

[TŞ-D40.0081]

[Rev. D 0000]

GANTRY TİP TALAŞLI İŞLEME TEZGAHI ALIMI TEKNİK ŞARTNAMESİ

[Yayın Tarihi : 13/02/2026]

[Revizyon Tarihi : .././20]

	Ad Soyad	Unvan	İmza
Onaylayan	Burhan TÜRK	Bölge Mdr. Yrd. V	
Kontrol Eden	Sedat EMİNOĞLU	Fabrika Müdür V.	
Hazırlayanlar	Ahmet Furkan ŞAHİN	Mühendis	
	Mete YILDIRIM	Mühendis	

Form No: TTHF-18	Yayın Tarihi: 27.04.2021	Rev. No: 00	Form Adı: TEKNİK ŞARTNAME FORMATI
---------------------	-----------------------------	----------------	--------------------------------------

Copyright © Tüm hakları saklıdır. Dokümanın veya içeriklerinin çoğaltılması, dağıtılması ve kullanımı TÜRASAŞ'ın yazılı onayı olmadan yapılamaz. Bu durumu ihlal edenler, doğabilecek her türlü zarardan sorumlu olacaklardır.

İçindekiler

İçindekiler.....	3
1. GİRİŞ.....	5
1.1. Konu ve Kapsam	5
1.2. Tanımlar ve Kısaltmalar	6
1.2.1. Tanımlar	6
1.2.2. Kısaltmalar:	7
1.3. Belgeler ve Standartlar	8
1.3.1. Uygunluk Beyanları ve CE Belgeleri	9
2. TEDARİK KAPSAMI	11
2.1. Genel Sistem Tanımı	11
2.2. Donanım Kalemleri	12
• Makine Gövdesi ve Gantry Yapısı	12
2.3. Yazılım Kalemleri	14
2.4. Yedek Parça ve Sarf Malzeme Kalemleri.....	15
2.5. Proje Yönetimi.....	15
2.5.1. Proje Yönetimine Giriş	15
2.5.2. Proje Yönetimi ve Planlama	16
2.5.3. Modifikasyonlar	16
3. TEKNİK GEREKSİNİMLER	18
3.1. Makine Gövdesi ve Eksen Sistemleri.....	19
3.1.1. Ana Gövde ve Taşıyıcı Yapı.....	19
3.1.2. Eksen Hareket Kapasiteleri	19
3.1.3. Eksen Tahrik Sistemleri	20
3.1.4. Eksen Konumlama Doğruluğu ve Tekrarlanabilirlik	21
3.1.5. Eksen Koruma ve Körük Sistemleri	24
3.1.6. Fikstür ve Bağlama Sistemleri	25
3.1.7. Tabla Özellikleri.....	26
3.2. İş Mili (Spindle) ve Takım Sistemi Özellikleri	27
3.2.1. Takım Tutucu Sistemi.....	28
3.2.2. Takım Değiştirici Sistemi	29
3.3. Kafa Ünitesi.....	30
3.3.1. Genel Tanım.....	30
3.3.2. Kafa Tipi	30
3.3.3. Rijitlik ve Performans.....	31

Bn [Signature]

3.3.4.	Soğutma ve Koruma.....	31
3.3.5.	Takım Uyum ve İşleme Yeteneği.....	31
3.3.6.	Bakım ve Servis	32
3.4.	Soğutma, Yağlama ve Talaş Yönetimi	32
3.4.1.	Soğutma Sistemleri	32
3.4.2.	Yağlama Sistemleri.....	32
3.4.3.	Talaş ve Sıvı Yönetimi.....	32
3.5.	Tezgâh Kabini, Operatör Kabini ve Güvenlik Sistemleri.....	33
3.6.	Kontrol Ünitesi ve Yazılım.....	34
3.6.1.	Arayüz ve Yazılım	35
3.6.2.	Post Processor Entegrasyonu ve Lisanslama	36
3.7.	Sistem Panosu.....	37
3.8.	Enerji ve Altyapı Gereksinimleri.....	38
3.9.	Lojistik, Montaj ve Ambalajlama	39
3.9.1.	Nakliye, Kaldırma ve Yerleştirme	39
3.9.2.	Entegrasyon ve Devreye Alma	39
3.10.	Performans Kriterleri	40
3.11.	Eğitim ve Dokümantasyon.....	41
3.12.	Yedek Parça ve Sarf Malzemeleri.....	44
4.	Genel Özellikler	45
4.1.	Uygulama Takvimi	45
4.2.	Kabul	45
4.2.1.	Üretime Esas Tasarım Onayı	45
4.2.2.	Fabrika Kabul Testi (FAT)	46
4.2.3.	Saha Kabul Testi (SAT).....	48
4.2.4.	Kabul Belgeleri ve Nihai Kabul	49
4.3.	Garanti Şartları, Satış Sonrası Servis ve Teknik Destek.....	50
4.4.	Risk Analizi ve İş Sağlığı Güvenliği	51
4.5.	CE Sertifikası.....	51
5.	EKLER.....	53

[Handwritten signature]

1. GİRİŞ

1.1. Konu ve Kapsam

Bu teknik şartname, TÜRASAŞ (Türkiye Raylı Sistem Araçları Sanayii A.Ş.) Sakarya Bölge Müdürlüğü Alüminyum Gövde Üretim Fabrikası bünyesinde kullanılmak üzere temin edilecek olan; alüminyum ekstrüzyon profillerden imal edilen raylı sistem araçlarına ait şasi, yan duvar ve dam bileşenlerinin hassas işlenmesine uygun, gantry tip, çok eksenli, CNC kontrollü talaşlı işleme tezgâhının ve bu tezgâh ile birlikte tedarik edilecek tüm yardımcı ekipman, yazılım, yedek parça, kurulum, devreye alma, kullanıcı eğitimleri ve dokümantasyon hizmetlerinin anahtar teslim olarak sağlanmasına ilişkin asgari teknik ve idari şartları kapsar.

Anahtar teslim kapsamı; tezgâhın bu şartnamede tanımlanan tüm mekanik, elektriksel, yazılımsal ve güvenlik gereklerini sağlaması, Fabrika Kabul Testi (FAT) ve Sahada Kabul Testi (SAT) aşamalarında belirtilen performans ve doğruluk kriterlerini karşılaması ve kullanıcı eğitimlerinin tamamlanması şartına bağlıdır.

Tedarik edilecek tezgâh, yürürlükteki Avrupa Birliği mevzuatına uygun olarak CE işareti taşıyacak; üretici veya yetkili temsilcisi tarafından imzalanmış AB Uygunluk Beyanı (Declaration of Conformity) ve ilgili teknik dosya idareye teslim edilecektir.

Tüm ekipman ve sistem bileşenleri; modüler genişlemeye imkân verecek şekilde tasarlanmış, otomatik takım değiştirici sistemine sahip, seri üretim koşullarında sürekli çalışmaya uygun, üretim sürekliliğini destekleyecek nitelikte olacaktır. Operasyonel kullanımda, prosesin gerektirdiği ölçüde operatör müdahalesi ile çalışabilecek yapıda olması esastır. Yüklenici, sistemin kurulum sonrası üretime hazır durumda ve TÜRASAŞ tarafından gerçekleştirilecek kabul testlerine uygun şekilde teslim edilmesinden sorumludur.

Tedarik edilecek tezgâh ve tüm alt sistemler; 2006/42/EC Makine Emniyeti Direktifi, 2014/30/EU Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) Direktifi, EN 60204-1 Makinalarda Elektrik Donanımı, EN ISO 13849-1 Makine Emniyeti – Kontrol Sistemlerinin Güvenlikle İlgili Parçaları ve ilgili diğer yürürlükteki ulusal ve uluslararası mevzuat ve standartlara uygun olarak tasarlanacak ve imal edilecektir.

Makinenin geometrik doğruluğu, doğrusal ve dairesel konumlama doğruluğu, tekrarlanabilirliği, tersleme hataları (backlash) ve termal davranışı; ISO 230 serisinde tanımlanan test yöntemleri esas alınarak ölçülecek ve raporlanacaktır. Sayısal kabul kriterleri, bu şartnamenin ilgili kabul maddelerinde tanımlanan sınır değerler üzerinden değerlendirilecektir. Gürültü seviyesi ise ISO 11201 ve ISO 3744 standartlarına uygun şekilde ölçülerek beyan edilecektir.

İstekliler, teklifleri ile birlikte bu teknik şartnamenin her maddesine madde madde yanıt verecek; varsa muadil ürün, teknik sapma veya iyileştirme önerilerini ayrı ve açık şekilde belirteceklerdir. Teklif edilen çözüm, bu şartnamenin tüm teknik ve idari gereklerine tam uyumlu olmak zorundadır.

Sözleşme imzalanmasını müteakip, teknik şartname ve bu şartnamede atıf yapılan standartlardan veya normlardan herhangi bir sapma yalnızca TÜRASAŞ'ın yazılı onayı ile geçerli sayılacaktır. Bu onay, TÜRASAŞ'ın zımni kabulü anlamına gelmez.

[Handwritten signatures]

1.2. Tanımlar ve Kısaltmalar

Bu teknik şartname kapsamında geçen terim ve kısaltmalar aşağıdaki anlamları taşımaktadır:

1.2.1. Tanımlar

İstekli : Bu şartnamenin konusu olan mal ve hizmetleri temin etmek amacıyla ihaleye teklif sunan firmayı ifade eder.

Yüklenici : İhale sonucunda sözleşme imzalayarak, şartname kapsamındaki mal ve hizmetleri TÜRASAŞ'a sağlamayı taahhüt eden firmayı ifade eder.

Dokümantasyon : Yüklenici tarafından sağlanması gereken tüm teknik resimler, teknik raporlar, yazılımlar, kullanım ve bakım kılavuzları ile kâğıt, dijital ya da elektronik ortamda hazırlanmış her türlü bilgi ve belgeyi kapsar.

Ürün / İş Parçası : Bu şartname kapsamında talaşlı işleme tezgâhında işlenecek olan, alüminyum ekstrüzyon profillerden oluşan raylı sistem araçlarının vagon sandığı şasisi, yan duvarları ve dam yapılarıdır.

Gantry Tip : İşleme tablası sabit, köprültü yapıdaki iş mili taşıyıcısının X eksenini boyunca hareket ettiği sabit tabla-hareketli gantry mimarisidir.

Operatör Kabini : Operatörün güvenli çalışma alanını oluşturan, talaş, gürültü, sıvı ve partikül etkilerinden koruma sağlayan, EN 60529 standardına göre belirli bir IP sızdırmazlık sınıfına sahip kapalı kabin sistemidir.

Güvenlik Sistemi : Tezgâh ve operatör güvenliğini sağlamak üzere kullanılan acil durdurma devreleri, güvenlik kapıları, ışık perdeleri, emniyet röleleri ve kilitleme düzeneklerini kapsar. EN ISO 13849-1 standardına uygun olarak tasarlanır.

Enerji Zinciri : Tezgâh eksenlerinin hareketi sırasında güç kabloları, veri iletim hatları ve pnömatik/soğutma hortumlarının güvenli biçimde taşınmasını sağlayan, EN 60204-1 standardına uygun kablo yönlendirme sistemidir.

Boşta İlerleme Hızı : Tezgâh eksenlerinin işleme yapılmadan, maksimum hızda gerçekleştirdiği konumlama hareketini ifade eder.

Kesme İlerleme Hızı : Takımın iş parçası üzerindeki nominal ilerleme hızını ifade eder. Bu değerler ISO 10791 serisi standartlara göre belirlenir.

Zemin Yük Dağılımı : Tezgâhın sabitlemesi ve işletilmesi sırasında zemine aktardığı statik ve dinamik yüklerin N/mm² cinsinden dağılımını ifade eder.

EC Sertifikası : Tezgâhın ve tüm sistem bileşenlerinin, Avrupa Birliği Yeni Yaklaşım Direktiflerine (2006/42/EC, 2014/30/EU vb.) uygunluğunu belirten, CE işareti taşımasına olanak sağlayan uygunluk beyanı belgesidir. İlgili makinelerin insan sağlığı, iş güvenliği ve çevre koruma gereklerine uygun üretildiğini belgelemektedir.

Uygunluk Beyanı : Üretici veya yetkili temsilcisi tarafından imzalanan ve ürünün yürürlükteki AB direktiflerine uygun olarak üretildiğini gösteren TS EN ISO 17050 standardına uygun resmî beyan belgesidir (Declaration of Conformity).

Backlash : Bir doğrusal eksenin aynı hedef konuma zıt iki yönden yaklaşması sonucunda, harici ölçüm sistemleri kullanılarak belirlenen gerçek konumlar arasındaki farkı ifade eder. Backlash, ISO 230-2 standardında tanımlanan “reversal error (B)” parametresi esas alınarak değerlendirilir. Backlash değerlendirmesi, makine kontrol ünitesindeki yazılımsal kompanzasyon fonksiyonlarından bağımsız olarak, mekanik sistemin gerçek davranışını yansıtacak şekilde yapılır.

Konumlama Doğruluğu: Bir eksenin programlanan hedef konuma eriştiğinde ulaştığı gerçek konum ile hedef konum arasındaki farkın, ISO 230-2 standardında tanımlanan ölçüm yöntemleri kullanılarak belirlenen değerini ifade eder (Positioning Accuracy).

Tekrarlanabilirlik : Bir eksenin aynı hedef konuma, aynı yaklaşma şartları altında birden fazla kez hareket etmesi sonucu ulaşılan konumların birbirine olan yakınlığını ifade eder. Tekrarlanabilirlik değerlendirmesi ISO 230-2 standardına göre yapılır.

Fonksiyonel Nokta : Ölçüm veya işleme sırasında referans alınan, takım merkezi veya takımın iş parçası ile etkileşiminin gerçekleştiği noktayı (Functional Point / TCP) ifade eder. Konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik ölçümleri bu nokta esas alınarak yapılır.

İş Mili (Spindle) : Kesici takımı taşıyan ve döndürme hareketini sağlayan; motor, rulman sistemi, soğutma düzeni, ölçüm ve dengeleme bileşenleri ile birlikte çalışan ana işleme ünitesini ifade eder.

Otomatik Takım Değiştirici : İşleme sırasında operatör müdahalesi olmaksızın, takımların otomatik olarak değiştirilmesini sağlayan mekanik ve kontrol sistemlerini ifade eder.

Fabrika Kabul Testi (FAT) : Tezgâhın sevkiyat öncesinde üretici tesislerinde, bu şartnamede tanımlanan fonksiyonel, doğruluk ve performans kriterlerine göre test edilmesini ifade eder.

Sahada Kabul Testi (SAT) : Tezgâhın TÜRASAŞ tesislerinde kurulum ve devreye alma işlemleri tamamlandıktan sonra, gerçek çalışma koşulları altında gerçekleştirilen kabul testlerini ifade eder.

MQL/MMS : Talaşlı imalat sırasında, kesme bölgesine çok düşük miktarda (genellikle ml/saat mertebesinde) yağın hava ile taşınarak iletilmesini esas alan yağlama yöntemini ifade eder. Bu sistem, soğutma amaçlı değil, sürtünmenin azaltılması ve takım ömrünün iyileştirilmesi amacıyla kullanılır. Uluslararası literatürde “Minimum Quantity Lubrication (MQL)”, Alman teknik dokümanlarında ise “Minimum Menge Schmierung (MMS)” olarak adlandırılır.

1.2.2. Kısaltmalar:

- **TÜRASAŞ** : Türkiye Raylı Sistem Araçları Sanayii A.Ş.
- **CNC** : Computer Numerical Control – Bilgisayarlı Sayısal Kontrol

Handwritten signature

- **NC** : Nümerik Kontrol
- **PLC** : Programmable Logic Controller/Programlanabilir Lojik Kontrolör
- **ATC** : Automatic Tool Changer – Otomatik Takım Değiştirici
- **FAT** : Factory Acceptance Test – Fabrika Kabul Testi
- **SAT** : Site Acceptance Test – Sahada Kabul Testi
- **EC Sertifikası** : European Conformity Certificate – Avrupa Uygunluk Belgesi
- **VDI/DGQ 3441** : Makine tezgâhlarında pozisyonlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik ölçümü standardı.
- **TSI LOC&PAS** : Avrupa Birliği tarafından yayımlanan, lokomotifler ve yolcu vagonlarına ilişkin karşılanması gereken teknik gerekleri tanımlayan Teknik Şartname (Technical Specification for Interoperability).
- **HSK 100 A** : DIN 69893 standardına uygun takım tutucu tipi.
- **EMU** : Electric Multiple Unit – Elektrikli Tren Seti
- **SKA** : Sürücü Kabinli Araç
- **OA** : Orta Araç (Sürücü kabini olmayan vagon)
- **IP** : Ingress Protection – Koruma sınıfı (EN 60529 standardına göre).
- **ISO** : International Organization for Standardization – Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu.
- **EN** : European Norm – Avrupa Standardı.
- **CE** : Conformité Européenne – Avrupa Uygunluk İşareti.
- **HMI** : Human Machine Interface – İnsan Makine Arayüzü.
- **MQL/MMS** : Uluslararası literatürde “Minimum Quantity Lubrication (MQL)”, Alman teknik dokümanlarında ise “Minimum Menge Schmierung (MMS)” olarak adlandırılır.
- **TCP** : Tool Center Point – Takım Merkez Noktası
- **IP** : Ingress Protection – EN 60529 standardına göre muhafazaların katı cisim ve sıvılara karşı koruma sınıfı.

1.3. Belgeler ve Standartlar

Tedarik edilecek CNC gantry tip işleme tezgâhı ve tüm yardımcı sistemler, aşağıda belirtilen güncel ulusal ve uluslararası standartlara, mevzuatlara ve teknik dokümanlara uygun olarak tasarlanacak, imal edilecek, test edilecek ve belgelendirilecektir.

Makine ve sistem tasarımı, üretimi, güvenliği ve test süreçlerinde uyulacak başlıca standart ve direktifler aşağıda verilmiştir:

2006/42/EC Makine Emniyeti Direktifi : Makine tasarımı, üretimi ve güvenlik gereklilikleri. CE uygunluk beyanı sunulacaktır.

2014/30/EU Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) Direktifi : Elektromanyetik uyumluluk şartlarının sağlanması.

EN 60204-1 : Makinelerde elektrik donanımı – Genel kurallar. Teknik dokümantasyon ile doğrulanacaktır.

EN ISO 13849-1 : Makinalarda güvenlik; kontrol sistemlerinin güvenlikle ilgili parçaları.

EN 60529 : Elektrik donanımlarında muhafaza koruma dereceleri (IP kodları).

TSI LOC&PAS : Demiryolu araçlarının karşılaması gereken teknik şartlar.

VDI/DGQ 3441 : Makine tezgahlarında pozisyonlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik ölçümü.

ISO 230 serisi : CNC tezgâhlarının geometrik doğruluğu, konumlama doğruluğu ve performans testleri için test kodları..

ISO 10791 serisi : İşleme merkezlerinin test kodları.

EN 12417 : İşleme merkezleri için güvenlik gerekleri.

ISO 11201 ve ISO 3744 : Gürültü ölçüm yöntemleri (operatör pozisyonu ve serbest alan).

DIN 69893-1/2 : Konik/flanş temas toleransları.

İstekli, teklif aşamasında yukarıda belirtilen standartlara uygunluğu gösterir teknik doküman, sertifika ve beyanları sunmakla yükümlüdür. Üretim ve kabul süreçlerinde bu standartlara aykırılık tespit edilmesi halinde, yüklenici gerekli düzeltmeleri kendi imkânlarıyla ve TÜRASAŞ tarafından belirlenen sürede yapacaktır.

İstekli, kendi sisteminin/ekipmanlarının yukarıdaki tabloda bahsedilenler dışında başka bir ulusal/uluslararası ya da demiryolu idare standardına uyumlu olması durumunda, ayrıca bunu beyan edecektir.

1.3.1. Uygunluk Beyanları ve CE Belgeleri

Bu teknik şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip talaşlı işleme tezgâhı ve beraberindeki tüm sistem bileşenleri, 2006/42/EC Makine Emniyeti Direktifi, 2014/30/EU Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) Direktifi ve EN 60204-1 başta olmak üzere ilgili Avrupa Birliği mevzuatına uygun olarak tasarlanacak ve imal edilecektir. Tezgâh, yürürlükteki mevzuat kapsamında CE işareti taşıyacaktır.

Yüklenici, teslim edeceği sistemin insan sağlığı, iş güvenliği ve çevre koruma gereklerine uygun olarak üretildiğini gösteren, üretici veya yetkili temsilcisi tarafından imzalanmış AB Uygunluk

Beyanı (Declaration of Conformity) belgesini, orijinal formatında TÜRASAŞ'a teslim etmekle yükümlüdür.

CE işareti kapsamına giren ana sistemler ve alt bileşenler (kontrol ünitesi, iş mili sistemi, güvenlik sistemleri, otomasyon modülleri, elektrik panoları ve ilgili kablolama sistemleri vb.) için, ürünle birlikte sunulması gereken etiketleme bilgileri, teknik veri sayfaları, test raporları ve uygunluk beyanları eksiksiz olarak sağlanacaktır.

CE işareti ve uygunluk belgelerinin eksik, geçersiz veya teslim edilen ürünle uyumsuz olması halinde, söz konusu eksiklikler giderilmeden kabul işlemleri tamamlanmayacak olup, gerekli düzeltmeler yüklenici tarafından gerçekleştirilecektir.

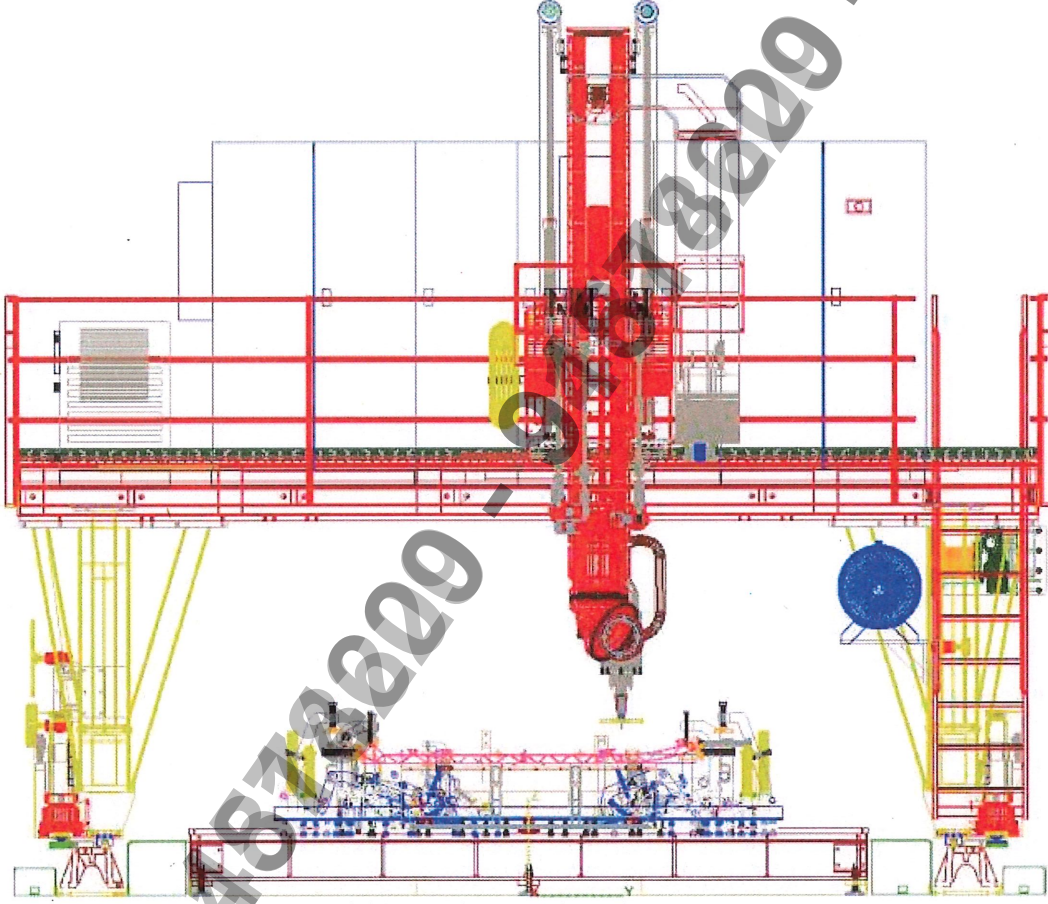
[Handwritten signature]

2. TEDARİK KAPSAMI

2.1. Genel Sistem Tanımı

Bu şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip CNC işleme tezgahı, aşağıda tanımlanan tüm teknik bileşenleri ve işlevleri sağlayacak şekilde anahtar teslim, kullanıma hazır olarak teslim edilecektir.

Tezgah, kurulum sonrası doğrudan üretim hattına entegre edilebilecek biçimde, tüm mekanik, elektriksel, yazılımsal ve çevresel sistemleriyle birlikte sağlanacaktır.



Şekil 1. Tezgahın şematik genel görünümü

Tezgah, alüminyum ekstrüzyon profillerden imal edilen demiryolu aracı gövde, yan duvar, dam ve şasi bileşenlerinin işlenmesine uygun olmalıdır. Makine yapısı, 3 ana eksen (X, Y, Z) hareket edebilen gantry sistemine sahip olacak, eksen hareketleri lineer kızak sistemleriyle sağlanacaktır. Sistem, yüksek hassasiyet, rijitlik ve uzun ömür esas alınarak kaynaklı veya döküm yapıda tasarlanacaktır. Kontrol sistemi tam CNC kontrollü olacak; manuel, yarı otomatik ve otomatik çalışma modlarını destekleyecektir. Tezgahın enerji, pnömatik, soğutma ve vakum sistemleri için gerekli bağlantı hatları yüklenici tarafından kurulacaktır.

Teklif veren firmalar, benzer kapasitede üretmiş oldukları sistemin genel yerleşim ve görünüş çizimlerini teklif dosyasına eklemelidir.

2.2. Donanım Kalemleri

Bu şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip CNC işleme tezgahı; üretim hattına entegre biçimde çalışacak tüm mekanik, elektriksel, güvenlik, yazılımsal ve çevresel donanımlarıyla birlikte anahtar teslim olarak sağlanacaktır.

Aşağıda yer alan sistem kalemleri tedarik kapsamını oluşturur. Teknik ayrıntılar 3.Sistem Tanımlaması bölümünde detaylandırılacaktır

- **Makine Gövdesi ve Gantry Yapısı**

Yüksek rijitlik, uzun süreli geometrik kararlılık ve düşük titreşim özelliklerine sahip olacak; ısıl genleşmeye karşı dirençli malzemelerden imal edilecektir.

Gantry tip yapı; çift kolonlu, gövdeye sahip, yüksek kesit momenti sağlayan ağır hizmet tipi gantry mimaride olacaktır. Gantry yalnızca X eksenini boyunca hareket edecek, Z eksenini taşıyıcı sistemi; router tipi, ince kesitli, uzun çıkıntılı ve düşük burulma rijitliğine sahip ram yapılarından oluşmayacaktır. Bunun yerine, kapalı kesitli, yüksek kesit momentine sahip, en az dört doğrusal kılavuz üzerinde çalışan box-in-box veya eşdeğeri rijitlikte ağır hizmet tipi dikey taşıyıcı (slide) yapısı kullanılacaktır. Y eksenini, geniş açıklıklı travers üzerinde çift lineer raylı simetrik taşıma yapısı ile desteklenecek ve ağır talaş kaldırma işlemlerinde deformasyon göstermeyecektir.

- **Hareket ve Tahrik Sistemleri**

X, Y ve Z eksenlerinde, uygulama gereksinimlerine uygun doğrusal hareket ve tahrik sistemleri kullanılacaktır. Tahrik çözümleri; bilyalı vidalı mil, kremayer-pinyon veya eşdeğeri hassasiyet ve dayanım sağlayan sistemlerden oluşacaktır. Eksen hareketlerinin korunması amacıyla, talaş ve sıvılara karşı koruyucu körük veya eşdeğer muhafaza sistemleri bulunacaktır..

- **İşleme Kafası ve Eksenel Yapı**

A ve C eksenlerinde simultane dönme hareketi yapabilen, yüksek rijitlik ve hassasiyet sunan 5 eksen simultane işleme kabiliyetine sahip olacaktır. Tezgâh, alüminyum profillerin kesimine yönelik testere başlığı ile uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır.

- **İş Mili (Spindle)**

İş mili; ağır talaş kaldırma ve yüksek devirli işleme operasyonlarını karşılayacak kapasitede olacaktır. HSK 100A takım tutucu standardı ile uyumlu olacak; güç, tork, maksimum devir sayısı ve soğutma yöntemi gibi teknik özellikler teklif kapsamında ayrıntılı olarak belirtilecektir. İş mili yataklama sistemi, sürekli endüstriyel çalışmaya uygun yapıda olacaktır

- **Otomatik Takım Değiştirme Sistemi**

Tezgâh, üretim sürekliliğini destekleyecek kapasitede otomatik takım değiştirme sistemine sahip olacaktır. Takım magazin kapasitesi ve yapılandırması, üretim gereksinimlerine uygun olarak belirlenecektir. Takım değiştirme işlemleri tamamen otomatik olacak ve normal çalışma sırasında operatör müdahalesi gerektirmeyecektir..

- **Fikstür ve Bağlama Aparatları**

İşlenecek parçaların boyut ve geometrilerine uygun olacak şekilde, hızlı bağlama ve hassas konumlandırma sağlayan fikstür ve bağlama sistemleri kullanılacaktır. Fikstür yapıları, profil geometrilerine uyum sağlayacak değiştirilebilir veya ayarlanabilir destek noktalarına sahip olacaktır.

- **Ölçüm ve İzleme Sistemleri**

Tezgâh, temaslı ve/veya temassız ölçüm problemleri ile otomatik parça ve takım ölçümüne imkân verecek ölçüm sistemleri ile donatılacaktır. İşleme sürecinin izlenmesi ve operatör desteği amacıyla, kamera veya eşdeğer görsel izleme sistemleri sağlanacaktır. Ölçüm ve izleme sistemleri, makine yapısına uygun şekilde monte edilecek ve hizalanacaktır.

[Handwritten signature]

- **Talaş Konveyör Hattı**

İşleme bölgesinde oluşan talaşın uzaklaştırılması amacıyla, konveyör hattı, talaş toplama tankı ve gerekli filtrasyon bileşenlerini içeren bir talaş tahliye sistemi bulunacaktır. Sistem, sürekli endüstriyel kullanıma uygun yapıda olacaktır.

- **Tezgah Kabini (Makine Koruma Kabini)**

Tüm işleme alanını kapsayan, talaş, soğutma sıvısı, metal partikülü ve gürültünün çevreye yayılmasını önleyen kapalı koruma kabini tedarik edilecektir. Kabin; açılır-kapanır teleskobik veya akordeon tipte hareketli panel yapısına sahip olacaktır. Kabin üzerinde izleme pencereleri, iç aydınlatma, hava tahliye ve filtreleme altyapısı bulunacaktır.

- **Aydınlatma ve Görsel Uyarı Sistemi**

Tezgâh içi çalışma alanları ve operatör bölgesi için uygun aydınlatma sistemleri sağlanacaktır. Makine çalışma durumu, hata ve acil durdurma durumlarının izlenebilmesi amacıyla görsel uyarı elemanları bulunacaktır. Aydınlatma ve uyarı sistemleri, endüstriyel ortama uygun nitelikte olacaktır.

- **Pnömatik Sistem ve Hava Hazırlama Grubu**

Makinenin pnömatik kontrol elemanları için gerekli tüm bağlantılar, regülatör, filtre, nem tutucu ve basınç göstergeleri dahil olarak sağlanacaktır. Sistem çalışma basıncı ve hava tüketimi teklif dokümanında belirtilecektir. Atölyedeki mevcut hava basıncı dikkate alınarak tezgahın çalışmasında yeterli olacak şekilde hesaplanmalıdır. Mevcut atölye hava basıncı 5-7 bar arasındadır.

- **Soğutma ve Yağlama Sistemleri**

İş mili, kızak ve hareketli mekanik sistemlerin kararlı çalışmasını sağlamak amacıyla merkezi soğutma ve otomatik yağlama sistemleri bulunacaktır. Soğutma ve yağlama devreleri, endüstriyel kullanıma uygun filtrasyon ve izleme bileşenlerini içerecektir.

- **Enerji ve Kablolama Zinciri Sistemi**

Makine eksenleri boyunca hareket eden kablo, hortum ve sinyal hatları, yüksek dayanımlı enerji zincirleri içinde yönlendirilecektir. Enerji zinciri malzemesi yüksek mekanik dayanıma sahip, yağ ve talaş direnci yüksek yapıda olmalıdır. Kablo güzergahları, aşınmayı önleyecek yarıçaplarla tasarlanacak ve kolay bakım erişimi sağlayacaktır.

- **Operatör Kabini**

Operatörün bulunacağı operatör kabini, gantry ile birlikte hareket edecek şekilde tasarlanacak tezgahı güvenli şekilde kullanacağı kumanda alanı, kontrol paneli ve HMI istasyonu ayrı bir operatör kabini veya kontrol konsolu içinde tedarik edilecektir. Bu kabin/istasyon; operatör ergonomisi, görüş alanı, iklimlendirme ve gürültüden korunma koşullarını sağlayacaktır. Elektriksel kumanda, acil durdurma, ışıklı/işitsel uyarı unsurları bu kabin/istasyona entegre olacaktır.

- **Elektrik ve Güvenlik Sistemleri**

Elektrik panoları, kumanda üniteleri ve kablo tesisatı EN 60204-1 standardına uygun olacaktır. Güvenlik elemanları (acil durdurma butonları, güvenlik kapıları, ışık perdeleri vb.) EN ISO 13849-1 standardına uygun olacaktır.

- **Zemin ve Ankraj Gereksinimleri**

Tezgahın kurulumu için gerekli zemin ve ankraj gereksinimleri, yüklenici tarafından hazırlanacak ankrajlama projesi ile belirlenecek olup, proje detayları teklif kapsamında sunulacaktır.

2.3. Yazılım Kalemleri

Bu şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip CNC talaşlı işleme tezgâhı; kontrol, izleme, simülasyon ve CAD/CAM entegrasyonu için gerekli tüm yazılım bileşenleri ile birlikte teslim edilecektir.

Tedarik edilecek yazılım sistemi; TÜRASAŞ üretim altyapısında kullanılan mevcut Siemens CNC kontrol mimarisi ile uyumlu olacak ve NX tabanlı CAD/CAM sistemleriyle entegrasyonu destekleyecektir. Yazılım bileşenleri, tezgâhın üretime hazır şekilde devreye alınabilmesi için gerekli fonksiyonları sağlayacaktır.

CNC kontrol ünitesi ve HMI yazılımı, Türkçe veya İngilizce dil desteğine sahip olacaktır..

- **CNC Kontrol Ünitesi**

Yüksek hızlı veri işleme ve çok eksenli simultane kontrol yeteneğine sahip, endüstride yaygın kullanılan bir CNC kontrol ünitesi bulunacaktır. Kontrol ünitesi, TÜRASAŞ'ta mevcut benzer tezgâhlarla uyumlu olacak, böylece operatör ve bakım personelinin adaptasyon süresi kısılacak, yedek parça ve servis sürekliliği sağlanacaktır.

- **HMI (Human Machine Interface)**

Operatör paneli, çok dilli ve sezgisel kullanıcı arayüzüne sahip olacak, dokunmatik ekran destekli olacaktır. Panel üzerinde yetkilendirme seviyelerine bağlı kullanıcı erişimi ve veri aktarımı için gerekli bağlantı altyapısı bulunacaktır. Yetkisiz erişimlere karşı yazılımsal güvenlik önlemleri sağlanacaktır.

- **CAD/CAM Entegrasyonu**

NX, CATIA veya eşdeğer endüstriyel CAD/CAM yazılımları ile entegre çalışacak, G-kodu üretiminde kullanılan post processor lisansı ile birlikte teslim edilecektir. G-kodu üretimi için kullanılacak, tezgâha özgü olarak yapılandırılmış post processor uygulaması; CAM yazılımı ile CNC kontrol sistemi arasında uyumlu çalışacak şekilde sağlanacak olup, uygulamanın kurulumu, yapılandırılması ve üretime hazır çalışır durumda tesliminden yüklenici sorumlu olacaktır.

- **İşleme Simülasyonu ve Takım Yolu Kontrolü**

CNC kontrol ünitesi, yüklenen programların işleme öncesinde sanal ortamda simülasyonunu yapabilecek ve takım yollarını üç boyutlu olarak görselleştirebilecektir. Simülasyon, eksen hareketlerini, takım değişimlerini ve kesme operasyonlarını birebir gösterecek doğrulukta olmalıdır.

- **Çarpışma Önleme Modülü**

Sistem, işleme sırasında takım, iş mili, bağlama aparatları ve iş parçası arasında oluşabilecek çarpışma risklerini tespit etmeye yönelik yazılımsal destek fonksiyonlarını içerecektir. Bu fonksiyonlar, makine üzerinde ve/veya çevrimdışı simülasyon ortamlarında çalışabilecek yapıda olacaktır.

- **Program Yönetimi**

CNC programlarının yüklenmesi, düzenlenmesi ve arşivlenmesi için entegre bellek alanı ve USB/Ethernet veri aktarımı imkânı bulunacaktır. Ağ üzerinden merkezi program yönetimi yapılabilmesi desteklenecektir.

- **Uzaktan Erişim ve Teşhis**

Bakım ve arıza tespit süreçlerini hızlandırmak amacıyla güvenli uzaktan erişim ve teşhis özelliği sağlanacaktır. Bu erişim, yetkilendirme ve güvenlik prosedürleri çerçevesinde çalışacaktır.

- **Lisans Yönetimi**

Tüm yazılım ve kontrol sistemleri, orijinal ve lisanslı olarak teslim edilecektir. Lisans süresiz

kullanım hakkına sahip olacak ve en az 2 farklı kullanıcı bilgisayarında çalışabilecek yapıda 1 lisans olacaktır. Lisans anahtarları veya donanım kilitleri (dongle) tek kullanıcıya bağımlı olmayacak, gerektiğinde yetkili personel tarafından farklı bilgisayarlara aktarılabilir. Lisansın geçerliliği, üretici veya yetkili satıcı üzerinden üçüncü taraf doğrulanması yapılabilir olmalıdır.

2.4. Yedek Parça ve Sarf Malzeme Kalemleri

Bu şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip CNC işleme tezgâhı ile birlikte, sistemin kesintisiz çalışmasını sağlamak amacıyla ilk devreye alma ve garanti süresi boyunca ihtiyaç duyulabilecek temel yedek parça, sarf malzeme ve aksesuar setleri teklif kapsamına dâhil edilecektir.

Önleyici ve düzeltici bakım faaliyetlerinde özel alet kullanımından kaçınılacaktır.

Özel alet; sistemin/ekipmanın bakım faaliyetleri için gerekli olan ve yalnızca Yüklenici tarafından tasarlanan ve üretilen bir alet (donanım ve/veya yazılım) ya da piyasada bulunabilmekle birlikte pahalı, karmaşık, uzun teslimat süresi vs. özellikleri olan aletlerdir.

Eğer özel aletlerin kullanımından kaçınmak mümkün değilse, ihalede özel aletlerin listesi ve fiyatları ile birlikte ücretsiz bir şekilde iki komple set olarak özel aletler tedarik edilecektir.

2.5. Proje Yönetimi

2.5.1. Proje Yönetimine Giriş

Yüklenici, bu şartname kapsamında tedarik edilecek işleme tezgâhı sistemini, TÜRASAŞ üretim ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bütüncül bir mühendislik yaklaşımıyla tasarlamak ve uygulamakla yükümlüdür. Sistemin kurulumu ve çalışır duruma getirilmesine yönelik tüm mühendislik projeleri (mekanik, elektrik, yazılım, yerleşim vb.) yüklenici tarafından hazırlanacak ve TÜRASAŞ onayına sunulacaktır.

Yüklenici, sistemin tasarımı, kurulumu ve entegrasyonu aşamalarında TÜRASAŞ ile gerekli tüm teknik bilgi paylaşımını eksiksiz, düzenli ve yazılı şekilde gerçekleştirecektir.

Bu şartnamenin Ek-1 bölümünde yer alan çizimler, bilgilendirme amaçlı taslak çizimlerdir. Nihai ürün ve komponent çizimleri, sözleşmenin imzalanmasını takiben, TÜRASAŞ tarafından üç boyutlu dijital formatta yükleniciye sağlanacaktır.

Yüklenici, TÜRASAŞ'a teslim ettiği tüm bileşenlerin (tezgâh, fiktür, yazılım, arayüzler vb.) eksiksiz, çalışır durumda ve amaca uygun nitelikte olmasından sorumludur. TÜRASAŞ, teslim edilen sistem veya parçalarla ilgili olarak kurulum, kullanım veya üretim süreçlerinde gerek duyulması halinde değişiklik veya alternatif çözüm talep etme hakkını saklı tutar. Bu tür talepler, TÜRASAŞ tarafından yazılı olarak iletilecek ve doğrudan yüklenici ile kurulacak iletişim yoluyla değerlendirilecektir. Taraflar arasında gerçekleştirilen her türlü teknik veya idari toplantı, karşılıklı imzalanacak toplantı tutanağı ile kayıt altına alınacaktır. Bu tutanaklarda, toplantıya katılan kurum temsilcilerinin unvan, görev tanımı ve iletişim bilgileri açıkça belirtilecektir.

2.5.2. Proje Yönetimi ve Planlama

Yüklenici, bu şartname kapsamındaki tüm işleri kapsayan detaylı proje planını, sözleşmenin imzalanmasını takiben en geç 15 takvim günü içinde hazırlayacak ve TÜRASAŞ'a onay için sunacaktır. Proje planı, aşağıda tanımlanan tüm süreçleri ve çıktıları içerecek şekilde oluşturulacaktır.

Proje planı; tasarım, üretim, tedarik, sevkiyat, montaj, devreye alma, testler, eğitim ve belgelendirme dahil olmak üzere tüm ana faaliyetleri, alt kırılımları ve kilit teslimat tarihlerini içermelidir. Bu plan ayrıca, her bir faaliyet için başlangıç ve bitiş tarihlerini, sorumlu birimleri ve izleme noktalarını gösterecek şekilde takvimlenmiş olacaktır.

Proje süresince aşağıdaki faaliyetler yürütülecektir:

- Yüklenici, tasarım ve mühendislik aşamasında hazırlayacağı tüm sistemsal verileri, çizimleri, hesaplamaları ve teknik belgeleri TÜRASAŞ'ın onayına sunacaktır.
- TÜRASAŞ, proje boyunca belirlenen kritik aşamalarda yüklenicinin tesisinde gözlemci personel görevlendirme hakkına sahiptir. Bu personel, izleme, doğrulama ve değerlendirme amacıyla süreçlere katılabilecektir.
- Yüklenici, TÜRASAŞ tarafından belirlenen periyodik proje ilerleme toplantılarına düzenli olarak katılacak ve her toplantı öncesinde proje planını güncelleyerek, ilerleme durumu hakkında yazılı ve görsel raporlar sunacaktır.

Proje planı, aşağıdaki temel bileşenleri içerecektir:

1. Sistem tasarımı ve mühendislik onayları
2. Alt bileşenlerin ve modüllerin tedarik süreci
3. İmalat ve montaj süreçleri
4. Sevkiyat ve saha kurulumu
5. Devreye alma ve test faaliyetleri
6. Kullanıcı eğitimi, bakım eğitimi ve dokümantasyon teslimi
7. Nihai kabul ve proje kapanışı

Yüklenici ayrıca, bu şartname kapsamında temin edeceği işleme tezgâhının alüminyum ekstrüzyon profillerin üretim sürecine uygunluğunu gösterecek şekilde, işleme akış şemalarını TÜRASAŞ'a teslim edecektir. Bu akış şemaları, işlem sırasını, bağlama mantığını, ölçü kontrol noktalarını ve fiktür kullanım detaylarını içerecek şekilde hazırlanacaktır.

2.5.3. Modifikasyonlar

Yüklenici, bu şartname kapsamında geliştireceği sistem ve bileşenler üzerinde proje süresince gerekebilecek her türlü mühendislik değişikliğini kontrollü ve izlenebilir bir sistem dâhilinde yürütecektir. Modifikasyon işlemleri, değişikliğin zamanına ve kapsamına göre aşağıdaki esaslara göre gerçekleştirilecektir:

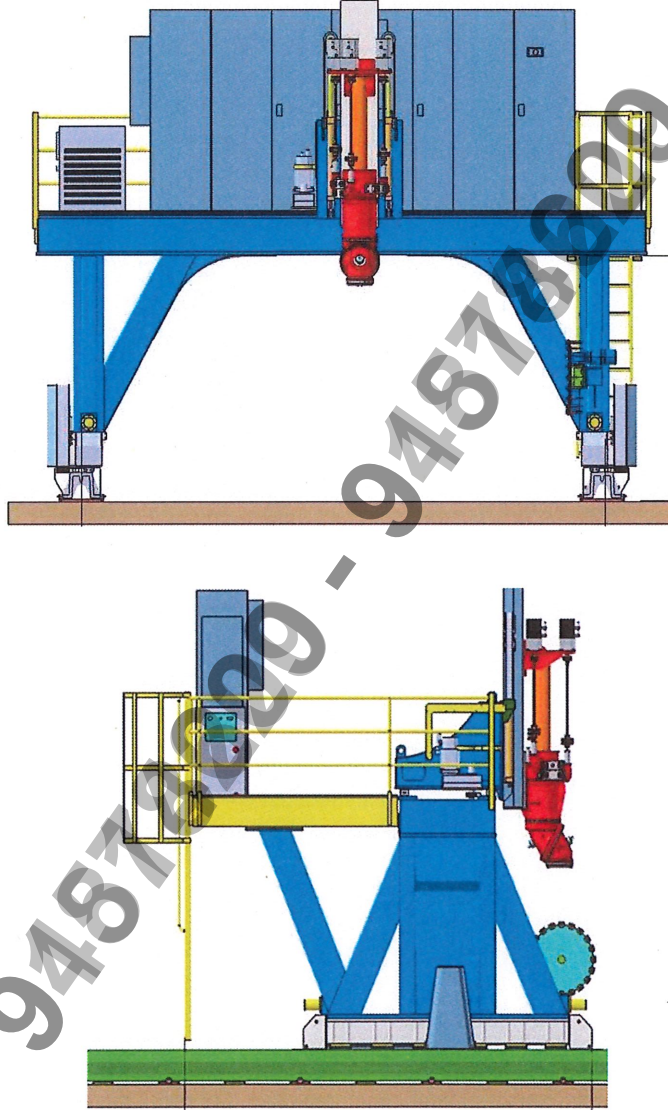
- Yüklenicinin tesisinde yapılacak fabrika kabul testlerinden (FAT) önce gerçekleştirilecek tüm mühendislik değişiklikleri, yüklenicinin uyguladığı belgelendirilmiş kalite yönetim sistemi prosedürleri kapsamında kontrol altında tutulacaktır.

- Fabrika kabul testlerinden sonra yapılması planlanan tüm mühendislik değişiklikleri, kapsamına bakılmaksızın TÜRASAŞ'ın yazılı onayına tabidir. Bu değişikliklere ilişkin tüm teknik belgeler, çizimler ve uygulama prosedürleri yüklenici tarafından TÜRASAŞ'a iletilecektir.
- Yüklenici tarafından gerçekleştirilecek tüm modifikasyonlar, bu teknik şartnamenin ilgili hükümlerine tam uyumlu olacak şekilde yürütülecektir. Değişikliğin üretim, performans, kullanım, bakım ya da güvenlik açısından olası etkileri değerlendirilerek dokümantasyon altında alınacaktır.
- Her bir modifikasyon işlemi için yüklenici tarafından, değişikliğin kapsamını, uygulanacağı fiziksel yeri ve süresini açıkça tanımlayan bir Modifikasyon Uygulama Planı hazırlanacak ve TÜRASAŞ'ın onayına sunulacaktır. Bu plan, ilgili yedek parçaları ve revize edilecek dokümantasyonları da kapsamalıdır.
- Yüklenici, TÜRASAŞ'a aşağıdaki bilgileri eksiksiz olarak sağlayacaktır:
 - Modifikasyonun uygulandığı tarih
 - Modifikasyon yapılan komponentin adı ve seri numarası
 - Komponentin eski ve yeni modifikasyon seviyesi
 - Komponentin sistem üzerindeki yeri
 - Modifikasyon sonrası güncellenmiş modifikasyon seviyesi takibi
- Performansa veya yedek parça yapısına doğrudan etkisi olmayan, ancak işleme tezgâhının güvenilirliğini veya verimliliğini artırmayı amaçlayan iyileştirme modifikasyonları yüklenici tarafından teklif edilebilir. Bu tür modifikasyonlara ilişkin takip ve izlenebilirlik bilgileri TÜRASAŞ'a düzenli olarak iletilecektir.
- Yüklenicinin tasarım hatası, mühendislik eksikliği veya sorumluluğu altındaki diğer nedenlerden kaynaklanan tüm modifikasyonlar, yüklenici tarafından herhangi bir bedel talep edilmeksizin gerçekleştirilecektir.

[Handwritten signature]

3. TEKNİK GEREKSİNİMLER

Bu teknik şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı, TÜRASAŞ Sakarya Bölge Müdürlüğü Alüminyum Gövde Üretim Fabrikası'nda, alüminyum ekstrüzyon profillerden imal edilen demiryolu araç gövde parçalarının (şasi, yan duvar, dam vb.) hassas ve yüksek kapasiteli şekilde işlenmesine yönelik olarak temin edilecektir.



Şekil 2 İşleme Tezgahının Referans Şematik Çizimi

Tezgâh sistemi; işleme ünitesi, CNC kontrol altyapısı, sabitleme ve referanslama fişstürleri, ölçüm sistemleri, kamera izleme donanımı, soğutma ve güvenlik sistemleriyle birlikte tek iş istasyonlu, 30.000 mm işleme alanına sahip gantry yapıda olacak, ileride ikinci bir istasyon ilavesine modüler olarak uzatılabilir özellikte tasarlanacaktır.

3.1. Makine Gövdesi ve Eksen Sistemleri

3.1.1. Ana Gövde ve Taşıyıcı Yapı

Bu şartname kapsamında tedarik edilecek gantry tip CNC talaşlı işleme tezgâhının ana gövdesi; uzun stroklu ağır hizmet tipi alüminyum profil işleme operasyonlarında oluşan statik ve dinamik yükleri taşıyacak, yüksek eğilme ve burulma rijitliği sağlayacak şekilde tasarlanmış olacaktır. Makine mimarisi, sürekli endüstriyel kullanımda geometrik kararlılığı destekleyecek kütle, kesit ve taşıyıcılık özelliklerine sahip ağır hizmet sınıfında olacaktır.

Tezgâh; milli hızlı elektrikli tren setlerinde kullanılan yan duvar, dam ve şasi bileşenlerinin (Ek-1) işlenmesi sırasında gerekli açıklık, erişilebilirlik ve yük taşıma kapasitesini sağlayacak, geniş açıklık altında çalışmaya uygun bir gantry mimarisine sahip olacaktır.

Gantry taşıyıcı yapı; çift kolonlu köprü (gantry) mimarisinde olacak ve uzun stroklu doğrusal eksen boyunca hareket eden köprü yapısı, yüksek eğilme ve burulma rijitliği sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Köprü hareketi ve eksen isimlendirmesi üretici tasarımına bağlı olmakla birlikte, uzun stroklu eksen boyunca köprü hareketi esas alınacak ve bu mimari teklif dokümanlarında açıkça gösterilecektir.

Z eksen taşıyıcı sistem; ince kesitli, uzun çıkıntılı ve burulmaya zayıf dikey taşıyıcı çözümlerden oluşmayacak; bunun yerine, kapalı kesitli, yüksek kesit momenti ve burulma rijitliği sağlayan box-in-box veya eşdeğeri yapısal performansa sahip bir dikey taşıyıcı (ram/slide) yapısında olacaktır. “Eşdeğer” yapı tanımı, burulma rijitliği ve kesit geometrisi açısından box-in-box yapılarla karşılaştırılabilir taşıyıcılık sağlayan çözümleri ifade eder.

Ana taşıyıcı yapı elemanları; titreşim söndürme kabiliyeti yüksek, ağır hizmet tipi makine yapılarında kullanılan malzeme ve kesit özelliklerine sahip olacaktır. Kaynaklı çelik konstrüksiyon tercih edilmesi halinde, uzun süreli geometrik kararlılığı desteklemek amacıyla uygun gerilim giderme işlemleri uygulanacaktır. Yüzeyler, korozyona karşı koruyucu kaplama ile muhafaza edilecektir.

Ana yapı elemanları kaynaklı çelik konstrüksiyon veya döküm yapı olabilir. Üretici, tercih edilen yapı tipinin bu maddede tanımlanan ağır taşıyıcı sınıfı gereklilikleri nasıl karşıladığını teknik gerekçeleri ile birlikte teklif dosyasında açıklayacaktır. Tezgâhın zemin yük dağılımı ve toplam makine kütlesine ilişkin değerler üretici tarafından hesaplanarak teklif dokümanında sunulacaktır.

3.1.2. Eksen Hareket Kapasiteleri

Tezgâhın doğrusal eksen hareket kapasiteleri, ağır hizmet tipi alüminyum profil işleme operasyonlarında kullanılmak üzere aşağıda belirtilen asgari değerlere sahip olacaktır.

Tabloda verilen kesme ilerleme hızı aralığı; işlenecek malzeme, kesme derinliği, takım geometrisi ve iş parçası rijitliğine bağlı olarak CNC kontrol sistemi üzerinden programlanabilir eksen ilerleme hızlarını ifade eder. Bu değerler, takım çevresel kesme hızı (Vc) anlamına gelmemektedir.

Eksen	Eksen Sınırları	Boşta İlerleme Hızı	Programlanabilir Kesme İlerleme Hızı Aralığı
Uzun stroklu X eksen	30.000 mm	40 m/dk	5 m/dk - 40 m/dk
Y	4.500 mm	20 m/dk	5 m/dk - 40 m/dk
Z	1.500 mm	20 m/dk	5 m/dk - 40 m/dk

Uzun stroklu eksen tahriki; geniş açıklık ve yüksek kütleli köprü yapılarında gerekli senkronizasyonu sağlayacak şekilde, simetrik veya çift tahrik prensibine uygun olarak tasarlanacaktır. Eksen tahrik sistemi; yüksek stroklarda hız, ivme ve rijitlik gereksinimlerini birlikte karşılayacak yapıda olacaktır.

Y eksen; geniş travers üzerinde, simetrik yerleştirilmiş çift doğrusal kılavuz sistemi ile desteklenecektir. Z eksen taşıyıcı yapısı, ağır hizmet koşullarına uygun, kapalı kesitli ve yüksek burulma rijitliği sağlayan box-in-box veya eşdeğeri yapısal performansa sahip dikey taşıyıcı sistemden oluşacaktır.

Uzun stroklu eksen hareket kapasitesi başlangıçta 30.000 mm olarak sağlanacaktır. Makine ana gövdesi ve taşıyıcı yapısı, ileride yapılabilecek kapasite artırımlarına yönelik yapısal hazırlıklar içerebilir; ancak bu durum mevcut makinenin rijitlik, hassasiyet ve performans gerekliliklerini olumsuz etkilemeyecektir. Eksen uzatımı veya ilave modül uygulamaları, ayrı bir mühendislik çalışması ve doğrulama sürecine tabi olacaktır.

Tezgâhın toplam gabari ölçüleri; uzun stroklu eksen yönünde 38 metreyi, kabin yüksekliği açısından 8,3 metreyi ve Y eksen yönünde kabin genişliği olarak 10 metreyi aşmayacaktır. Bu ölçüler, tesis yerleşim planı ve mevcut üretim hattı düzeni ile uyumlu olacaktır. Tezgâh konumlandırması, Ek-2'de verilen fabrika yerleşke planı esas alınarak yapılacaktır

3.1.3. Eksen Tahrik Sistemleri

Tezgâhın tüm doğrusal eksenlerinde kullanılacak tahrik sistemleri; uzun stroklu travelling gantry mimarisinin gerektirdiği yük taşıma kapasitesi, dinamik rijitlik ve konum kararlılığını sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Eksen tahrik zinciri; motor, transmisyon elemanları ve hareket iletimi dahil olmak üzere bir bütün olarak değerlendirilecek ve hassasiyetin temel olarak mekanik tasarım yoluyla sağlanması esas alınacaktır.

Her eksen için kullanılacak tahrik tipi (kremayer-pinyon, bilyalı vida veya eşdeğeri), strok uzunluğu, hareketli kütle ve hedef hassasiyet değerleri dikkate alınarak seçilecektir. Uzun stroklu eksenlerde, yüksek rijitlik ve yük altında kararlı hareket sağlayamayan hafif hizmet tipi tahrik çözümleri kabul edilmeyecektir.

Travelling gantry yapısında köprü hareketi, köprünün her iki tarafında dengeli kuvvet aktarımı sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Bu nedenle uzun stroklu eksen tahriki, gantry burulmasını (racking) sınırlandıracak senkronize veya çift tahrik prensibine uygun olacaktır. Tahrik sisteminin senkronizasyon kabiliyeti, kontrol sistemi seviyesinde izlenebilir ve denetlenebilir olacaktır.

Doğrusal eksen tahrik sistemleri; mekanik boşluk, elastik deformasyon ve tersleme davranışlarını minimize edecek şekilde tasarlanmış olacaktır. Backlash'in yalnızca yazılımsal kompanzasyon

yoluyla giderilmesi kabul edilmeyecek olup, mekanik sistemin tersleme hatası performansı ISO 230-2 standardına göre harici ölçüm sistemleri kullanılarak doğrulanacaktır. Kullanılan redüktör, dişli, kremayer, vida ve benzeri transmisyon elemanlarının boşluk özellikleri, hedef hassasiyet değerlerini destekleyecek nitelikte olacaktır. Bu kapsamda maksimum mutlak backlash limitleri aşağıdaki

- X eksen: $B \leq 0,05 \text{ mm}$
- Y eksen: $B \leq 0,03 \text{ mm}$
- Z eksen: $B \leq 0,02 \text{ mm}$

Konum geri besleme sistemi, tahrik zincirindeki mekanik boşluk ve elastik deformasyonların konumlama performansını olumsuz etkilemeyeceği şekilde seçilecektir. Ölçümün doğrudan eksen hareketinden mi yoksa dolaylı olarak tahrik elemanları üzerinden mi alındığı açıkça tanımlanacak; seçilen yaklaşımın hassasiyet üzerindeki etkileri yüklenici tarafından teknik olarak gerekçelendirilecektir.

Tahrik sistemleri, eksen kılavuzlama yapısı ile uyumlu olacak; ön yüklemeli lineer kızaklar, tahrik rijitliğini destekleyecek şekilde seçilecektir. Tahrik ve kılavuz bileşenleri; talaş, soğutma sıvısı ve kirleticilere karşı koruma altına alınacak ve otomatik yağlama sistemi ile sürekli olarak yağlanacaktır.

3.1.4. Eksen Konumlama Doğruluğu ve Tekrarlanabilirlik

Bu şartname kapsamında tedarik edilecek CNC gantry tip işleme tezgâhının doğrusal eksenlerine ait konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik performansı, TS EN ISO 230-2 standardında tanımlanan ölçüm prensipleri ve değerlendirme büyüklükleri esas alınarak doğrulanacaktır. ISO 230-2 standardı, sayısal kontrollü eksenler için bağlayıcı sınır değerler tanımlamamakta olup, bu maddede belirtilen sayısal kriterler idarenin asgari kalite beklentisini ifade eder ve kabulde bağlayıcıdır.

ISO 230-2'ye göre konumlama doğruluğu; hedeflenen konum ile ölçülen gerçek konum arasındaki farkın, ileri ve geri yönlü yaklaşımlar dikkate alınarak değerlendirilmesiyle tanımlanır. Tekrarlanabilirlik ise aynı hedef konuma, aynı yönden yapılan tekrar konumlamalar arasındaki yayılımı ifade eder. Bu büyüklüklerin tanımı ve ölçüm yaklaşımı ISO 230-2'de verilen tanım ve şemalarla uyumlu olacaktır.

Uzun stroklu eksenler için konumlama doğruluğu aşağıdaki model ile ifade edilir:

$$Pa(L) \leq A + B \cdot L$$

Burada;

- $Pa(L)$: Eksen boyunca L konumunda izin verilen maksimum konumlama hatası (μm),
 A : Strok uzunluğundan bağımsız sabit hata bileşeni (μm),
 B : Strokla orantılı hata katsayısı ($\mu\text{m}/\text{m}$),
 L : Referans başlangıç noktasından ölçülen konum veya toplam strok uzunluğu (m) olarak tanımlanır.

Tablo 1. Uzun Stroklu Eksen İçin Konumlama Doğruluğu

Parametre	Tanım	Değer
A	Sabit hata bileşeni	$\leq 30 \mu\text{m}$
B	Strok-bağımlı hata katsayısı	$\leq 7 \mu\text{m/m}$
L	Toplam strok	30 m
Pa (30 m)	Maks. konumlama hatası	$\leq 0,24 \text{ mm}$

Not: Pa(L) değeri, $\text{Pa(L)} \leq A + B \cdot L$ koşulunu sağlayacak şekilde belirlenmiştir.

Bu modelde A terimi; enkoder çözünürlüğü, kısa menzilli mekanik hatalar ve lokal sistematik etkileri; B·L terimi ise uzun stroklu eksenlerde biriken geometrik, kinematik ve yapısal etkileri temsil eder.

Bu kapsamda, tezgâhın doğrusal eksenleri için sağlanması gereken konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik kriterleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Diğer Eksenler İçin Konumlama Performans Kriterleri

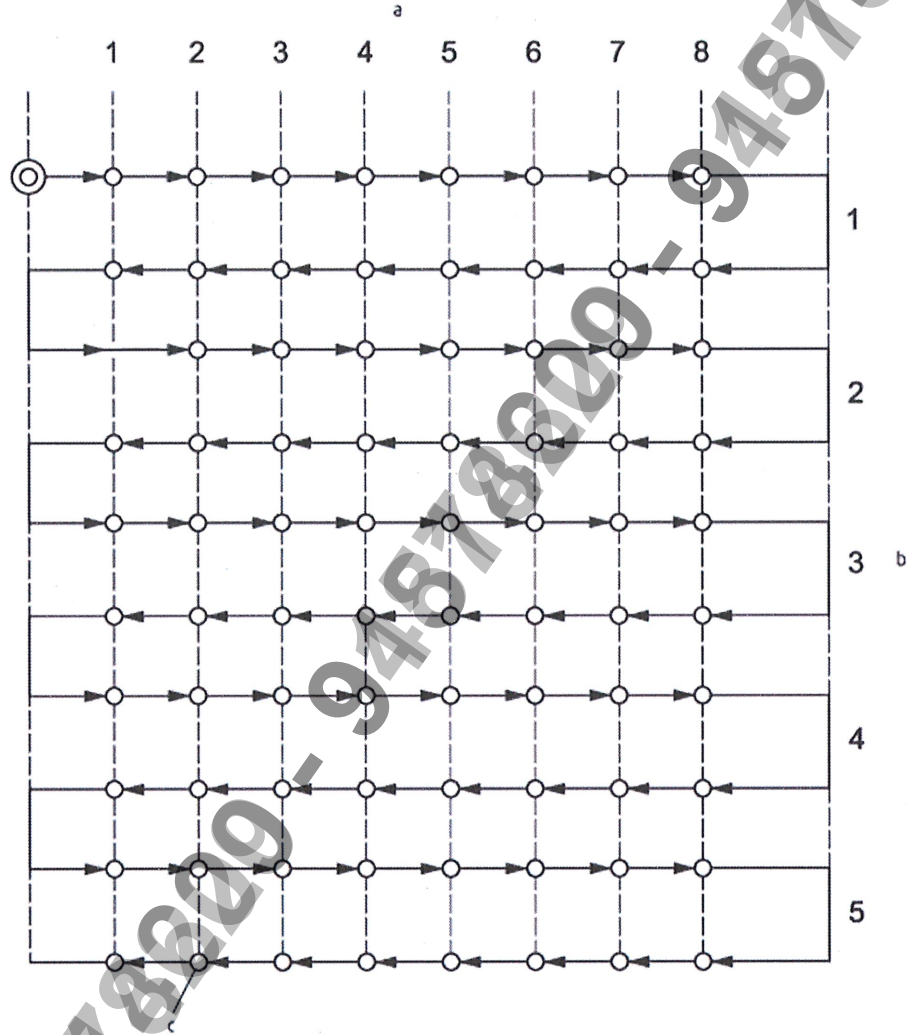
Eksen	Konumlama Doğruluğu Pa	Tekrarlanabilirlik R	Referans
Y eksen	$\leq 50 \mu\text{m}$	$\leq 40 \mu\text{m}$	ISO 230-2
Z eksen	$\leq 40 \mu\text{m}$	$\leq 30 \mu\text{m}$	ISO 230-2

Tekrarlanabilirlik değerlendirmesi, ISO 230-2’de tanımlanan yaklaşıma uygun olarak, aynı hedef konuma aynı yönden yapılan tekrar konumlamalar arasındaki maksimum yayılım esas alınarak yapılacaktır.

Ölçümler, konumlama kompanzasyonu aktif durumda gerçekleştirilecektir. Kompanzasyon kapalı ölçüm sonuçları, mekanik ve sistematik hata büyüklüğünün değerlendirilmesi amacıyla raporda ayrıca sunulacaktır; ancak kabul değerlendirmesinde esas alınmayacaktır.

Ölçüm noktaları, eksen strokunu temsil edecek şekilde homojen olarak dağıtılacak; uzun stroklu eksenlerde ölçüm sonuçları strok boyunca elde edilen en olumsuz durum esas alınarak değerlendirilecektir. Ölçüm düzeni ve yaklaşım şeması, ISO 230-2 standardında yer alan konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik ölçüm şekilleri esas alınarak uygulanacaktır (ilgili ISO 230-2 şekil ve şemaları eklerde referans olarak verilecektir).

Test raporlarında; ölçüm yapılan eksenler, hedef konum listesi, ileri ve geri yönlü yaklaşım sonuçları, tekrar sayıları, kullanılan ölçüm sistemi, kompanzasyon durumu ve Pa(L), R hesap sonuçları açıkça belirtilecektir. Kabul, bu maddede tanımlanan performans modeli ve sınır değerlerin sağlanmasına bağlıdır.



- a Position i ($m = 8$).
- b Cycle j ($n = 5$).
- c Target points.

Şekil 3. ISO 230-2 standart test döngüsü.

Bu maddede tanımlanan konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik ölçümleri, TS EN ISO 230-2 standardında verilen standart test döngüsü (Standard Test Cycle) esas alınarak gerçekleştirilecektir. Ölçüm çevrimi, ISO 230-2 standardında yer alan ilgili test döngüsü şekline uygun olarak; ileri ve geri yönlü yaklaşımlar, hedef konumlar ve tekrar çevrimleri içerecek şekilde uygulanacaktır.

Ölçüm, makine içi konum geri besleme sistemlerinden (enkoderler vb.) bağımsız, harici ve izlenebilir bir ölçüm sistemi kullanılarak yapılacaktır. Ölçüm sistemi; lazer interferometre, lazer tracker (ör. FARO Tracker veya eşdeğeri) veya eşdeğer doğrulukta, ulusal/uluslararası metroloji

zincirine izlenebilir bir sistem olacaktır. Kullanılan ölçüm cihazının doğruluk sınıfı, kalibrasyon durumu ve izlenebilirlik bilgileri test raporunda belirtilecektir.

Hedef konumlar, ölçülen eksenin toplam strokunu temsil edecek şekilde homojen olarak dağıtılacaktır. Uzun stroklu X eksenini için hedef konum sayısı, başlangıç ve bitiş konumları dahil olmak üzere, strok boyunca en az 10 ara nokta olacak şekilde belirlenecektir. Y ve Z eksenlerinde hedef konum sayısı, ilgili eksen strokunu temsil edecek yeterlilikte belirlenecek ve raporda açıkça listelenecektir.

Her bir hedef konum için ölçüm; ileri ve geri yönden yaklaşım yapılarak gerçekleştirilecek ve her yaklaşım yönü için en az 5 tekrar ölçüm alınacaktır. Konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik hesapları, ISO 230-2 standardında tanımlanan yöntemlere uygun olarak yapılacaktır.

Y ve Z eksenleri için tanımlanan konumlama doğruluğu ve tekrarlanabilirlik sınır değerleri; bu eksenlerin daha kısa strok uzunlukları, daha yüksek yapısal rijitliği ve işleme operasyonlarındaki fonksiyonel gereksinimler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu değerler, kısa stroklu yüksek hassasiyetli eksenler için endüstride kabul gören performans seviyelerini temsil eder.

Bu maddede tanımlanan konumlama doğruluğu, tekrarlanabilirlik ve tersleme hatası ölçümleri, ISO 230-2 standardının kapsamına uygun olarak boşta hareket koşullarında, kesme kuvveti uygulanmadan gerçekleştirilecektir. Ölçümler, iş parçası, takım veya fişstür etkilerinden bağımsız olarak, yalnızca makinenin kinematik ve tahrik sistemlerinin performansını değerlendirmeye yönelik olacaktır. Parça üzerindeki işleme doğruluğu ve proses performansı, bu madde kapsamı dışındadır

3.1.5. Eksen Koruma ve Körük Sistemleri

Yüklenici; tezgâhın tüm doğrusal eksen hareket bölgelerinde, kılavuzlar, tahrik elemanları, ölçüm sistemleri, kablo ve hortum güzergâhları ile diğer hareketli mekanik bileşenleri; talaş, soğutma sıvısı sıçraması, yağ buharı ve toz etkilerine karşı koruyacak eksen koruma sistemlerini tasarlamak, imal etmek ve devreye almakla yükümlüdür. Koruma çözümünün tipi (körük, teleskobik sac, akordeon panel, kapalı kanal veya eşdeğeri) yüklenicinin tasarımına bırakılmış olmakla birlikte, sistem aşağıda belirtilen asgari gereklilikleri sağlamalıdır.

Koruma sistemi, eksenlerin tüm strok boyunca hareketli yüzeylerini kapsayacak; talaş ve soğutma sıvısının kılavuzlar, vidalı mil/kremayer-pinyon sistemleri, ölçüm elemanları ve kritik mekanik bileşenlere doğrudan temasını engelleyecek şekilde yönlendirme ve bariyer etkisi sağlayacaktır. Koruma yapısı, talaş veya sıvı birikimine neden olmayacak; gerekli noktalarda drenaj ve akış yönlendirme imkânı sunacaktır.

Kullanılan koruma elemanları, tezgâhın azami eksen hızlarında ve normal üretim çevrimlerinde uzun süreli çalışmaya uygun olacak; çalışma süresince yırtılma, kopma, kalıcı deformasyon, gevşeme veya işlev kaybı göstermeyecektir. X ve Y eksenlerinde uzun strok boyunca kullanılan koruma sistemleri için, yüksek çevrimli üretim koşullarında kullanılabilirlik esas alınacak; koruma elemanlarının beklenen hizmet ömrü, normal üretim koşullarında en az birkaç yıl süreyle (veya eşdeğer çevrim sayısında) bakım veya değişim gerektirmeyecek şekilde seçilecektir. Bu beklentiye ilişkin üretici beyanı veya referans uygulama bilgisi teklif dosyasında sunulacaktır.

Koruma elemanlarının malzemesi; alüminyum talaşı, soğutma sıvıları (emülsiyon vb.), yağ buharı, MMS/MQL uygulamaları ve temizlik kimyasalları ile uyumlu olacak; zamanla sertleşme, şişme, çatlama veya katman ayrılması göstermeyecektir. Keskin talaşın yoğun olduğu bölgelerde, aşınmaya karşı ilave koruyucu katmanlar veya eşdeğer yapısal önlemler sağlanacaktır.

Koruma elemanları, bakım ve temizlik işlemleri için kolay erişilebilir ve değiştirilebilir olacak; sökme-takma işlemleri, makine geometrisini veya ayarlarını bozmayacak şekilde tasarlanacaktır. Koruma sistemlerinin bağlantı noktaları ve hareketli birleşimleri, normal çalışma koşullarında gevşeme riski oluşturmayacaktır.

Yüklenici, önerdiği eksen koruma çözümünün teknik yaklaşımını, kullanılan malzeme özelliklerini, beklenen hizmet ömrünü ve bakım/değişim periyotlarını teklif dosyasında açıkça belirtmekle yükümlüdür. Alternatif koruma çözümleri, bu maddede belirtilen gereklilikleri sağlamak ve TÜRASAŞ onayına sunulmak koşuluyla kabul edilebilir.

3.1.6. Fikstür ve Bağlama Sistemleri

Makine, 30 metreye kadar uzunluktaki alüminyum ekstrüzyon profillerin güvenli, tekrarlanabilir ve deformasyona yol açmayacak şekilde bağlanmasına imkân sağlayan fikstür ve bağlama (clamping) sistemleri ile donatılacaktır. Fikstürler; mevcut üretim hattında imal edilen EMU tren setlerine ait dam, şasi ve yan duvar bileşenlerini kapsayacak şekilde tasarlanacaktır. Fikstür tasarım süreci, TÜRASAŞ ile koordinasyon içinde yürütülecek olup, nihai tasarım ve teknik yeterlilikten yüklenici sorumlu olacaktır.

Fikstür ve bağlama sistemi; parçanın makine koordinat sistemine hızlı şekilde yerleştirilmesini, bağlanmasını ve referanslanmasını sağlayacak; seri üretimde bağlama ve konumlandırma tekrarlanabilirliği yüksek olacak şekilde tasarlanacaktır. Bağlama noktaları ve bağlama kuvvetleri, parça geometrisi ve kesit özellikleri dikkate alınarak belirlenecek; bağlama sırasında veya işleme sürecinde parça üzerinde kalıcı deformasyona, burulmaya veya yerel gerilme yoğunlaşmalarına neden olmayacaktır.

Fikstür sistemi, parçayı makine referanslarına tanımlayan sabit ve tekrarlanabilir datum yüzeyleri veya referans elemanları (referans pimleri, dayama yüzeyleri vb.) içerecek; parça konumlandırması, her bağlamada aynı referans zinciri üzerinden gerçekleştirilecektir. Parça-fikstür arayüzü, işleme titreşimlerini sönmüleyecek ve kesme kuvvetleri altında konum kararlılığını koruyacak şekilde tasarlanacaktır.

Gerekli görülen durumlarda, fikstür üzerinde parça doğrulama ve referans kontrolüne imkân sağlayan ölçüm noktaları (prob erişim bölgeleri, referans yüzeyleri veya eşdeğer çözümler) bulunacaktır. Fikstür sistemi, CNC tezgâh kontrolü ile uyumlu olacak; otomatik referans alma, parça varlık kontrolü ve/veya parça konum doğrulama süreçlerine entegre çalışabilecek şekilde yapılandırılacaktır.

Fikstür ve bağlama sistemi; üretim ergonomisini destekleyecek, operatör müdahalesini minimize edecek ve güvenli çalışma koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Bağlama elemanları, bakım ve ayar işlemleri için erişilebilir olacak; normal üretim koşullarında sık ayar gerektirmeyecek ve uzun süreli kullanımda tekrarlanabilirlik kaybı göstermeyecektir.

3.1.7. Tabla Özellikleri

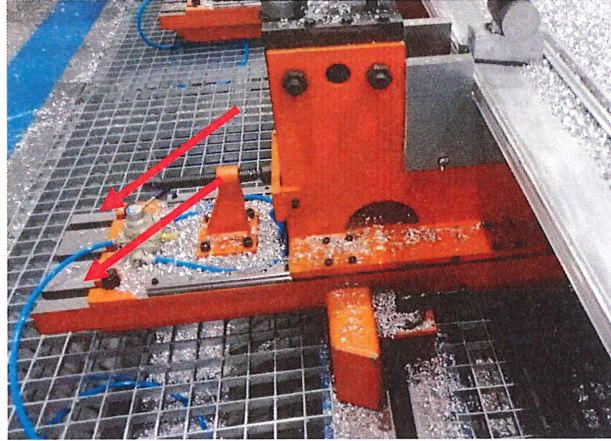
Tedarik edilecek gantry tip talaşlı işleme tezgâhının tablası, milli hızlı tren setlerinde kullanılan yan duvar, dam ve şasi gibi büyük boyutlu parçaların güvenli ve hassas şekilde bağlanabilmesi için tasarlanmalıdır.

Tablanın temel özellikleri şunlar olmalıdır:

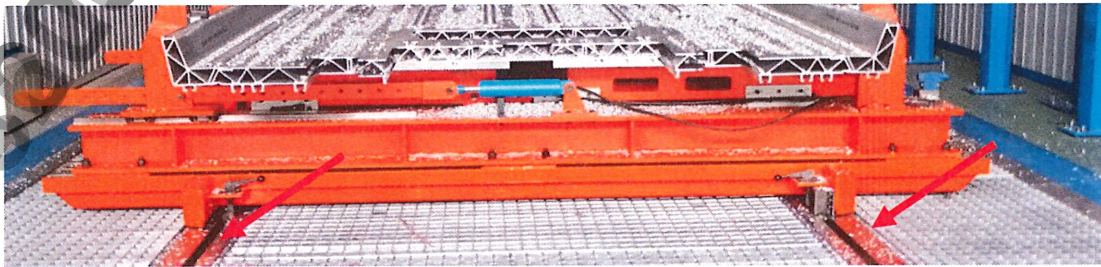
- Tabla gövdesi, yüksek rijitlik sağlayan çelik konstrüksiyon yapıda olmalıdır.
- Tablanın yüzeyi boyunca konumlandırılmış yüksek mukavemetli T-slot kanallar bulunmalıdır. Bu kanallar, farklı tip ve boyutlardaki fikstürlerin kolayca bağlanabilmesine, ayarlanabilmesine ve yeniden konumlandırılabilmesine olanak sağlamalıdır.
- Fikstür bağlantıları, kanallar üzerinden tekrarlanabilirlik sağlayacak şekilde tasarlanmalı; her kurulumda hassas pozisyonlama elde edilmelidir.
- Tablanın taşıma kapasitesi, tek parça halinde işlenecek dam veya şasi bileşenlerinin ağırlığını güvenle taşıyacak düzeyde olmalıdır.
- Tablanın üst yüzeyi, talaş tahliyesi ve soğutma sıvısı drenajına uygun olacak şekilde makine eksenine paralel kanallı veya eğimli yapıda olmalıdır. Makine yatağı ızgaralarla kaplı olacak şekilde ızgaraların altında, talaşları talaş konveyörlerine yönlendiren talaş yönlendirme plakaları bulunacaktır. Izgaralar ve talaş yönlendirme plakaları teslimat kapsamına dahildir.
- Tablanın uzunlamasına boyu, X eksenı boyunca en az 30.000 mm olacak şekilde tezgâhla uyumlu olmalıdır.
- Makine tabla üzerine çıkılması için yanlarında basamaklar bulunmalıdır.
- Tablanın titreşimleri sönümleyici özellikte olması ve işleme sırasında oluşan rezonansları minimuma indirmesi gereklidir.



Şekil 6. Z Ekseninde T slot Referans



Şekil 6. Y Ekseninde T slot Referans Gösterim



Şekil 6. X Ekseninde T slot Referans Gösterim

3.2. İş Mili (Spindle) ve Takım Sistemi Özellikleri

Tezgâhta kullanılacak iş mili aşağıdaki asgari teknik özelliklere sahip olacaktır:

Tablo 3. Spindle karakteristik değerleri

Parametre	Tanım	Asgari Değer
Sürekli güç (S1)	İş milinin sürekli çalışma gücü	≥ 60 kW
Maksimum devir hızı (S1)	Sürekli çalışmada ulaşılabilir maksimum devir	≥ 16.000 dev/dk
Sürekli tork (S1)	Düşük devir bölgesinde sürekli tork	≥ 160 N·m
Sürekli tork geçerli devir aralığı	160 N·m torkun sürekli olarak sağlanacağı devir aralığı	1.000 – 3.000 dev/dk aralığından dar olmamalı
Devir–tork karakteristiği	Düşük devirde sabit tork, üst devirlerde sabit güç	Zorunlu
Takım tutucu sistemi	Spindle–takım arayüzü	HSK 100A
Rulman ve yataklama	Yüksek tork ve sürekli çalışmaya uygun yapı	Ön yüklemeli seramik hibrit veya eşdeğeri
Yağlama sistemi	Spindle yatak yağlaması	Yağ-hava (oil-air)
Soğutma sistemi	Spindle termal kararlılığı	Aktif sıvı soğutmalı
İçten soğutma	Takım içinden soğutma kabiliyeti	TSC (through-spindle cooling)

Yüklenici, iş miline ait S1 duty cycle için geçerli tork–güç–devir karakteristik eğrilerini teknik teklif kapsamında sunacaktır. Bu eğriler, Tablo 3’te tanımlanan değerlerin sağlandığını açıkça gösterecek şekilde hazırlanacaktır.

İş mili, HSK 100A takım tutucu standardına uyumlu olacak ve DIN 69893-1 standardına uygunluğu belgelendirilecektir. Takım tutucu arayüzü, yüksek tork iletimine ve ağır talaş kaldırma operasyonlarında rijitliğe uygun olacaktır.

İş mili yataklama sistemi; yüksek radyal ve eksensel kesme kuvvetleri altında, düşük devir–yüksek tork bölgesinde sürekli çalışmaya uygun olacak şekilde tasarlanacaktır. Yataklama sistemi, ön yüklemeli seramik hibrit rulmanlardan veya yük taşıma kapasitesi, rijitlik ve sürekli çalışma ömrü açısından eşdeğer performans sağlayan bir çözümünden oluşacaktır.

İş mili yatakları, yüksek hız ve yüksek tork koşullarında sürekli çalışmaya uygun yağ-hava (oil-air) yağlama sistemi ile yağlanacaktır. Gres yağlama çözümleri kabul edilmeyecektir.

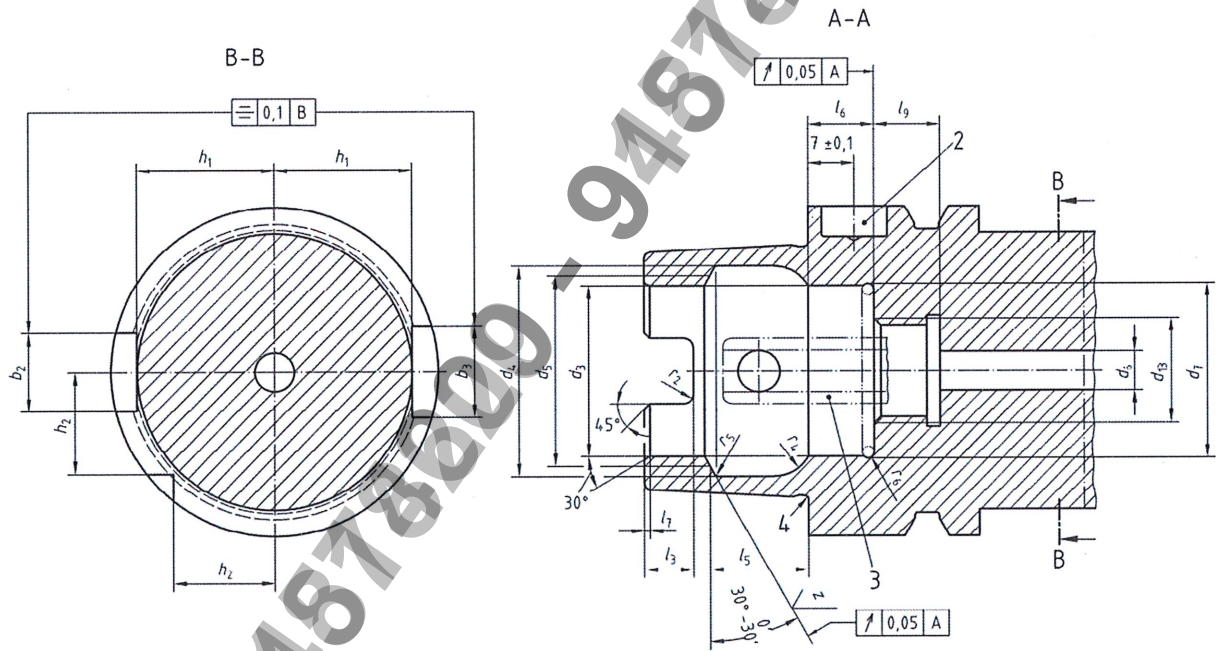
İş mili, termal kararlılığı sağlamak amacıyla aktif sıvı soğutmalı olacaktır. Soğutma sistemi, iş mili motoru ve yataklama bölgelerini kapsayacak şekilde tasarlanacak; uzun süreli sürekli çalışmalarda iş mili sıcaklığının kararlı kalmasını sağlayacaktır. İş mili sıcaklıkları entegre sensörler ile izlenecek ve CNC kontrol sistemi tarafından otomatik termal kompanzasyon uygulanacaktır.

İş mili, kesici takım içinden soğutma yapabilecek through-spindle cooling (TSC) sistemine sahip olacaktır. TSC sistemi, dolu paso kaba işleme operasyonlarında kesme bölgesine soğutma sıvısının doğrudan iletilmesini sağlayacak ve otomatik takım değiştirici (ATC) sistemi ile uyumlu çalışacaktır. TSC sisteminin varlığı ve çalışır durumda olduğu kabul testlerinde doğrulanacaktır.

İş mili, otomatik takım değiştirici sistemi ile tam uyumlu olacak; spindle gövdesi talaş, sıvı ve toz gibi çevresel etkilere karşı uygun şekilde korunacaktır. Bakım ve servis işlemleri, üretici tarafından tanımlanan prosedürlere uygun olarak kolay erişilebilir şekilde tasarlanacaktır.

3.2.1. Takım Tutucu Sistemi

Tedarik edilecek gantry tip talaşlı işleme tezgâhında kullanılacak takım tutucu sistemi, yüksek devirli ağır işleme şartlarına uygun, rijitliği ve hassasiyeti yüksek bir yapı sağlayacak şekilde seçilecektir. Sistem, çeşitli takım tiplerini (uç frezeler, yüzey frezeler, matkaplar) barındırabilmelidir.



Şekil 7. Konik içi boş şaft formu A Kesit görünümü- HSK A 100 (DIN 69893-1)

Tedarik edilecek işleme tezgâhında kullanılacak takım tutucu sistemi, aşağıdaki teknik özellikleri sağlayacaktır:

- **Tip** : HSK 100 A
- **Standardı** : DIN 69893(1-2)
- **Bağlantı yapısı** : Konik + flanş çift yüzey temaslı yapı
- **Nominal çap** : 100 mm
- **Tolerans sınıfı** : AT3 veya daha hassas olmalı
- **Dönme hassasiyeti**: Takım tutucu-iş mili bağlantısında, referans ölçüm noktasında maksimum 0,005 mm olacaktır.
- **Malzeme** : Yüksek alaşımlı çelik veya eşdeğer, sertleştirilmiş ve korozyon önleyici kaplamalı (Boya, kaplama vb.)

[Handwritten signature]

- **Soğutma/Yağlama kanalları:** İş mili, içten yağlama sistemine (MQL – Minimum Quantity Lubrication) uyumlu yapıda olacaktır. Yağ-hava karışımı, mil gövdesi içerisindeki merkezi kanal (central bore) üzerinden kesici takıma iletilecek ve kesme bölgesinde etkili yağlama ve ısı uzaklaştırma sağlayacaktır.
- **Takım değişimi** : Otomatik takım değiştirici ile tam uyumlu
- **Koruma** : Takım tutucu konik yüzeyi, talaş ve soğutma sıvısı etkilerine karşı koruyucu kapak veya eşdeğer bir mekanizma ile korunacaktır.
- **Temizlik** : Takım bağlama yüzeylerinin temizlenmesini sağlamak amacıyla hava üfleme (blow-off) sistemi bulunacaktır.

3.2.2. Takım Değiştirici Sistemi

Otomatik takım değiştirme sistemi (ATC), işleme sırasında operatör müdahalesi olmadan kesici takım değişimini gerçekleştirecek kapasite ve güvenilirlikte olacaktır. Sistem, HSK 100 A takım tutucu standardına uygun çalışacak ve CNC kontrol ünitesi ile tam entegre olacaktır.

ATC ve ilgili otomasyon/ölçüm fonksiyonlarına ilişkin asgari gereklilikler aşağıda verilmiştir:

- Takım magazini toplam kapasitesi en az 40 takım olacaktır. Magazin tek parça 40 kapasiteli olabileceği gibi iki modül şeklinde (ör. 20+20) de tasarlanabilir. Modüler çözümde CNC kontrol sistemi, magazinler arası takım yönetimini, otomatik seçim işlemlerini ve takım çağırma/yerine koyma fonksiyonlarını kesintisiz şekilde yürütecektir.
- Magazin tipi zincirli veya disk tip olabilir. Seçilen tasarım, HSK 100 A takım tutucuların güvenli taşınmasını ve yüksek kütleli takımlarda dahi kararlı takım değişimini sağlayacaktır.
- Otomatik takım değişimi için desteklenen maksimum takım boyu 250 mm olacaktır. (Takım magazinine girmeyen ve operatör tarafından manuel kullanılan özel aparatlar/uzun takımlar bu kapsam dışındadır.)
- Otomatik takım değişimi için desteklenen maksimum takım çapı 100 mm olacaktır. Takım taşıma kapasitesi en az 10 kg olacaktır. Yüklenici, magazin içinde yan yana takım yerleşimi için gerekli “komşu cep boş bırakma” kurallarını teknik teklifte açıkça belirtmelidir.
- Takım değişim süresi (eski takım çıkarma – yeni takım bağlama) standart takım koşullarında maksimum 25 saniyeyi geçmeyecektir. Bu süre tanımı, takım değişiminin CNC tarafından komutlandırılmasından takımın bağlama tamam sinyaline kadar geçen süreyi ifade eder.
- Magazin konum sensörleri, takım var/yok sensörleri ve takımın doğru cebe yerleştiğini doğrulayan algılama sistemi bulunacaktır. Takım bağlama/çözme durumu CNC üzerinden izlenebilir olacaktır.
- Takım tutucu konikleri, talaş ve soğutma sıvısı girişine karşı otomatik kapak veya eşdeğer koruma sistemi ile korunacaktır.
- Takım bağlantı yüzeyleri için otomatik hava üfleme (blow-off) ile temizlik fonksiyonu bulunacaktır.
- Takım tanıma ve takım yönetimi için otomatik takım kimliklendirme (ör. RFID/benzeri otomatik tanıma) veya CNC üzerinden güvenli takım veri yönetimi altyapısı sağlanacaktır. Hangi yöntem kullanıldığı teknik teklifte belirtilecektir.
- Takım boyu ve çap ölçümü için CNC ile entegre otomatik takım ölçüm sistemi (tool setter) bulunacaktır. Sistem, takım boyu/çapı ölçümünü otomatik olarak alabilecek ve ölçüm sonuçlarını CNC’de takım ofsetlerine işleyebilecektir.
- Sistem, takım kırılma kontrolü yapabilecek kabiliyette olacaktır. Kullanılan yöntem (temaslı/temassız) teknik teklifte belirtilerek çalışma prensibi açıklanacaktır.

- Tezgâhta iş parçası ölçümleri için CNC kontrol sistemi ile entegre çalışabilen temaslı parça ölçüm probu bulunacaktır. Prob sistemi otomatik kalibrasyon destekli olacak ve ölçüm sonuçları CNC ekranında dijital olarak raporlanabilir olacaktır.
- Prob uçları hızlı değiştirilebilir tipte olacak; yedek prob uçları tezgâh ile birlikte teslim edilecektir.
- Kabin içine yerleştirilmiş endüstriyel kamera veya eşdeğer bir görsel izleme sistemi ile işleme sürecinin izlenmesi sağlanacaktır. Sistem, operatörün işleme alanını güvenli şekilde gözlemlemesine imkân verecek konumda olacaktır.
- ATC sistemi, ağır hizmet koşullarına uygun olacak; yüksek kütleli takımlarda ve yüksek ivmeli eksen hareketleri sırasında takımın emniyetli şekilde taşınmasını sağlayacak mekanik güvenlik tedbirleri ve kilitleme düzenekleri bulunacaktır.

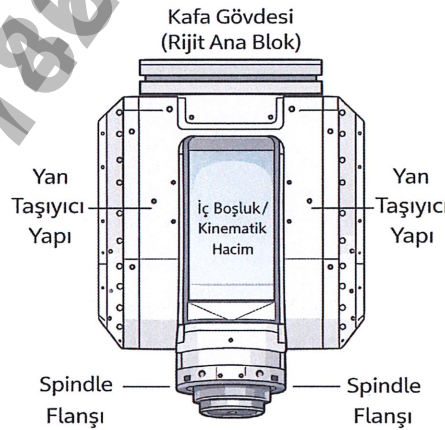
3.3. Kafa Ünitesi

3.3.1. Genel Tanım

Tezgâhın kafa ünitesi, ağır talaş kaldırma ve yüksek hassasiyetli yüzey işleme operasyonlarını destekleyecek rijitlik ve hassasiyette olacaktır. Ünite, çok eksenli hareket kabiliyetine sahip olacak, farklı işleme stratejilerine uygun esneklikte tasarlanacaktır. Kafa ünitesi, milli tren seti üretiminde kullanılan alüminyum gövde parçaları üzerinde tanımlanmış operasyonları (kesme, frezeleme, pencere açma, şasi işlemleri vb.) gerçekleştirebilecek yapıda olmalıdır.

3.3.2. Kafa Tipi

Kafa ünitesi, iki eksen kontrollü (A ve C eksenleri) döner freze kafası yapısında olacaktır. Her iki eksen, CNC kontrol sistemi tarafından simultane olarak yönetilecek ve yüksek hassasiyetli çok eksenli işleme kabiliyeti sağlayacaktır.



Şekil 8. Şematik kafa tipi gösterimi

- A eksenini, en az -105° ila $+105^{\circ}$ aralığında sürekli pozisyonlama ve interpolasyon hareketi yapabilecektir.
- C eksenini, $360^{\circ} (\pm 180^{\circ})$ simultane dönüş hareketini destekleyecektir. Her iki eksen de mutlak enkoder kullanılacak ve yüksek çözünürlüklü pozisyon ölçümü yapılacaktır.
- A ve C eksenleri simultane çalışacak, yüksek rijitlik sağlayan doğrudan tahrikli veya eşdeğeri rijitlikte redüksiyonlu sistem kullanılacaktır.

[İmza]

Kafa ünitesi, özel işleme aparatlarının bağlanmasına uygun olacak şekilde tasarlanacaktır. Tezgâh, alüminyum profillerin yüksek hızlı ve hassas kesimine olanak veren bir testere kesme başlığı ile uyumlu olacaktır. Testere başlığı, iş mili üzerinden tahrikli olacak ve CNC kontrol ünitesi tarafından bağımsız bir takım olarak tanınacaktır.

- Testere çapı maksimum 500 mm olacak, sistem pick-up (otomatik bağlama/çıkarma) özelliğini destekleyecektir.
- Testere bağlama adaptörleri, koruma muhafazaları ve güvenlik sensörleri yüklenici tarafından sağlanacaktır.
- Testere başlığı, iş mili ve takım magazin sistemine zarar vermeyecek şekilde tasarlanacak ve bağlama işlemi güvenli biçimde gerçekleştirilecektir.
- Testere takımı için magazin üzerinde özel bir bağlama yeri (slot) bulunacaktır. Magazin ve değiştirme mekanizması, bakım erişimi kolay olacak şekilde düzenlenecektir. Tüm hareketli parçalar, üretici tarafından belirlenen periyotlarda yağlanabilir ve erişilebilir yapıda olacaktır.

Testere kesme başlığı, alüminyum ekstrüzyon profillerde tek geçişte kesim yapabilecek rijitlikte olacak; kesme sırasında oluşan titreşimler işleme hassasiyetini olumsuz etkilemeyecek seviyede tutulacaktır.

3.3.3. Rijitlik ve Performans

- Kafa gövdesi, yüksek mukavemetli alaşımlı çelik veya dökme demir malzemeden imal edilecek; titreşim sönümleme kabiliyeti yüksek olacaktır.
- A ve C eksen tahrik sistemleri, backlash VDI/DGQ 3441 gibi standartlarda tanımlanan kabul edilebilir sınırlar üstüne çıkmasına engelleyecek ön yüklemeli dişli veya doğrudan tahrik (direct drive) teknolojisi kullanacaktır.
- Tüm rulman ve yataklama sistemleri ağır yük altında dahi hassasiyetini koruyacak kapasitede olacaktır.

3.3.4. Soğutma ve Koruma

- Kafa ünitesinde iş mili ve eksen tahrik sistemleri için bağımsız soğutma devreleri bulunacaktır.
- Ünite, talaş, soğutma sıvısı ve toz girişine karşı tam koruma sağlayan sızdırmaz muhafaza ile korunacaktır.
- Kafa yüzeyi ve kritik bağlantı noktaları korozyona karşı koruma kaplaması ile kaplanacaktır.

3.3.5. Takım Uyum ve İşleme Yeteneği

- Kafa ünitesi, HSK 100 A takım tutucu standardı ile uyumlu olacaktır.
- Kesme sırasında A ve C eksenlerinde tam simultane kontrol sağlanabilecek, 5 eksen eş zamanlı işleme desteklenecektir.
- Kafa dönüş hızları, üretici tarafından belirtilen maksimum devir sınırlarında güvenli çalışmayı sağlayacaktır.
- Ana ünite, azami uzunluğu 700 mm (testere bıçağı hariç) takımları kullanabilmelidir. Tezgahta frezeleme, delme, kılavuz çekme, raybalama gibi işlemleri yüksek hassasiyet ve hızda gerçekleştirmelidir

3.3.6. Bakım ve Servis

- Kafa ünitesi bakım erişimi kolay olacak şekilde tasarlanacaktır.
- Rulman değişimi, eksen ayarı ve sızdırmazlık elemanlarının değişimi üretici bakım prosedürlerine uygun olarak saha şartlarında yapılabilir olmalıdır.

3.4. Soğutma, Yağlama ve Talaş Yönetimi

Tezgâh, yüksek hassasiyetli işlemlerde ısıl kararlılığı sağlamak, takım ömrünü uzatmak ve makine bileşenlerini korumak amacıyla etkin soğutma, yağlama ve talaş tahliye sistemleriyle donatılacaktır.

Sistemler, yüksek talaş kaldırma oranlarında dahi optimum sıcaklık kontrolünü ve kesintisiz talaş tahliyesini sağlayacak şekilde tasarlanacaktır.

3.4.1. Soğutma Sistemleri

- İş mili sıvı soğutmalı olacaktır. Soğutma devresi, sürekli çalışmada optimum sıcaklıkta kararlılığı sağlayacak kapasitede olmalıdır.
- İçten yağlama sistemi bulunacak; mil gövdesi içerisindeki merkezi kanallar (central bore) aracılığıyla kesici takıma yağ-hava karışımı yönlendirilecektir.
- Soğutma sıvısının basıncı, debisi ve sıcaklık kontrol yöntemi yüklenici tarafından teknik teklifte belirtilecektir.
- İşleme alanındaki talaşların etkin biçimde uzaklaştırılması için yüksek basınçlı kabin yıkama nozulları bulunacaktır.
- Nozulların konumu, işleme bölgesinin tamamına erişim sağlayacak şekilde tasarlanacak, yıkama sistemi talaş birikmesini önleyecek şekilde çalışacaktır.
- Soğutma sıvısı, çevrim içinde filtrasyon sistemi ile temizlenerek geri kazanılabilir özellikte olacaktır.

3.4.2. Yağlama Sistemleri

- Lineer kızaklar, bilyalı vidalı miller ve redüktör sistemleri için merkezi otomatik yağlama sistemi bulunacaktır.
- Sistem en az pompa, dağıtım bloğu, hat basınç sensörü ve yağ seviye göstergesinden oluşacaktır.
- Yağlama sisteminin tipi (yağ veya gres), viskozite sınıfı ve bakım aralıkları yüklenici tarafından teknik teklifte açıkça belirtilecektir.
- Yağlama noktalarına manuel erişim imkânı korunacak, sistem hat basıncı düşüşü veya yağ eksikliği durumunda uyarı verecektir.

3.4.3. Talaş ve Sıvı Yönetimi

- Tezgâh, işleme alanında oluşan talaşın güvenli ve etkin şekilde uzaklaştırılmasını sağlayacak otomatik talaş konveyör sistemi ile donatılacaktır. Konveyör hattı, talaşları işleme bölgesinden alarak belirlenmiş toplama alanına yönlendirecek; talaşın tezgâh çalışma alanına geri düşmesini veya operatör sahasına dağılmasını önleyecektir.

- Konveyör tipi (zincirli, bantlı, vidalı veya manyetik) yüklenici tercihine bırakılacaktır. Ancak teklif dosyasında seçilen sistemin taşıma kapasitesi, hız kontrolü, malzeme tipi, bakım gereksinimleri ve tezgâh ile entegrasyon yöntemi teknik gerekçeleriyle birlikte sunulacaktır.
- Sistem, talaş taşınması sırasında sızıntı, toz yayılımı veya birikme olmadan yarı kapalı veya tam kapalı yapı özelliklerine sahip olacaktır.
- Konveyör ve talaş toplama sistemi, bakım ve temizlik işlemlerine kolay erişim sağlayacak şekilde tasarlanacaktır. Operatör güvenliği için acil durdurma butonları, koruyucu muhafazalar ve gerekirse optik güvenlik bariyerleri bulunacaktır.
- Talaş toplama ve taşıma hatlarında kullanılacak filtre veya elek sistemleri, kuru talaş toplanmasına uygun olacak; bakım ve temizlik işlemleri kısa sürede yapılabilecektir.

3.5. Tezgâh Kabini, Operatör Kabini ve Güvenlik Sistemleri

Tezgâh; güvenli, ergonomik ve çevreye duyarlı çalışma koşullarını sağlayacak şekilde tezgâh kabini, operatör kabini ve entegre güvenlik sistemleri ile donatılacaktır. Kabin ve güvenlik yapıları, talaş, soğutma sıvısı, metal partikülü ve gürültünün çevreye yayılmasını önleyecek; operatör ve çevre güvenliğini sağlayacaktır.

Tezgâh kabini, şasi, dam ve yan duvar bileşenlerinin tablaya yerleştirilmesini ve vinç ile yükleme-boşaltma işlemlerini engellemeyecek şekilde tasarlanacaktır. Kabin açıklıkları, kaldırma operasyonları sırasında güvenli erişim sağlayacak konumda olacak; kabin ölçüleri bu şartnamede tanımlanan tezgâh yerleşim sınırları içinde kalacaktır.

Operatör kabini, gantry ile birlikte hareket edecek şekilde tasarlanacak; CNC kontrol paneli doğrudan operatör kabinine entegre edilecektir. Kabin, operatörü uçuşan talaşlardan koruyacak, işleme alanını doğrudan ve net biçimde izlemeye imkân verecek güvenlik camlı pencereler ile donatılacaktır. Kabin yapısı, ergonomik, ses yalıtımlı ve gerektiğinde iklimlendirmeli olacaktır.

Tezgâh, mevcut personel alışkanlıkları ve Alüminyum Gövde Fabrikasında kullanılan sistemlerle uyumlu olacak şekilde Sinumerik HT8 veya üst seviye taşınabilir el terminali (handheld terminal) ile donatılacaktır. El terminali;

- Minimum 10 metre kablo uzunluğuna,
- Tüm eksenlerde güvenli manuel hareket imkânına,
- Acil durdurma butonuna,
- Yetkisiz erişim korumasına ve
- Net okunabilir dokunmatik ekrana sahip olacaktır.

Tezgâh kabini; talaş, soğutma sıvısı ve metal partiküllerinin dış ortama yayılmasını önleyecek kapalı koruma panelleri ile donatılacaktır. Kabin duvarları, kapıları ve alt etek panelleri ses yalıtımlı olacak; dış ortamda ölçülen gürültü seviyesi 85 dB(A) değerini aşmayacaktır. Kabin içerisinde yeterli aydınlatma, hava tahliye hattı ve filtrasyon sistemi bulunacaktır. İç yüzeylerde, yansıma oranı düşük boya veya kaplama kullanılacaktır.

Kabin üzerinde, işleme alanını izlemeye yönelik görsel izleme sistemi (kamera veya eşdeğeri) yer alacaktır. Görüntüler operatör kabinindeki HMI ekranına aktarılacaktır. Kamera koruma camı, talaş ve soğutma sıvısı sıçramalarına dayanıklı olacak; gerektiğinde temizlenebilir veya değiştirilebilir yapıda olacaktır.

Operatör kabini, tezgâhın yanında veya entegre bir platform üzerinde konumlandırılacak; işleme alanının tamamının izlenmesine imkân verecektir. Kabin içinde ölçülen gürültü seviyesi, ISO 11201 standardına göre 85 dB(A) değerini aşmayacaktır. Kabin içi aydınlatma, havalandırma ve sıcaklık kontrolü operatör tarafından ayarlanabilir olacaktır.

Tüm erişim kapıları, servis panelleri ve bakım noktaları emniyet kilidi sensörleri ve güvenlik röleleri ile donatılacaktır. Çalışma sırasında herhangi bir koruma elemanının açılması durumunda sistem otomatik olarak güvenli duruma geçecektir. Acil durdurma butonları, operatör kabini kontrol panelinde ve tezgâh üzerinde kolay erişilebilir konumlarda bulunacaktır.

3.6. Kontrol Ünitesi ve Yazılım

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı, yüksek performanslı, kullanıcı dostu ve endüstriyel uygulamalarda kendini kanıtlamış bir CNC kontrol sistemi ile donatılacaktır. Sistem, tüm eksen hareketlerinin, iş mili fonksiyonlarının, takım değişim mekanizmasının ve ölçüm işlemlerinin senkronize şekilde yönetimini sağlayacaktır.

Kontrol sistemi, Siemens SINUMERIK ONE yapısında olacak ve TÜRASAŞ üretim altyapısında kullanılan mevcut sistemlerle tam uyumlu çalışacaktır. Yüklenici, teklifinde kontrol ünitesinin konfigürasyonunu, donanım bileşenlerini ve lisans kapsamını ayrıntılı şekilde sunacaktır.

Kontrol ünitesi, en az 5 eksen için eşzamanlı interpolasyon desteğine sahip olacak, yüksek hızlı işleme (High-Speed Machining) fonksiyonlarını içerecektir. CNC sistemi; 3D simülasyon, takım yolu önizleme, çarpışma önleme ve parametrik programlama özelliklerini destekleyecektir. Operatör arayüzü, dokunmatik renkli ekran, çok dilli yapı (Türkçe veya İngilizce) ve sezgisel kullanım özelliklerine sahip olacaktır.

CNC kontrol ünitesi üzerinden, program tarafından kullanılan tüm giriş/çıkış (input/output) sinyalleri (sensörler, switchler vb.) izlenebilir olacaktır. Bu izleme işlemleri için ilave bir PLC bağlantısına ihtiyaç duyulmayacaktır.

Kalibrasyon işlemleri doğrudan CNC kontrol ünitesi üzerinden gerçekleştirilebilecektir. Makine eksenlerine ait isimlendirme ve konum bilgileri anlık olarak kontrol ünitesi ekranından izlenebilir olacaktır.

Tüm yazılım, parametre ve programların tam erişimli bir kopyası (lisans anahtarları dâhil olmak üzere) idareye teslim edilecektir. Sistem içerisinde gizlenmiş, kilitlenmiş veya erişimi kısıtlanmış herhangi bir program bloğu bulunmayacaktır.

Teslim edilecek tam erişimli kopya; CNC kontrol ünitesi, PLC ve diğer ilgili sistem bileşenlerinin ileride yenilenmesi, değiştirilmesi veya yeniden kurulması durumlarında, yazılım ve programların eksiksiz şekilde tekrar yüklenebilmesini ve çalıştırılabilmesini sağlayacak nitelikte olacaktır.

Alarm, hata ve uyarı bildirimleri Türkçe olarak operatör ekranında görüntülenecektir. Tezgâhın çalışmasını engelleyen tüm hata ve alarm durumlarında; hata kodu, arıza kaynağına ait etiket bilgisi ve operatör tarafından anlaşılabilir açıklamalar ekranda gösterilecektir.

Hata bildirimleri, arızanın kaynağının tespit edilmesini kolaylaştıracak şekilde açık, net ve kullanıcıyı yönlendirici nitelikte olacaktır.

Tezgâhın arıza konumunda bulunmasına rağmen hata bildiriminin hiç oluşmaması veya mevcut bildirimin yetersiz olması durumunda; ilgili hata kodlarının oluşturulması, tanımlanması ve operatör ekranında istenilen şekilde görüntülenebilmesi için gerekli yazılım düzenlemeleri yüklenici tarafından gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda yapılacak işlemler, garanti süresi içerisinde ücretsiz olarak sağlanacaktır.

Tüm işleme, ölçüm ve takım yönetimi fonksiyonları kontrol ünitesi üzerinden yürütülebilecektir. Sistem, Ethernet, USB ve güvenli ağ bağlantısı (Wi-Fi veya LAN) üzerinden veri aktarımını destekleyecektir. Kontrol panosu, EN 60204-1 standardına uygun olacak ve çevresel koşullardan etkilenmemesi amacıyla iklimlendirme sistemi ile donatılacaktır. Bu sistem, pano iç sıcaklığını sabit tutacak şekilde tasarlanacak, elektronik bileşenlerin uzun süreli kararlılığını sağlayacaktır.

Yüklenici, prob sisteminin kalibrasyonunu yapacak ve tezgâh devreye alınmadan önce dam, şasi ve yan duvar komponentleri için ilk işleme programlarını (prob ölçüm adımları dahil hazırlayarak üretime hazır biçimde teslim edecektir. Ölçüm sistemlerinin doğruluğu ISO 230 serisi standartlarına göre test edilecek ve raporlanacaktır.

Tüm kontrol yazılımları orijinal, lisanslı ve süresiz kullanım hakkına sahip olacaktır.

3.6.1. Arayüz ve Yazılım

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı, CAD/CAM sistemleri ile entegre çalışabilen, kullanıcı dostu, lisanslı ve taşınabilir yapıda bir arayüz yazılımı ile birlikte sağlanacaktır. Yazılım altyapısı, hem üretim hem de programlama süreçlerinde kullanıcıya tam kontrol ve esneklik sunacak şekilde yapılandırılmalıdır.

Tezgâh arayüzü, Siemens NX platformu ile tam uyumlu olacak; operatör, mühendis ve programcıların aynı ortamda çalışabilmesine olanak tanıyacaktır. Yazılım, minimum 5 eksenli eşzamanlı işleme stratejilerini desteklemeli ve oluşturulan takım yollarını doğrudan CNC kontrol ünitesine aktarabilecek yapıda olmalıdır.

Yazılım lisansı, dongle tabanlı taşınabilir formatta sağlanacak; kullanıcılar farklı bilgisayarlarda programlama ve simülasyon yapabilmelidir. Dongle, fiziksel USB ortamında sunulmalı ve donanımına bağımlı olmaksızın çalışmalıdır.

Arayüz aşağıdaki temel fonksiyonları içerecektir:

- 5 eksenli işleme için takım yolu oluşturma ve düzenleme
- Takım kütüphanesi yönetimi
- İş parçası ve fikstür tanımlama
- Çarpışma kontrolü ve simülasyon

- CNC kod üretimi ve dışa aktarma
- NX arayüzünden doğrudan post işlemeyi destekleme
- İşlem süresi tahmini ve malzeme kaldırma simülasyonu
- Türkçe veya İngilizce arayüz desteği
- Güncellenebilir lisans yapısı (süre kısıtlaması olmayan)

Yazılım, üretici firma tarafından lisanslı ve orijinal olmalı; birlikte çalışacağı kontrol ünitesi ile tam uyumlulukta olmalıdır.

3.6.2. Post Processor Entegrasyonu ve Lisanslama

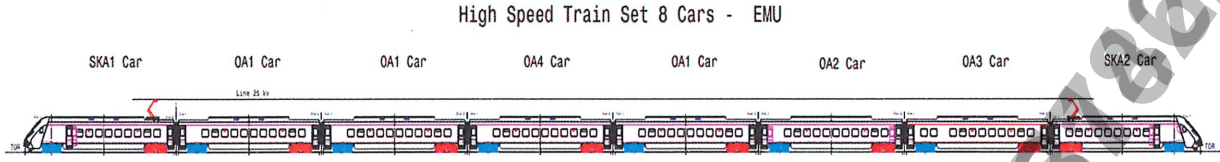
Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı ile birlikte, tezgâhın kontrol ünitesine ve Siemens NX CAD/CAM platformuna uygun post processor'lar sağlanacaktır. Bu şartnamede geçen post processor ifadesi; Siemens NX CAM ortamında oluşturulan takım yollarını, CNC tezgâhının kinematik yapısına ve kontrol sistemine uygun NC kodlarına dönüştüren, Siemens NX tarafından çağrılan ve NX ile entegre çalışan post processor dosyalarını ifade eder. Post processor'lar, şartname kapsamındaki yazılım ve fonksiyonel teslimatın ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilecektir.

Post processor'ların geliştirilmesi, Siemens NX'in kendi post altyapısı kullanılarak yapılabileceği gibi, Siemens NX CAM ile uyumlu çalışan ve NX tarafından çağrılabilen üçüncü taraf post processor geliştirme yazılımları kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Ancak hangi yöntem veya yazılım kullanılırsa kullanılsın, ortaya çıkan post processor dosyalarının Siemens NX CAM ortamında doğrudan çalışabilir olması ve NX üzerinden NC kod üretiminin herhangi bir manuel müdahaleye gerek kalmadan yapılabilmesi zorunludur. Siemens NX CAM dışında çalışan, NX ile entegre olmayan veya manuel NC kod düzenlemesi gerektiren çözümler kabul edilmeyecektir.

Oluşturulan NC kodları, tezgâhın kontrol ünitesine özel olarak optimize edilmiş olacak; tezgâhın tüm eksen yapısını, beş eksenli işleme kinematiklerini, kafa tipi (fork-type), HSK 100A takım tutucu sistemini, takım değiştirici mekanizmasını, soğutma ve yağlama sistemlerini ve ilgili M kod yapılarını kapsayacak şekilde yapılandırılacaktır. Post processor'lar, beş eksenli işleme senaryolarına tam uyumlu olacak ve Siemens NX CAM arayüzü üzerinden takım yolu çıktısı üretebilecektir.

Araç tipleri temel olarak SKA ve OA olmak üzere iki ana gruba ayrılmakta olup, bu araç tipleri kendi içlerinde Dam, Şasi, Sol Yan Duvar ve Sağ Yan Duvar komponentleri açısından geometrik ve proses farklılıkları içermektedir. Bu nedenle her bir araç alt tipi ve ilgili komponent grubu için ayrı ve bağımsız post processor dosyaları hazırlanacaktır. Bu kapsamda SKA1, SKA2, OA1, OA2, OA3 ve OA4 araç tiplerinin her biri için; Dam, Şasi, Sol Yan Duvar ve Sağ Yan Duvar komponentlerini kapsayacak şekilde Siemens NX CAM ortamında çalışan post processor dosyaları teslim edilecektir. Bir araç tipi veya komponent için geliştirilen post processor'un, parametre veya ayar değişikliği yoluyla başka bir araç tipi veya komponent için kullanılması kabul edilmeyecektir.

[Handwritten signatures and initials]



Şekil 9. Araç dizilimi

Siemens NX CAD/CAM yazılımı, soft lisans veya donanımsal anahtar (dongle) üzerinden lisanslı olacak ve bu lisans yapısı sayesinde birden fazla bilgisayarda dönüşümlü olarak kullanılabilir nitelikte olacaktır. Siemens NX CAD/CAM yazılımına ait lisanslama yapısı TÜRASAŞ tarafından sağlanacaktır ve bu şartname kapsamında ayrıca temin edilmesi beklenmemektedir.

Post processor'ların geliştirilmesi, revize edilmesi ve sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi amacıyla kullanılan üçüncü taraf post processor geliştirme yazılımına ait lisans ise yüklenici tarafından sağlanacaktır. Bu lisans, Siemens NX CAM ortamı ile uyumlu çalışan bir post processor geliştirme yazılımına ait olacak ve aşağıdaki koşulları sağlayacaktır:

- Süresiz kullanım hakkı (ömür boyu lisans),
- Nihai kabul tarihinden itibaren başlamak üzere en az 5 yıl süreyle güncelleme ve bakım desteği,
- Soft lisans veya donanımsal anahtar (dongle) üzerinden lisanslama sayesinde birden fazla bilgisayarda dönüşümlü olarak kullanılabilir yapı,
- Siemens NX CAM ortamı ile entegre çalışabilme ve NX üzerinden NC kod üretim sürecini destekleme.

Hazırlanan tüm post processor'lar, Siemens NX CAM ortamında çağrılarak NC kod üretimi yapılmak suretiyle doğrulanacak ve ilgili araç tipi ile komponentler için gerçek parça işleme senaryoları kapsamında Saha Kabul Testi (SAT) aşamasında kabul edilecektir. Post processor'ların herhangi birinin çalışmaması, hatalı NC kod üretmesi veya manuel müdahale gerektirmesi halinde ilgili SAT aşaması tamamlanmış sayılmayacaktır.

3.7. Sistem Panosu

Sistem panosu, modüler yapıda olacak ve en az IP54 koruma sınıfını sağlayacaktır. Pano, yürürlükteki IEC standartlarına uygun olarak imal edilecek ve CE sertifikalı olacaktır. Sistem panosunun, çalışma koşullarına uygun sıcaklık aralığında güvenli ve sürekli çalışabilmesi amacıyla sıcaklık ayarlı pano kliması ve gerekli soğutma fanları ile donatılması sağlanacaktır.

Sistem panosu içerisinde, şebeke kaynaklı olumsuz etkilerden korunmak amacıyla gerekli koruma ekipmanları kullanılacaktır. Bu kapsamda; ani gerilim dalgalanmalarını sınırlamak, harmonik etkileri azaltmak ve elektromanyetik parazitleri önlemek üzere şok bobini, filtre ve benzeri uygun ekipmanlar pano bünyesinde yer alacaktır. Ayrıca, kablolama ve sinyal birleştirme işlemleri sırasında elektriksel parazitlerin önlenmesine yönelik gerekli teknik tedbirler alınacaktır.

Pano içerisinde kullanılan tüm kablolar ve ekipmanlar, onaylı proje dokümanlarına uygun şekilde etiketlenecek ve pano kapaklarında, proje ve dokümantasyonun muhafaza edilebilmesi amacıyla proje cebi bulunacaktır. Montaj tamamlandıktan sonra, bakım ve ilave düzenlemelere imkân sağlamak üzere pano içerisinde en az %10 oranında boş alan bırakılacaktır.

Sistem panosunda kullanılacak tüm malzemeler, ihale tarihi esas alınarak son bir yıl içerisinde imal edilmiş olacaktır. Panoda özel üretim veya yalnızca tek tedarikçiye bağımlı malzemeler kullanılmayacak; kullanılan tüm ekipmanlara ait ürün kodları ve teknik bilgileri idareye teslim edilecektir.

Tezgâhın ana besleme gerilimi 380 V, 50 Hz olacaktır. Şebeke geriliminde meydana gelebilecek harmonik bozulmalar, aşırı veya düşük gerilim durumları ve faz hatalarına karşı sistem; harmonik filtreler, redresör ekipmanları, aşırı/düşük gerilim koruma rölesi, faz sıralama rölesi ve aşırı akım rölesi gibi uygun koruma elemanları ile korunacaktır.

Yüklenici firma, belirtilen koruma şartlarını sağlaması kaydıyla, kullanılacak koruma ekipmanları için muadil ürünler önerebilir. Muadil ürünlerin kullanımı, idarenin yazılı onayı alınmak suretiyle gerçekleştirilecektir.

3.8. Enerji ve Altyapı Gereksinimleri

Tedarik edilecek gantry tip CNC işleme tezgâhı, TÜRASAŞ Sakarya Bölge Müdürlüğü Alüminyum Gövde Üretim Fabrikası'nın mevcut elektrik, pnömatik, soğutma ve veri iletişim altyapısı ile uyumlu olacak şekilde tasarlanacaktır. Yüklenici, kurulum öncesinde saha keşfi yaparak tüm altyapı gereksinimlerini belirleyecek; enerji, basınçlı hava ve veri iletişim hattı bağlantı noktalarını içeren ayrıntılı altyapı planını idarenin onayına sunacaktır.

Tezgâhın elektriksel güvenliğini ve kararlı çalışmasını sağlamak amacıyla, yüklenici tarafından tezgâhın kurulu gücünün en az %20 üzerinde kapasiteye sahip bir voltaj regülatörü tesis edilecektir. Voltaj regülatörü, idare tarafından gösterilecek noktada sistem panosu içerisinde yer alacak ve kendisine ait ayrı bir termik-manyetik koruma şalteri ile korunacaktır. Regülatör, tezgâh ile uyumlu şekilde devreye alınacak olup en az 24 ay garantili olacaktır.

Tezgâhın ana enerji beslemesi, TÜRASAŞ tarafından gösterilecek ana pano bağlantı noktasından, tesis edilecek voltaj regülatörü üzerinden sağlanacaktır. Ana pano ile tezgâh sistem panosu arasındaki tüm besleme kablolarının temini, montajı ve son bağlantı işlemleri yüklenici sorumluluğunda olacaktır. Kullanılacak kabloların kesiti, yalıtım sınıfı ve montaj yöntemi EN 60204-1 (Makinelerde Elektrik Donanımı – Genel Kurallar) standardına uygun olacaktır.

Enerji, pnömatik ve veri iletim hatları; kablo kanalları, enerji zincirleri ve uygun konnektörler kullanılarak düzenli biçimde tesis edilecek, bu hatlar birbirinden yalıtılmış olacak ve talaş, sıvı ve mekanik etkilere karşı muhafazalı şekilde döşenecektir. Pnömatik hatlar TS EN ISO 4414 standardına uygun olarak kurulacaktır.

Tezgâhın toplam enerji tüketimi, nominal gerilim değerleri, kurulu güç, hava basıncı ihtiyacı ve diğer altyapı gereksinimleri teknik dokümantasyonda açık ve net biçimde belirtilecektir.

Temel altyapı gereksinimleri aşağıda belirtilmiştir:

- Elektrik beslemesi : 3 faz, 380 V \pm %10, 50 Hz
- Pnömatik sistem : 5–7 bar çalışma basıncı

3.9. Lojistik, Montaj ve Ambalajlama

Tedarik edilecek gantry tip CNC işleme tezgâhı, tüm alt bileşenleriyle birlikte hasarsız şekilde taşınacak, kurulacak ve devreye alınacaktır.

Yüklenici, nakliye, montaj ve entegrasyon sürecine ilişkin tüm teknik sorumluluğu üstlenecektir. Bu kapsamda gerçekleştirilecek işlemler; makinenin taşınması, ambalajlanması, montajı, hizalanması, entegrasyonu, sistem testleri ve çalışır durumda teslim edilmesini içerir.

Yüklenici, her aşamada EN ISO 12100, EN 60204-1 ve ISO 230 serisi standartlarına uygun hareket etmekle yükümlüdür.

3.9.1. Nakliye, Kaldırma ve Yerleştirme

- Tezgâh ve tüm bileşenlerin taşınması, üretici tarafından belirlenen kaldırma noktaları ve ağırlık merkezleri dikkate alınarak yapılacaktır.
- Kaldırma işlemlerinde uygun kapasiteli vinç, halat, travers ve emniyet elemanları kullanılacaktır.
- Nakliye sırasında titreşim, darbe ve nem kaynaklı hasarları önleyecek önlemler alınacak; paketleme sırasında makine üzerindeki hassas yüzeyler koruyucu kaplama ile kapatılacaktır.
- Tezgâhın yerleşimi, TÜRASAŞ tarafından onaylanan yerleşim planına göre yapılacaktır.
- Montaj öncesinde zemin planına göre temel kotu, zemin düzlüğü, ankraj noktaları ve enerji hatları TÜRASAŞ gözetiminde Yüklenici tarafından hazırlanacak; yüklenici montajdan önce bu altyapıyı kontrol edecektir.
- Tezgâhın taşıma ve yerleştirme işlemleri sırasında üretici teknik kılavuzunda belirtilen çevresel koşullar (sıcaklık, nem, eğim, titreşim) sağlanacaktır.

3.9.2. Entegrasyon ve Devreye Alma

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı, TÜRASAŞ Sakarya Bölge Müdürlüğü Alüminyum Gövde Üretim Fabrikası'na anahtar teslim kurulum esasına göre entegre edilmelidir. Tezgâh, tüm mekanik ve elektriksel bağlantıları tamamlanmış, yazılım ve kontrol sistemleri çalışır durumda olacak şekilde teslim edilmelidir.

Kurulum öncesinde yüklenici, tezgâhın yerleşeceği fabrika alanında saha keşfi yapmalı, mevcut mekanik, elektrik, pnömatik, veri iletişim ve zemin altyapısını incelemeli ve ihtiyaç duyulan tüm uyarlama çalışmalarını teklifinde belirtmelidir.

Kurulumun ardından tezgâh, TÜRASAŞ üretim prosesine eksiksiz biçimde entegre edilmeli ve çalışır durumda devreye alınmalıdır. Devreye alma süreci yüklenici sorumluluğunda yürütülmeli ve aşağıdaki teknik gereklilikleri kapsamalıdır:

- Tezgâhın nakliye sonrası fabrika zeminine yerleştirilmesi, ankrajlanması, seviye ayarının yapılması ve tüm zemin bağlantılarının titreşim sönümleme kriterlerine uygun olarak tamamlanması,
- Tüm güç, sinyal, soğutma ve pnömatik bağlantılarının eksiksiz sağlanması, kablo ve hortum güzergâhlarının güvenli ve düzenli şekilde tesis edilmesi,
- CNC kontrol sistemi, yazılım, post-processor ve işleme simülasyonu dâhil tüm dijital altyapının çalışır durumda kurulması,

[Handwritten signature]

- Operatör kabini, izleme sistemleri, aydınlatma, güvenlik sistemleri ve iç bağlantıların eksiksiz tamamlanması,
- Devreye alma sürecinde gerçek parça üzerinden işlem yapılması, işleme kalitesi, tolerans değerleri, yüzey pürüzlülüğü, eksen hassasiyeti ve tekrarlanabilirlik değerlerinin teknik şartnamede belirtilen standartlara uygunluğunun doğrulanması,
- Yüklenici tarafından mevcut üretim senaryolarına dayalı uygulamalı çalışma yapılması, tüm eksen, başlık, takım ve yazılım bileşenlerinin gözlemlenerek idare tarafından onaylanması,
- Devreye alma tamamlandığında, operasyonel eğitim ve bakım eğitimi dâhil olmak üzere ilgili personelin yetkinliğinin sağlanması,
- Tüm test ve devreye alma adımlarının yazılı ve görsel olarak raporlanması, nihai kabul öncesi idareye sunulması.

Tüm kurulum ve devreye alma işlemleri sırasında iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına tam uyum sağlanmalıdır. Gerekli kişisel koruyucu donanımlar, işaretleme ve alan güvenlik önlemleri yüklenici tarafından temin edilmelidir. Kurulum tamamlandıktan ve kabul testleri başarıyla sonuçlandıktan sonra garanti süresi başlatılmalıdır.

3.10. Performans Kriterleri

Bu başlık altında yer alan performans kriterleri, bu teknik şartnamenin ilgili bölümlerinde tanımlanan gerekliliklerin özetlenmiş halidir. Aşağıdaki tabloda yer alan değerler, yeni bir teknik gereklilik tanımlamaz; yalnızca şartnamenin farklı maddelerinde belirtilen performans beklentilerini toplu olarak göstermeyi amaçlar.

Tüm performans kriterleri, ilgili maddelerde belirtilen yöntemler doğrultusunda FAT ve SAT aşamalarında doğrulanacaktır.

Tablo 4. Performans Kriterleri

Performans Parametresi	Beklenen Değer
X eksen konumlama doğruluğu (30 m strok boyunca)	$\leq 0,24 \text{ mm}$
Y eksen konumlama doğruluğu- Tüm strok boyunca	$\leq 50 \text{ }\mu\text{m}$
Z eksen konumlama doğruluğu- Tüm strok boyunca	$\leq 40 \text{ }\mu\text{m}$
X eksen tekrarlanabilirliği- Tüm strok boyunca	$\leq 0,05 \text{ mm}$
Y eksen tekrarlanabilirliği- Tüm strok boyunca	$\leq 0,04 \text{ mm}$
Z eksen tekrarlanabilirliği- Tüm strok boyunca	$\leq 0,03 \text{ mm}$
X eksen Azami Backlash- Tüm strok boyunca	$\leq 0,05 \text{ mm}$
Y eksen Azami Backlash- Tüm strok boyunca	$\leq 0,03 \text{ mm}$
Z eksen Azami Backlash- Tüm strok boyunca	$\leq 0,02 \text{ mm}$
A eksen konumlama doğruluğu	$\leq 0,005^\circ$
C eksen konumlama doğruluğu	$\leq 0,005^\circ$
A eksen tekrarlanabilirliği	$\leq 0,005^\circ$
C eksen tekrarlanabilirliği	$\leq 0,005^\circ$
İş mili sürekli gücü (S1)	$\geq 60 \text{ kW}$
İş mili maksimum devir	$\geq 16.000 \text{ rpm}$
İş mili düşük devir sürekli torku	$\geq 160 \text{ Nm}$
İş mili salınımı (HSK100A)	$\leq 0,005 \text{ mm}$
Boşta ilerleme hızı – X eksen	$\geq 40 \text{ m/dk}$

[Handwritten signatures and initials]

Boşta ilerleme hızı – Y/Z eksenleri	≥ 20 m/dk
Kesme ilerleme hızı aralığı	5 – 40 m/dk
Otomatik takım değiştirme süresi	≤ 25 s
Takım magazini kapasitesi	20 + 20 takım
Maksimum takım ağırlığı	≥ 10 kg
Maksimum takım çapı	≥ 100 mm
Maksimum standart takım boyu	≥ 250 mm
Manuel bağlama destekli takım boyu	≥ 700 mm
Gürültü seviyesi (dış ortam)	≤ 85 dB(A)
Sürekli çalışma kullanılabilirliği*(Sürekli çalışma kullanılabilirliği ≥%95; devreye alma sonrası 30 takvim günü içinde, planlı bakım hariç, tezgâh kaynaklı duruş süreleri esas alınarak hesaplanacaktır.)	≥ %95
Soğutma ve talaş tahliyesi sürekliliği	≥ 60 dk kesintisiz, taşmasız çalışma
Üretim kapasitesi* (24 saatlik üretim kapasitesi tanımı: bağlama, fiktürlleme, referanslama, otomatik takım değişimleri, ölçüm ve program çağırma süreleri dâhil olacak şekilde, kesintisiz nominal üretim koşulları için geçerli olmalıdır. Bu kapasite değeri, bakım, arıza, operatör değişimi veya plansız duruşları kapsamaz. Kabul testi sırasında 24 saatlik üretim senaryosu boyunca, tezgâh kaynaklı plansız duruş olmayacaktır.)	1 dam + 1 şasi + 1 sağ yan duvar + 1 sol yan duvar

3.11. Eğitim ve Dokümantasyon

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı için yüklenici, hem üretici tesislerinde hem de TÜRASAŞ sahasında kapsamlı eğitim programı düzenlemelidir. Yüklenici tarafından detayları verilen eğitimlerin sözleşme kapsamında ilave bir bedel olmaksızın, tezgâhın tüm fonksiyonlarını, kontrol sistemi kullanımını, programlama tekniklerini, bakım prosedürlerini ve arıza giderme yöntemlerini kapsamalıdır.

Üretici tesislerinde, en az 8 kişilik iki ayrı grup olmak üzere toplam 16 personele, grup başına 1 hafta süreyle uygulamalı eğitim verilmelidir. Eğitim içeriği; CNC programlama, işleme simülasyonu, takım yönetimi, prob sistemleri, özel işleme aparatlarının kullanımı, bakım ve güvenlik konularını içermelidir.

No	Eğitim Konusu	Eğitim Kapsamı
1	Tezgâh genel mimarisi	Gantry tip işleme tezgâhının genel yerleşimi, eksen yapısı, tahrik sistemleri, iş mili, takım değiştirici ve yardımcı sistemlerin çalışma prensiplerinin tanıtılması
2	CNC kontrol sistemi tanıtımı	CNC kontrol ünitesi, HMI ekranları, temel menü yapısı, eksen kontrolü, referanslama işlemleri ve temel ayarların açıklanması
3	FAT test süreci bilgilendirmesi	FAT test adımları, testlerin amacı, uygulanma sırası, kabul kriterleri ve raporlama yapısının detaylı olarak açıklanması
4	Güvenlik fonksiyonları	Acil durdurma sistemleri, kapı kilitlemeleri, emniyet röleleri ve güvenlik devrelerinin çalışma prensiplerinin tanıtılması

5	Ölçüm ve doğrulama yöntemleri	FAT kapsamında yapılan ölçümlerde kullanılan yöntemler, ölçüm cihazları ve sonuçların yorumlanmasına ilişkin bilgilendirme
6	FAT sürecine katılım	Testlerin yürütülmesi sırasında katılımcılara uygulamalı açıklamalar yapılması ve gözlemsel öğrenmenin sağlanması
7	Eğitim sınırı	FAT aşamasında verilen eğitimlerin, operatörlük veya bakım yetkinliği kazandırmaya yönelik olmadığına ilişkin bilgilendirme

Saha eğitimi, tezgâhın TÜRASAŞ tesisindeki devreye alma sürecinde gerçekleştirilmeli ve gerçek üretim parçaları üzerinden uygulamalı olarak yapılmalıdır. Eğitim sonunda, katılımcılara yetkinlik değerlendirmesi yapılmalı ve başarı durumları belgelendirilmelidir.

No	Eğitim Konusu	Eğitim Kapsamı
1	Operatör eğitimi	Tezgâhın güvenli kullanımı, manuel ve otomatik çalışma modları, referanslama işlemleri ve temel işletme fonksiyonlarının uygulamalı olarak öğretilmesi
2	CNC programlama eğitimi	Program yükleme, düzenleme, simülasyon, çarpışma önleme fonksiyonları ve proses parametrelerinin ayarlanmasına yönelik uygulamalı eğitim
3	Siemens NX CAM uygulaması	Siemens NX CAM ortamında işleme hazırlığı, takım yolu oluşturma, işleme simülasyonu, çarpışma kontrolü ve NC kod üretim akışının gerçek senaryolarla uygulanması
4	Post processor kullanımı	Siemens NX CAM ortamında araç/komponent bazında post seçimi, post processor çağırma, NC kod üretimi ve oluşturulan kodların tezgâh üzerinde güvenli şekilde çalıştırılmasının uygulamalı gösterimi
5	Gerçek parça işleme eğitimi	TÜRASAŞ tarafından temin edilen dam, şasi ve yan duvar parçaları üzerinde gerçek üretim senaryoları ile uygulamalı işleme yapılması
6	Bakım eğitimi	Günlük, haftalık ve periyodik bakım işlemleri, kontrol noktaları, sarf malzemeleri ve bakım prosedürlerinin öğretilmesi
7	Arıza ve alarm yönetimi	Alarm mesajlarının yorumlanması, ilk seviye arıza giderme işlemleri ve güvenli duruş prosedürlerinin uygulanması
8	Güvenlik ve acil durum senaryoları	Normal ve acil durumlarda güvenli çalışma kuralları, enerji kesintisi sonrası güvenli duruş fonksiyonlarının uygulanması
9	Yetkinlik değerlendirmesi	Eğitim sonunda katılımcılar tarafından test işleme yapılması, sonuçların değerlendirilmesi ve yetkinliğin doğrulanması
10	Belgelendirme	Eğitimlerin tamamlanmasını takiben katılımcıların başarı durumlarının belgelendirilmesi ve kayıt altına alınması
11	Eğitim tamamlama şartı	Saha eğitimleri ve yetkinlik değerlendirmeleri tamamlanmadan nihai kabulün sonuçlandırılmayacağına ilişkin hüküm

Tüm eğitimlerin dili Türkçe olmalıdır. Eğitim materyalleri basılı ve dijital formatta (PDF) hazırlanmalı, operatör kılavuzları, bakım kılavuzları, yedek parça katalogları ve yazılım kullanım dokümanları eksiksiz olarak teslim edilmelidir.

Eğitim faaliyetlerinin etkin şekilde yürütülebilmesi ve tezgâhın işletme sürecinde doğru ve güvenli kullanımının sağlanması amacıyla; tezgâhta bulunan tüm ekipman ve donanımlara ait kullanım, bakım ve onarım dokümantasyonu yüklenici tarafından hazırlanarak idareye teslim edilecektir.

Bu kapsamda, kesin kabul öncesinde aşağıda belirtilen dokümanlar Türkçe olarak hazırlanacak ve teslim edilecektir:

- Tezgâhın genel teknik özelliklerini ve sistem yapısını açıklayan dokümanlar
- Elektrik–elektronik devre şemaları
- Hidrolik sistem şemaları
- Pnömatik devre şemaları (tezgâhta kullanılması halinde)
- Mekanik yerleşim, tesisat ve bağlantı şemaları
- Periyodik bakım, koruyucu bakım ve servis bakım talimatları
- Kullanım sırasında karşılaşılabilecek hata ve alarm kodları ile bunlara ilişkin açıklamalar
- Operatör ve bakım personeli tarafından yapılması gereken kontrollerin ayrı ayrı listelendiği bakım talimatları
- Yedek parça katalogları ve parça listeleri

Yüklenici tarafından en az aşağıdaki içerikleri kapsayacak şekilde **Kullanıcı El Kitabı** hazırlanacaktır:

- Tezgâhın çalışmaya hazırlanması
- Tezgâhın çalıştırılması ve kullanımı
- Tezgâhın durdurulması ve güvenli hazır durumda bırakılması
- Olası arızalar, uyarılar ve operatörün yapabileceği müdahaleler

Ayrıca, en az aşağıdaki içerikleri kapsayacak şekilde **Bakım ve Onarım El Kitabı** hazırlanacaktır:

- Detaylı elektrik, elektronik, hidrolik ve pnömatik devre şemaları
- Bakım türleri (servis, periyodik, koruyucu bakım vb.) ve bakım aralıkları
- Her bir modül ve bileşen için kontrol, bakım ve parça değiştirme talimatları
- Bakım sırasında kullanılacak özel ve genel amaçlı ekipman, malzeme ve sarf listeleri
- Sık yıpranan veya hasar görmesi muhtemel parçaların teknik çizimleri ve tanımları
- Tezgâha ait numaralandırılmış parça listeleri

Tüm çizimler ve şemalar, okunabilirliği yüksek ve kopyalanmaya uygun formatta hazırlanacaktır. Basılı dokümanlar, dayanıklı ve uzun ömürlü olacak şekilde düzenlenecektir.

Dokümanlar;

- 2 takım basılı (hard copy)
- 1 takım dijital ortamda (soft copy)

olmak üzere idareye teslim edilecektir.

Bu dokümanlar, eğitim faaliyetleri sırasında referans olarak kullanılacak ve eğitim tamamlandıktan sonra tezgâhın işletme sürecinde idarenin kullanımına açık olacaktır.

3.12. Yedek Parça ve Sarf Malzemeleri

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı ile birlikte, ilk işletmeye alma sürecinden itibaren en az 10 yıl boyunca arıza durumlarında üretimin durmaması için gerekli yedek parça ve sarf malzemeleri yüklenici tarafından sağlanmalıdır.

Asgari yedek parça ve sarf malzeme listesi Ek-3: Yedek Parça ve Sarf malzemeleri dokümanında verilmiştir.

Yedek parça listesi, üretici tarafından katalog formatında (Örnek olarak; Parça Kodu / Parça Adı / Teknik Açıklama / Kullanım Yeri / Önerilen Stok Miktarı / Tedarik Süresi / Üretici / Garanti Süresi benzer şekilde bilgileri gösterecek) hazırlanmalı, parça numarası, teknik tanımı, kullanım amacı ve önerilen stok miktarı belirtilmelidir. Sarf malzemelerinin marka, model ve teknik özellikleri dokümanlarda net olarak yazılmalıdır.

Yedek parça ve Sarf malzemeleri için TÜRASAŞ tarafından talep edilen liste geldikten sonra özel üretimi tabi olan ve stoklarda tutulmayan ürünler için TÜRASAŞ ayrıca talepte bulunabilir.

Tüm yedek parçalar, makine ile birlikte TÜRASAŞ'a teslim edilmeli ve sevkiyat sırasında zarar görmemesi için uygun ambalajlama yapılmalıdır.

4. Genel Özellikler

4.1. Uygulama Takvimi

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhının üretimi, sevkiyatı, kurulumu, devreye alınması ve kabul testlerinin tamamlanma süresi, sözleşmenin imzalanmasından itibaren **en fazla 12 ay** olmalıdır.

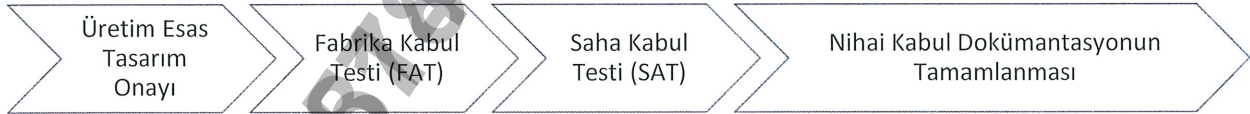
Yüklenici, uygulama takviminde aşağıdaki aşamaları ayrıntılı olarak belirtmelidir:

- Tasarım ve mühendislik süreci
- Üretim ve montaj süreci
- Fabrika kabul testleri (FAT)
- Nakliye ve gümrük işlemleri
- Yerinde kurulum ve entegrasyon çalışmaları
- Saha kabul testleri (SAT)
- Eğitim faaliyetleri
- Nihai kabul ve garanti başlangıcı

Her aşama için tahmini süre, kritik kilometre taşları ve sorumluluk dağılımı teklif dosyasında açık şekilde yer almalıdır. Uygulama takvimi, yüklenicinin teknik ve idari taahhüdünün bir parçası olarak sözleşme sonrasında 1 ay içinde gönderilmelidir.

4.2. Kabul

Tedarik edilecek gantry tip CNC işleme tezgâhına ilişkin kabul süreci; üretime esas tasarımın onaylanması, fabrika kabul testleri (FAT) ve sahada kabul testleri (SAT) aşamalarından oluşur. Kabul sürecine ilişkin aşamalar ve ilişkileri şematik olarak gösterilmiştir.



4.2.1. Üretime Esas Tasarım Onayı

Fabrika Kabul Testi (FAT) aşamasına geçilmeden önce, tezgâhın tasarımının, sistem mimarisinin ve ana bileşen seçimlerinin teknik şartname gereklerine uygunluğu TÜRASAŞ tarafından doğrulanmış olmalıdır. Bu doğrulama, üretim faaliyetlerine başlanmadan önce yapılacak olup, gerekli onaylar alınmadan FAT süreci başlatılmayacaktır.

Bu kapsamda yüklenici, tezgâhın tüm alt sistemlerine ait tasarım, mühendislik ve teknik dokümantasyonu TÜRASAŞ'a sunacaktır. Sunulan dokümanlar; tasarımın teknik yeterliliğini, güvenlik gereklerini ve sistem bütünlüğünü teyit etmek amacıyla incelenecek ve yazılı onay sürecine tabi tutulacaktır.

TÜRASAŞ tarafından teknik veya güvenlik gerekçeleriyle talep edilen revizyonlar, yüklenici tarafından uygulanacak ve revize edilmiş dokümanlar yeniden onaya sunulacaktır. TÜRASAŞ

tarafından onaylanan doküman seti, üretime esas alınacak tek geçerli tasarım versiyonu olarak kabul edilecektir.

Üretim onayının tamamlanmasını müteakip yüklenici; imalat takvimini, test planlarını ve FAT kontrol listelerini içeren Üretim Başlangıç Bildirimi'ni TÜRASAŞ'a iletecektir. Bu bildirimin iletilmesini takiben FAT sürecine hazırlık aşamasına geçilecektir.

No	Onay Adımı	Kapsam / Açıklama	Yüklenici Teslimi
1	Tasarım Onayı	Genel yerleşim planı, eksen yapısı, tahrik sistemi, iş mili, takım değiştirici, kabin düzeni, operatör konsolu, elektrik ve pnömatik sistemlere ait 3D modeller ve teknik çizimler	Tasarım dosyaları ve çizimler
2	Bileşen Listesi Onayı	İş mili, motorlar, enkoderler, CNC kontrol ünitesi, kabin panelleri, pnömatik elemanlar, güvenlik sistemleri vb. ana bileşenlerin marka, model ve teknik özellikleri	Ana bileşen listesi
3	Tasarım Revizyonu	TÜRASAŞ tarafından talep edilen teknik veya güvenlik revizyonlarının uygulanması ve güncellenmiş dokümanların sunulması	Revize doküman seti
4	Üretime Esas Tasarım Onayı	Onaylanan dokümanların üretime esas nihai versiyon olarak teyidi	Nihai onaylı dokümanlar
5	Üretim Süreci Bildirimi	İmalat takvimi, test planları ve FAT kontrol listelerini içeren üretim başlangıç bildirimi	Üretim Başlangıç Bildirimi

4.2.2. Fabrika Kabul Testi (FAT)

Yüklenici, tezgâhın sevkiyatından önce kendi tesisinde, TÜRASAŞ temsilcilerinin gözetiminde Fabrika Kabul Testi (FAT) gerçekleştirecektir. FAT, tezgâhın bu teknik şartnamede belirtilen mekanik, elektronik, kontrol ve güvenlik fonksiyonlarının tasarım gereklerine uygunluğunu doğrulamak amacıyla yapılacaktır.

FAT süreci, aşağıda belirtilen asgari testleri kapsayacaktır:

Tablo 5. FAT kontrolleri listesi

No	Test / Kontrol Başlığı	Kabul Kriteri
1	Görsel ve Mekanik İnceleme	Montaj hatası, eksik parça, gevşek bağlantı veya yapısal kusur bulunmaması
2	Mekanik Sınırlar ve Koruma Elemanları	Tüm limitler doğru çalışmalı, hareketli parçalar koruma altında olmalı
3	Kabin ve Fiziksel Koruma	Kabin kapalıyken talaş/sıvı sızıntısı olmaması
4	Elektrik Donanımı Kontrolü	Elektrik panosu düzenli, etiketli ve topraklama sürekliliği sağlanmış olmalı
5	Güvenlik Donanımları	Tüm acil durdurmalar ve güvenlik elemanları fonksiyonel olmalı

6	Güvenlik Fonksiyonları	Güvenlik ihlalinde makine güvenli duruma geçmeli
7	Pano Soğutma ve İklimlendirme	Pano iç sıcaklığı kararlı, aşırı ısınma olmamalı
8	CNC Kontrol Sistemi	CNC, HMI ve el terminali tüm fonksiyonlarıyla çalışmalı
9	Çalışma Modları	Manuel, otomatik ve referanslama modları sorunsuz çalışmalı
10	Yazılım Fonksiyonları	Program yükleme, simülasyon ve temel çarpışma önleme çalışmalı
11	Eksen Hareket Testleri	Tüm eksenler titreşim, anormal ses ve takılma olmadan hareket etmeli
12	Doğrusal Eksen Ölçümleri	Konumlama ve tekrarlanabilirlik değerleri şartname sınırlarını sağlamalı
13	Döner Eksen Ölçümleri	A/C eksenleri için konumlama ve tekrarlanabilirlik sınırları sağlanmalı
14	Ölçüm Standardı ve Yöntemi	Ölçümler belirtilen standart ve ekipmanla yapılmış olmalı
15	Enkoder ve Geri Besleme	Enkoder sinyalleri kararlı, hata ve kopma olmamalı
16	İş Mili Fonksiyon Testi	Devir, yön ve çalışma sırasında anormal titreşim/ses olmamalı
17	Sürekli Çalışma Gözlemi	Test süresi boyunca sıcaklık ve çalışma kararlı olmalı
18	Takım Değiştirici Fonksiyonları	Tüm yuvalarda takım tanıma ve değişim hatasız olmalı
19	Takım Değişim Süresi	Takım değişim süresi ≤ 25 saniye
20	Yardımcı Sistemler	Soğutma, yağlama ve talaş tahliyesi fonksiyonel olmalı
21	Kabin Güvenlik Senaryoları	Kapı açma/acil durdurmada makine güvenli duruma geçmeli

Fabrika Kabul Testleri (FAT) kapsamında gerçekleştirilen tüm testler, ölçümler ve fonksiyonel kontroller kayıt altına alınacaktır. Test sonuçları, FAT raporu içerisinde açık ve izlenebilir şekilde dokümanite edilecektir.

FAT raporu, en az aşağıdaki unsurları içerecektir:

- Gerçekleştirilen tüm test ve kontrollerin listesi
- Konumlama doğruluğu, tekrarlanabilirlik ve benzeri ölçümlere ait tablolar
- Ölçüm sırasında kullanılan cihazlara ait bilgiler ve geçerli kalibrasyon sertifikaları
- Testlere ait fotoğraflar ve gerektiğinde görsel kayıtlar
- Gerekli durumlarda TÜRASAŞ temsilcilerinin gözlem ve notları

FAT kapsamında yer alan tüm testlerin, bu teknik şartnamede tanımlanan kabul kriterlerini sağlaması halinde Fabrika Kabul Tutanağı düzenlenecek ve taraflarca imzalanacaktır.

FAT aşamasında tespit edilen açık uygunsuzluklar giderilmeden, tezgâhın sevkiyatına izin verilmeyecektir. Uygunsuzlukların giderilmesi ve yeniden doğrulanması, FAT sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilecektir.

4.2.3. Saha Kabul Testi (SAT)

Saha Kabul Testi (SAT), tezgâhın TÜRASAŞ tesislerinde montajı ve devreye alınmasının ardından, gerçek üretim koşulları altında çalışabilirliğinin ve performansının doğrulanması amacıyla gerçekleştirilecektir. SAT süreci; montaj ve devreye alma doğrulanması, eksen ve ölçüm testleri, iş mili ve yardımcı sistemlerin performansı, gerçek parça işleme denemeleri, güvenlik fonksiyonları ve kullanıcı eğitimlerini kapsayacaktır.

SAT kapsamında yapılan tüm testler kayıt altına alınacak, testlerin başarıyla tamamlanması ve eğitim faaliyetlerinin sonuçlandırılması sonrasında nihai kabul aşamasına geçilecektir.

SAT süresince yapılan tüm testlerin sonuçları, ölçüm verileri, fotoğraflar, sertifikalar ve eğitim katılım listelerini içeren Saha Kabul Test Raporu hazırlanacaktır. Tüm testlerin başarıyla sonuçlanması halinde Nihai Kabul Tutanağı düzenlenecek ve taraflarca imzalanacaktır. Uygunsuzluklar yüklenici tarafından giderilmeden kabul işlemi yapılmayacaktır. Nihai kabulün tamamlanmasıyla birlikte garanti süreci başlatılacaktır.

Tablo 6. SAT kontrolleri listesi

No	Test / Kontrol Başlığı	SAT Kapsamı ve Kabul Kriteri
1	Saha montaj doğrulanması	Tezgâh, TÜRASAŞ sahasında mekanik ve geometrik olarak kararlı olmalıdır.
2	Elektrik & pnömatik entegrasyon	Tesis altyapısı ile tam uyumlu çalışmalı, ilave geçici çözüme ihtiyaç olmamalıdır.
3	Enerji sürekliliği	Enerji kesintisi sonrası sistem güvenli duruşa geçmeli ve kontrollü şekilde yeniden başlatılabilmelidir.
4	CNC sistem saha doğrulanması	CNC, saha koşullarında alarm üretmeden kararlı çalışmalıdır.
5	Eksen saha çalışması	Tüm eksenler tam strokta titreşimsiz ve tekrarlanabilir hareket etmelidir.
6	Konumlama performansı	FAT'ta doğrulanan eksen doğrulukları saha koşullarında korunmalıdır.
7	Döner eksen performansı	A ve C eksenleri yük altında kararlı çalışmalı, pozisyon kaybı olmamalıdır.
8	İş mili saha performansı	Maksimum devir ve yükte anormal sıcaklık, titreşim veya gürültü oluşmamalıdır.
9	Sürekli çalışma kararlılığı	Uzun süreli çalışmada iş mili ve kafa ünitesi sıcaklıkları kararlı kalmalıdır.
10	MQL saha performansı	Yağlama, gerçek işleme sırasında homojen ve kesintisiz olmalıdır.
11	Termal stabilite	Saha ortamında termal sapma şartnamede belirtilen sınırları aşmamalıdır.
12	Termal kompanzasyon	CNC kompanzasyon sistemi saha sıcaklık değişimlerine doğru tepki vermelidir.
13	Gerçek parça işleme	Dam, şasi ve yan duvar parçaları proses kesintisi olmadan işlenebilmelidir.
14	Üretim senaryosu	24 saatlik üretim senaryosu tamamlanmalı, plansız duruş yaşanmamalıdır.

15	Boyutsal doğruluk	İşlenmiş parçalar $\pm 0,5$ mm içinde kalmalıdır.
16	Ölçüm doğrulaması	Ölçümler CMM veya lazer sistemlerle doğrulanmalı ve raporlanmalıdır.
17	Talaş tahliyesi	Talaş konveyörü sürekli çalışmalı, birikme ve geri düşme olmamalıdır.
18	Konveyör yeniden başlatma	Durdur-başlat sonrası sistem sorunsuz çalışmalıdır.
19	Gürültü seviyesi	Operatör konumunda ≤ 85 dB(A) sağlanmalıdır.
20	Operatör kabini	Görüş, aydınlatma ve iklimlendirme üretime uygun olmalıdır.
21	Manuel kontrol	El terminali ile tüm eksenler güvenli şekilde kontrol edilebilmelidir.
22	Güvenlik fonksiyonları	Kapılar, acil stoplar ve güvenli duruşlar eksiksiz çalışmalıdır.
23	Operatör eğitimi	Eğitim tamamlanmadan SAT başarılı sayılmaz.
24	Kullanıcı doğrulaması	Operatörler bağımsız test işleme yapabilmelidir.
25	SAT sonucu	Tüm testler “başarılı” tamamlanmadan nihai kabul yapılamaz.

4.2.4. Kabul Belgeleri ve Nihai Kabul

- Kabul sürecinin her aşaması için “Kabul Tutanığı” düzenlenmeli ve her iki tarafın yetkilileri tarafından imzalanmalıdır.
- Kabul tutanakları, garanti başlangıç tarihinin resmi olarak belirlenmesinde esas alınmalıdır.

Aşama / Stage	Gerekli Dokümanlar / Required Documents	Süre / Deadline	Doküman Dili / Document Language
1. Aşama (Teklif ile Birlikte))	<ol style="list-style-type: none">Teknik şartnameye madde madde cevap dokümanıMakineye ait ön teknik çizimler, genel yerleşim planı ve ana görünüşlerAna teknik özellikler ve performans değerleri listesiReferans proje ve kullanıcı listesiÜretici kalite yönetim sistemi sertifikaları (ISO 9001 vb.)CE uygunluğuna ilişkin ön beyanlarFAT test planı ve prosedür taslağıEnerji, pnömatik, temel ve altyapı gereksinimleri tablosu	Teklif aşamasında	Türkçe veya İngilizce
2. Aşama (FAT Sonrası)	<ol style="list-style-type: none">FAT test raporları ve sonuç değerlendirme formlarıGüncellenmiş ve onaylı teknik çizimlerKullanılan ana malzeme, komponent ve sistemlere ait sertifikalarİşleme performansı ve doğruluk test raporları	FAT tamamlanm asından itibaren 30 takvim günü içinde	Türkçe veya İngilizce

[Handwritten signatures]

	5. Ölçüm ve kalibrasyon sertifikaları 6. FAT ölçüm sonuçları özet tablosu 7. Kullanıcı el kitabı ve bakım kılavuzu (taslak) 8. Yazılım lisans belgeleri ve aktivasyon anahtarları 9. Taslak yedek parça listesi 10. Onaylı eğitim planı ve içeriği		
3. Aşama (Nihai Kabul Öncesi)	1. Nihai CE uygunluk beyanı ve makine etiketleme doğrulaması 2. Güvenlik ve risk değerlendirme raporları 3. Nihai kullanıcı el kitabı ve bakım kılavuzu 4. FAT ve SAT kapsamındaki tüm test ve ölçüm raporları 5. SAT test raporu ve Nihai Kabul Tutanağı 6. Performans onay formu 7. Garanti belgeleri ve satış sonrası servis planı 8. Nihai yedek parça listesi ve teknik veri sayfaları 9. Garanti başlangıç bildirimi 10. Eğitim tamamlama ve katılım sertifikaları	Nihai kabul öncesinde	Türkçe veya İngilizce

4.3. Garanti Şartları, Satış Sonrası Servis ve Teknik Destek

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı ve tüm bileşenleri, nihai kabul tarihinden itibaren en az 24 ay süreyle garanti kapsamında olmalıdır. Garanti, tezgâhın tüm mekanik, elektrik, elektronik, hidrolik, pnömatik ve yazılım bileşenlerini kapsamalıdır.

Garanti süresince:

- Arıza durumlarında, yüklenici en geç 24 saat içinde müdahale etmelidir.
- Garanti kapsamında yapılacak tüm onarım, yedek parça değişimi, işçilik ve seyahat giderleri yüklenici tarafından karşılanmalıdır.
- Arızalı parçalar yenisi ile değiştirilmelidir; onarım yapılması durumunda parçanın kullanım ömrü garanti kapsamında uzatılmalıdır.

Garanti süresi bitiminden sonra, yüklenici en az 10 yıl süreyle yedek parça tedarik garantisi vermelidir. Yedek parça temin süresi, acil durumlar için maksimum 2 gün, stokta bulunmayan kritik parçalar için maksimum 10 gün olmalıdır.

Teknik destek hizmetleri, mesai saatleri içinde kesintisiz sağlanmalı, acil durumlar için 7/24 destek hattı bulunmalıdır. Uzaktan erişim ve teşhis imkânı olan durumlarda, öncelikli olarak bu yöntem kullanılmalıdır.

Yüklenici, satış sonrası servis ve teknik destek planını, müdahale süreleri, parça tedarik süreleri ve iletişim kanallarını detaylı olarak teklif ekinde sunmalıdır.

4.4. Risk Analizi ve İş Sağlığı Güvenliği

Yüklenici, tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhının tasarım, üretim, nakliye, kurulum, devreye alma, işletme ve bakım aşamalarında ortaya çıkabilecek tüm riskleri analiz etmeli ve gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini tanımlamalıdır. Bu analiz, 2006/42/EC Makine Emniyeti Direktifi, ISO 12100 Makine Emniyeti - Tasarım Genel Prensipleri ve ilgili ulusal mevzuat ile uyumlu olmalıdır.

Kurulum ve devreye alma sırasında:

- Tüm personel, uygun kişisel koruyucu donanım (baret, gözlük, iş ayakkabısı, eldiven vb.) kullanmalıdır.
- Çalışma alanı, yetkisiz girişleri önleyecek şekilde fiziksel bariyerler ve uyarı levhaları ile sınırlandırılmalıdır.
- Ağır parçaların taşınması ve yerleştirilmesinde, yük kaldırma ve taşıma ekipmanları güvenli şekilde kullanılmalıdır.

İşletme sırasında:

- Operatör güvenliği için tüm acil durdurma butonları, güvenlik kilitleri ve koruyucu muhafazalar aktif durumda olmalıdır.
- Makine çalışırken operatörün riskli bölgelere erişimini önleyen güvenlik sistemleri devrede olmalıdır.
- Gürültü, titreşim, toz, yağ buharı ve soğutma sıvısı teması gibi maruziyetler kontrol altında tutulmalıdır.

Bakım faaliyetleri sırasında:

- Makine enerjisi kesilmeli
- Yüklenici, bakım personeline yönelik güvenli çalışma talimatlarını ve risk azaltıcı önlemleri içeren dokümanları sağlamalıdır.

Tüm bu önlemler, kabul aşamasından önce “Risk Analizi ve Güvenlik Önlemleri Raporu” başlığı altında ayrıntılı şekilde sunulmalıdır.

4.5. CE Sertifikası

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhı ve bu sistemin tüm bileşenleri, Avrupa Birliği'nin yürürlükteki Makine Emniyeti Direktifi (2006/42/EC) başta olmak üzere, ilgili tüm teknik mevzuata uygun şekilde tasarlanmış ve üretilmiş olacaktır.

Ürün, ilgili normlara uygunluk sağladığını belgeleyen CE işaretlemesine sahip olmalı, üretici tarafından imzalanmış EC Uygunluk Beyanı (Declaration of Conformity) ile birlikte teslim edilmelidir. Söz konusu beyan, orijinal dilinde ve eksiksiz içeriğiyle sunulacaktır.

CE işaretlemesi en az aşağıdaki alt sistemleri de kapsamalıdır:

- Makine gövdesi ve eksen sistemleri
- Kontrol ünitesi ve operatör paneli
- Otomatik takım değiştirici sistemi
- Soğutma ve yağlama sistemi
- Elektrik ve pnömatik kontrol devreleri
- Tüm güvenlik donanımları (ışık bariyerleri, acil durdurma vb.)

CE uygunluğu kapsamında makineye ait teknik dosya, talep edilmesi halinde yetkili kuruma sunulmak üzere yüklenici/üretici tarafından muhafaza edilmelidir. Bu dosya, tasarım, risk analizi, test protokolleri ve kullanılan normların referanslarını içerecektir.

5. EKLER

Ek-1 : Dam, Şasi ve Yan duvarların işleme öncesi ve işleme sonrası teknik resimlerinin bulut adresi

<https://dosya.turasas.gov.tr/index.php/s/nCkdJ4znAXYsfws>

Ek-2 : Fabrika planı

Ek-3 : Yedek parça ve Sarf malzeme listesi

[Handwritten signatures]

TŞ-D40.0081

(Ek-3) Yedek Parça ve Sarf Malzemeler

Tedarik edilecek gantry tip işleme tezgâhının işletme sürekliliğinin sağlanması, planlı veya plansız duruşların en aza indirilmesi ve garanti süresi boyunca üretim faaliyetlerinin kesintisiz sürdürülebilmesi amacıyla yedek parça ve sarf malzemeler iki ayrı grupta ele alınmıştır.

Bu kapsamda, tezgâhın devreye alınması ve erken işletme döneminde muhakkak ihtiyaç duyulacak yedek parça ve sarf malzemeleri, yüklenici tarafından ilk teslimat kapsamında fiziksel olarak sağlanacaktır. Bu kalemler, üretimin başlaması için zorunlu nitelikte olup, SAT ve garanti süreçlerinden bağımsız olarak teslim edilmesi gereken asgari yedekler olarak tanımlanmıştır. Bu asgari yedekler sözleşme kapsamındadır.

Buna ilave olarak, yüksek maliyetli veya düşük arıza olasılığına sahip olmakla birlikte arıza durumunda uzun süreli duruşlara sebep olabilecek kritik yedek parçalar, ilk teslimat kapsamında fiziksel olarak talep edilmemektedir. Ancak bu parçalar için yüklenici, Fabrika Kabul Testi (FAT) tamamlandıktan sonra, üretici katalog bilgileri, yüklenici stok durumu ve temin sürelerini içeren detaylı bir bildirim tablosunu TÜRASAŞ'a sunmakla yükümlüdür. Bu bildirim esas alınarak, işletme koşulları ve garanti süresi dikkate alınmak suretiyle ilave yedek parça alım planlaması TÜRASAŞ tarafından yapılacaktır.

Aşağıda yer alan tablolar, bu yaklaşım doğrultusunda asgari teslim edilecek yedek parça ve sarf malzemeleri ile FAT sonrası stok ve temin bilgileri bildirilecek kritik yedek parçaları ayrı ayrı tanımlamaktadır.

Tablo 1. Zaruri Yedek Parçalar (İlk Teslimat Kapsamı)

No	Yedek Parça / Sarf Malzemesi	Asgari Miktar	Açıklama
1	İş mili (Spindle) – komple	1 adet	Tezgâh kafa tipi, kontrol ünitesi ve HSK 100A sistemine tam uyumlu, montaja hazır
2	Yedek takımlar ve tutucu	Min. 3 adet	HSK 100A standardında, pens seti ile birlikte
3	Prob yedek ucu	Min. 2 adet	Mevcut ölçüm probu ile uyumlu, hızlı değiştirilebilir
4	Yedek prob gövdesi	Min. 1 adet	Mevcut ölçüm sistemi ile uyumlu
5	Takım uzunluğu ölçüm sensörü	Min. 1 adet	Mevcut sistem ile tam uyumlu
6	Soğutma sıvısı	İlk dolum + 1 yedek	Üretici tarafından önerilen türde
7	MMS (Minimum Miktarla Yağlama) sıvısı	İlk dolum + 1 yedek	Üretici tavsiyesine uygun
8	Yağlama ve soğutma filtre elemanları	İlk set + 1 yedek set	Tüm ilgili sistemler için
9	Hava filtresi ve pano/iklimlendirme filtre setleri	Min. 2 set	Elektrik panosu ve kabin için

10	Kamera koruma camı ve contası	Min. 2 takım	Optik şeffaflığı bozmayacak nitelikte
11	Makine içi aydınlatma lambaları	Min. 2 adet	Orijinal veya eşdeğer
12	Acil durdurma butonu ve panel membranı	1 takım	Operatör paneli için
13	Limit switch ve konum sensörleri	Her tipten min. 2 adet	Makinede kullanılan tiplerle birebir
14	Elektrik sigortaları, röleler ve kontaktörler	Min. 2 set	Makinede kullanılan tiplerden

Bu tabloda yer alan zaruri yedek parçalar; arıza halinde tezgâhın çalışamaz duruma gelmesine yol açabilecek, temin süresi uzun olan veya sahada ikamesi mümkün olmayan bileşenlerdir. Bu nedenle söz konusu yedekler, SAT ve garanti süreçlerinden bağımsız olarak ilk teslimatta fiziksel olarak sağlanacaktır.

Tablo 2. Yedek Parçalar

No	Yedek Parça Grubu	Üretici / Katalog No	Yüklenici Stok Durumu	Standart Temin Süresi	Acil Temin Süresi (varsa)	Üretici Önerilen Asgari Stok
1	Spindle rulman ve conta takımları					
2	X eksen servo motor + redüktör					
3	Y ve Z eksen servo motor + redüktör					
4	X, Y, Z eksen sürücü üniteleri					
5	Vidalı mil ve somun grupları					
6	Pinyon, kremayer ve aktarma kaplinleri					
7	Kafa ünitesi A ve C eksen pozisyon sensörleri					
8	Talaş konveyörü zincir ve tahrik elemanları					
9	Fikstür pistonları, valfleri ve					

İmza

	elektronik kartları					
10	PLC ve haberleşme modülleri					
11	Enkoderler					
12	Spindle Komple					

Bu tabloda yer alan yedek parça grupları, örnekleyici nitelikte olup, yalnızca tabloda belirtilen kalemlerle sınırlı değildir. Yüklenici, bu tabloda yer alan parçalarla birlikte, tezgâhın tüm mekanik, elektrik ve elektronik sistemlerini kapsayacak şekilde detaylı bir yedek parça stok durumu ve temin süresi listesi hazırlamak ve FAT sonrası TÜRASAŞ'a sunmakla yükümlüdür.

Yüklenici tarafından sunulacak stok ve temin bilgileri; işletme koşulları, üretim planları ve garanti süresi dikkate alınarak TÜRASAŞ tarafından değerlendirilecek olup, bu kapsamda ilave yedek parça alımına ilişkin planlama TÜRASAŞ'ın takdirinde gerçekleştirilecektir.

13 14 15