştirilecektir.
- Operatör eğitimi kapsamında, sistemin genel çalışma prensibi, parça yerleştirme işlemleri ve klemp sisteminin kullanımı anlatılacaktır. Operatörlerin sistemi hatasız kullanabilmesi hedeflenecektir.

- Bakım eğitimi kapsamında, sistem bileşenlerinin yapısı, periyodik bakım işlemleri, arıza tespit yöntemleri ve parça değişim prosedürleri detaylı olarak aktarılacaktır. Kritik bakım işlemleri uygulamalı olarak gösterilecektir.
- Eğitim sırasında, sistem üzerinde canlı uygulamalar yapılacak ve katılımcıların pratik kazanması sağlanacaktır. Eğitim sonunda katılımcıların sistemi bağımsız olarak kullanabilecek seviyeye ulaşması hedeflenecektir.
- Eğitim materyalleri yazılı ve dijital olarak sağlanacak ve kullanıcıya teslim edilecektir. Bu materyaller, kullanım ve bakım süreçlerini destekleyecek içerikte olacaktır.
- Eğitim sonunda katılımcılara eğitim katılımı belgesi verilecektir.

EK 1 – REFERANS ÇİZİMLERİ

Kod	Belge Tanımı
FT20.03.01.00000	SKA1_Complete_Underframe
FT21.03.01.00000	OA1_Complete_Underframe
FT71.03.01.00000	OA2_Complete_Underframe
FT22.03.01.00000	OA3_Complete_Underframe
FT24.03.01.00000	OA4_Complete_Underframe
FT23.03.01.00000	SKA2_Complete_Underframe