Gazi Üniversitesi Eklemeli İmalat Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi (EKTAM)

Numune Hazırlama Sistemi (NHS) Teknik Şartnamesi

Şartname No/Tarih: DB.S.23 / 31.07.2026

Hazırlayanlar:

Dr. Öğr. Üyesi Alkım AYDIN

Öğr. Görevlisi Pınar URHAL

Onaylayanlar:

Prof. Dr. Hacı Bekir ÖZERKAN

Prof. Dr. Oğuz TURGUT

Prof. Dr. Tuncay KARAÇAY

NUMUNE HAZIRLAMA SİSTEMİ TEKNİK ŞARTNAMESİ

1. Kapsam

1.1. Bu şartname, numune hazırlama sistemi, odası ve ekipmanlarının performansı, testi, muayenesi ve tedarikine ilişkin gereksinimleri açıklar.

1.2. Bu şartnamede geçen "Sistem", "Cihaz", "Makine", terimleri, tamamen işlevsel bir numune hazırlama ekipmanının bulundurduğu her şeyi ifade eder.

1.3. Bu şartnamede kullanılan "Alıcı" terimi Gazi Üniversitesi'ni, "Üretici" terimi cihazın üreticisini, "Satıcı" veya "Yüklenici" terimleri, cihazın alımı için gerçekleştirilen ihaleyi kazanan, cihazı ithal eden, son montajı yapan, testlerini gerçekleştiren firmayı ifade eder. Testlerin gerçekleştirilmesi ve kontrolü için yüklenici firma uluslararası akredite firmalar ile çalışabilir ve kurulum sırasında altyükleniciler ile çalışabilir. Alıcıya karşı tüm sorumluluk yüklenicide olacaktır.

1.4. Bu şartnamede tanımlandığı şekilde Sistem tasarımı, üretimi, performansı, test ve güvenilirliği konusunda Satıcı tarafından genel bir sorumluluk kabul edilecektir. Bu sorumluluk, kurulum süresince gereken teknik desteğin sağlanmasından başlayarak cihazın garanti süresi boyunca devam edecektir. Satıcı altyüklenicilerden tedarik ettiği tüm alt ekipman ve sistemlerin performansı için taşeron firmaların işlerinde sorumlu olacaktır. Satıcı, teklifte belirtilen tüm gereksinimlerin karşılandığına dair sayısal verileri üretici onaylı sağlamak durumundadır. Altyüklenicilerin herhangi bir alt sistem kullanması durumunda alt sistemlerin gereklilikleri karşıladığına dair tüm kontrol, test ve kabul işlemleri satıcı tarafından yapılacaktır ve sayısal veriler alıcıya verilecektir ve garantilerinden sorumlu olacaktır. Satıcı, herhangi bir durumda sevkiyat öncesi tespit edilen uygunsuzlukları, teslim tarihini etkilemeden sorunu düzeltme sorumluluğunu kabul eder.

1.5. Satıcı, bu şartnamedeki bütün kalemleri ve maddeleri teklifinde tek tek belirtir. Her madde ve paragraf "teknik şartnameye cevap" dokümanında teker teker yazılarak uygunlukları açıklanır. Ek açıklamalar ve sayısal bir değer gerektiren her kriter için önerilen sayısal değerler verilir. Teknik şartnameye cevapta her bir madde için yalnızca "Uygun" veya "Uygun Değil" yazılması kabul edilmez.

2. Numune Hazırlama Sistemi Genel Özellikleri:

2.1. Hassas Kesim Cihazının Özellikleri

2.1.1. Cihaz, masa üstü tipte ve çalışma bankosu üzerine yerleştirilebilir yapıda olmalıdır. Satıcı cihazın boyutlarını teklifinde belirtmelidir.

2.1.2. Cihazın gövdesi ve alt bileşenleri korozyona karşı dayanıklı malzemeden imal edilmeli ve titreşim oluşturmayacak yapıda olmalıdır.

2.1.3. Cihazın motor gücü en az 0.75 kW olmalıdır.

2.1.4. Cihazın kesme kapasitesi minimum 70 mm olmalıdır.

2.1.5. Cihazın kesme tablası hızı minimum 0,025 mm/sn adımlarla ayarlanabilir olmalıdır. Ayarlanan hızın çok yüksek olması ve motorun aşırı yüklenmesi durumunda hız otomatik olarak uygun bir değere düşürülmelidir.

2.1.6. Cihaz üzerinde kesme uzunluğu 0-180 mm arasında 0,1 mm adımlarla önceden ayarlanabilir olmalıdır.

2.1.7. Motor üzerindeki yük, cihazın ön panelinden işlem boyunca gözlemlenebilir olmalıdır.

2.1.8. Cihaz otomatik kesme yapabilmelidir.

2.1.9. Cihazın tablasının ileri-geri hareketi, kesme diskinin aşağı-yukarı hareketi ve tablanın sağa-sola hareketi otomatik ve motorize olmalıdır. Cihaz üzerindeki kumanda kolu ile her üç eksendeki harekette kontrol edilerek pozisyonu ayarlanabilmeli ve istendiğinde bu şekilde manuel kesim yapılabilmelidir.

2.1.10. Kesme diski hızı 1000-4000 dev/dk arasında 100 dev/dk adımlarla ayarlanabilir olmalıdır.

2.1.11. Cihazın kesme tablası boyutları ise en az 225x180 mm olmalıdır. Kesme tablasının gövdesi korozyona dayanıklı alüminyum ya da paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiş olmalıdır.

2.1.12. Cihazın ön panelinde tüm parametreler otomatik olarak yer almalı ve işlem sırasında gözlemlenebilir olmalıdır.

2.1.13. Cihazın tablasının hızlı hareketini sağlamak amacı ile cihaz üzerinde bir kumanda kolu bulunmalı ve bu kol sayesinde kesme tablası kolayca hareket ettirilebilmelidir.

2.1.14. Kesme diski yüksekliği cihazda bulunan kumanda kolu ile otomatik olarak ayarlanabilir olmalıdır. Bu sayede farklı boyutlarda kesme diski kullanılabilmelidir.

2.1.15. Cihazda çapı 75-200 mm arasında değişen farklı kesme diskleri kullanılabilmelidir.

2.1.16. Cihaz ile birlikte en az 0-50 mm arasındaki kesite sahip numuneleri tek hareket ile sıkıştırabilen sağ veya sola konumlu iki adet mengene verilmelidir.

2.1.17. Hızlı ve kolay kullanım ve işlem parametrelerini gözlemlemek için dahili bir ekran olmalıdır.

2.1.18. Cihazda otomatik durma ayarı bulunmalıdır. Cihaz önceden belirlenmiş kesme mesafesine geldiğinde otomatik olarak durmalıdır.

2.1.19. Cihaz otomatik seri kesme yapabilmelidir. Bu işlem için gerekli otomatik X tablası cihaz ile verilmelidir. Seri kesme işlemi iki farklı şekilde; ya eşit kalınlığa sahip dilimler halinde ya da farklı kalınlıklara sahip ayrı dilimler halinde gerçekleştirilebilmelidir.

2.1.20. Cihaz numunenin kesme pozisyonunu veya hizasını belirlemek için malzeme üzerinde kesme işlemi yapılacak olan yeri gösteren lazer ışık çizgisi ile hizalama özelliğine sahip olmalıdır.

2.1.21. Numune yerleştirmeyi kolaylaştırmak için cihazın kesme haznesi mümkün olduğunca geniş olmalı, satıcı teklifinde bunu ölçüleri ile belirtmelidir. Kesme tablası kesme diskini geride bırakacak şekilde konum alabilmelidir. Ayrıca kesme haznesi güçlü bir LED ışıklandırma ile aydınlatılmalıdır ve satıcı teklifinde bu aydınlatma özelliklerini belirtmelidir.

2.1.22. Cihaz, kesme işleminden kalan büyük partikülleri kolay temizlemek amacı ile ön filtre sistemine sahip olmalıdır.

2.1.23. Cihazda güvenlik amacı ile bir acil durum durdurma düğmesi bulunmalıdır.

2.1.24. Cihaz, kullanıcı emniyeti için kesme işlemi esnasında oluşabilecek zehirli gazların atılmasını sağlamak amacı ile dahili veya harici bir egzoz sistemine sahip olmalıdır.

2.1.25. Cihazda kullanılan kesme metotları cihazın hafızasına kaydedilebilir özellikte olmalıdır.

2.1.26. Cihazın üzerindeki kesme tablası ve numune tutucu aparatlar bütünüyle paslanmaz çelik veya alüminyum olmalı, kesme tablası bağlanabilecek farklı mengeneler ya da bağlama aparatları için uygun olmalıdır.

2.1.27. Cihaz, kapalı devre su soğutma sistemine sahip olmalı ve cihazla birlikte su soğutma ünitesi verilmelidir. Soğutma ünitesinde filtre sistemi olmalıdır. Gider hortumu herhangi bir aparata ihtiyaç duyulmadan devir daim ünitesi üzerine sabitlenebilmelidir.

2.1.28. Cihazın kapağı kapatılmadan kesme diski çalışmamalı ve kesme diski durmadan kapak açılmamalıdır.

2.1.29. Cihaz, aşağıda belirtilen sarf malzemeleri ile birlikte verilmelidir.

Ürün Adı	Ürün Miktarı	Ürün Özellikleri
Silisyum karbür hassas kesme diski	10 Adet	Disk Çapı: 150 mm Kalınlık: 1 mm Bağlantı iç çapı: 2.1. numaralı maddede belirtilen Hassas Kesme Makinesi ile uyumlu olmalıdır. Malzeme hammaddesi: Resin (Reçine)
Alüminyum oksit hassas kesme diski	10 Adet	Disk Çapı: 150 mm Kalınlık: 0.45 mm Bağlantı iç çapı: 2.1. numaralı maddede belirtilen Hassas Kesme Makinesi ile uyumlu olmalıdır. Malzeme taşı: İnce ızgaralı
Alüminyum oksit hassas kesme diski	10 Adet	Disk Çapı: 150 mm Kalınlık: 1 mm Bağlantı iç çapı: 2.1. numaralı maddede belirtilen Hassas Kesme Makinesi ile uyumlu olmalıdır. Malzeme taşı: Kalın ızgaralı
Elmas hassas kesme diski	2 Adet	Disk Çapı: 150 mm Kalınlık: 0.5 mm Bağlantı iç çapı: 2.1. numaralı maddede belirtilen Hassas Kesme Makinesi ile uyumlu olmalıdır. Malzeme hammaddesi: Bronz
Elmas hassas kesme diski	2 Adet	Disk Çapı: 200 mm Kalınlık: 0.5 mm Bağlantı iç çapı: 2.1. numaralı maddede belirtilen Hassas Kesme Makinesi ile uyumlu olmalıdır. Malzeme hammaddesi: Bronz
Soğutma ve Korozyon Önleyici Sıvı	5 Litre	Çelik, Döküm, Alüminyum, Titanyum, Nikel ve Demir Dışı Malzemeler ile uyumlu şekilde kullanılabilmelidir. Kesim sırasında 2.1 numaralı Hassas Kesim Makinesi odasında oluşabilecek korozyona bağlı deformasyonları önlemek amacıyla kullanabilecek ve paslanma/korozyonu önleme özelliğine sahip olacak şekilde sağlanmalıdır.
Soğutma Ajanı Eklentisi	1 Litre	Bakır ve Reaktif malzeme gibi ekstra korozyon oluşturabilecek malzemelerin korozyon oluşturma direncini artırmalı yüzeyleri aktif olarak korumalıdır.

2.2. Sıcak Bakalite Alma Cihazının Özellikleri

2.2.1. Cihaz, masa üstü tipte ve çalışma bankosu üzerine yerleştirilebilir yapıda olmalıdır. Satıcı cihazın boyutlarını teklifinde belirtmelidir.

2.2.2. Cihazın gövdesi ve alt bileşenleri korozyona karşı dayanıklı malzemeden imal edilmeli ve titreşim oluşturmayacak yapıda olmalıdır.

2.2.3. Cihaz, metal, seramik, kompozit ve plastik türü malzemelerin kalıba alınması için kullanılabilecektir.

2.2.4. Cihaz üzerinden basınç, sıcaklık, ısıtma zamanı ve soğutma zamanı set edilebilmeli, kalıplama pistonunu yukarı/aşağı hareket ettirme gibi fonksiyonlar kullanılabilmeli ve cihaz ısıtmadan soğutmaya otomatik olarak geçebilmelidir.

2.2.5. Cihaz, elektro-hidrolik prensibi ile çalışmalı ve ısıtma soğutma süresi dahil en geç 10 dakikada 1 adet numune hazırlayabilmelidir.

2.2.6. Hızlı ve kolay kullanım ve işlem parametrelerini gözlemlemek için dahili bir ekran olmalıdır. Bu ekrandan işlem sırasında kalan süreler takip edilebilmelidir.

2.2.7. Cihazın ısıtma sistemi sıcaklığı kullanıcı isterlerine göre ayarlanabilir olmalıdır. Satıcı sıcaklık aralığını teklifinde belirtmelidir.

2.2.8. Cihaz ile birlikte 40 mm çaplı gömme ünitesi ve kalıp seti verilmelidir.

2.2.9. Cihazın ısıtma sistemi en az 1000W gücünde olmalıdır.

2.2.10. Basınç sağlayan hidrolik ünitenin gücü en az 250W gücünde olmalıdır.

2.2.11. Cihazın elektrohidrolik basınç sistemi kalıba göre en az 100 bar basınç uygulayabilmelidir.

2.2.12. Cihaz, soğutmaya geçtiğinde şebekeden yeterli soğutma suyu gelmiyor ise kullanıcıyı uyarmalı ve cihazı otomatik olarak durdurarak oluşabilecek bir arızayı engellemelidir.

2.2.13. Cihazda güvenlik amacı ile bir acil durum durdurma düğmesi bulunmalıdır.

2.2.14. Cihaz işlem bitiminde sinyal vererek kullanıcıyı uyarmalıdır.

2.2.15. Cihaz, aşağıda belirtilen sarf malzemeleri ile birlikte verilmelidir.

Ürün Adı	**Ürün Miktarı**	**Ürün Özellikleri**
Siyah Sıcak Bakalit Hammaddesi (İletken Özellikli)	10 Kilogram	Elektriksel olarak iletken özellikte olmalıdır (SEM vb. uygulamalarda kullanıma uygun) Shore değeri: 85<Sd<95 olmalıdır. Ayrılma özelliği orta sertlikte olmalıdır.
Sıcak Bakalit Hammaddesi (İletken Olmayan)	20 Kilogram	Yeşil ya da Kırmızı Renkte olmalıdır. Shore değeri: 85<Sd<95 olmalıdır. Ayrılma özelliği orta sertlikte olmalıdır.
Soğuk Bakalit Seti	2 Kg Toz 1 L Likit 80 Karıştırma Kupası 4 Dozajlama Kaşığı	Kürleme Sıcaklığı 85 C° ile 100 C° arasında olmalıdır. Malzemenin kürlenme süresi 15 dakikadan kısa olmalıdır. Shore değeri 90 dan düşük olmalıdır. Ayrılma özelliği düşük sertlikte olmalıdır.
Elektro Gravür Kalemi	1 Adet	Şarjlı özellikte olmalıdır. Bakalit hammaddesi ile üretilmiş numunelerin üzerine yazı yazabilmelidir. En az 10 adet yedek ucu olmalıdır.

2.3. Zımparalama ve Parlatma Cihazının Özellikleri

2.3.1. Cihaz, masa üstü tipte ve çalışma bankosu üzerine yerleştirilebilir yapıda olmalıdır. Satıcı cihazın boyutlarını teklifinde belirtmelidir.

2.3.2. Cihaz, metalografik numunelerin zımparalama ve parlatma işlemi için uygun olmalıdır.

2.3.3. Cihazın gövdesi ve alt bileşenleri korozyona karşı dayanıklı malzemeden imal edilmeli ve titreşim oluşturmayacak yapıda olmalıdır.

2.3.4. Cihaz, en az 250 mm çapında manyetik zımpara ve parlatma diski takmaya uygun olmalıdır.

2.3.5. Cihaz diskinin devir hızı 50-500 dev/dk olmalıdır. Tablanın dönme yönü değiştirilebilmelidir.

2.3.6. Cihazın diskini çeviren motorun gücü minimum 550W olmalıdır.

2.3.7. Cihazda güvenlik amacı ile bir acil durum durdurma düğmesi bulunmalıdır.

2.3.8. Cihazın aşındırma işlemi için kullandığı manuel soğutma suyu muslukları ya da kafada yer alan dozajlama üniteleri cihaz temizliğinde kullanılabilmelidir.

2.3.9. Numune tutucu fikstürün cihaza bağlantısı herhangi bir aparat (el aleti) kullanılmadan yapılabilmelidir.

2.3.10. Cihaz, otomatik numune hazırlanması için numune tutucu kafa ile birlikte gelmelidir.

2.3.11. Tam otomatik numune tutucu kafa vasıtası ile aynı anda 6 adet bakalite alınmış numune hazırlanabilmelidir. Cihazın her numune başına uyguladığı baskı gücü seçilebilmeli ve cihaz otomatik olarak programlanabilmelidir.

2.3.12. Otomatik numune tutucu kafa her iki yöne de dönebilmelidir.

2.3.13. Cihaz, hazırlanacak olan numunelerin tümüne aynı yükü (merkezi) veya her birine ayrı yük uygulayabilmelidir.

2.3.14. Numuneye tekli ve merkezi yükler otomatik numune tutucu kafa tarafından pnömatik olarak uygulanmalıdır.

2.3.15. Cihazın otomatik numune tutucu kafasının hızı 50-150 dev/dk arasında ayarlanabilir olmalı ve otomatik zımparalama/parlatma cihazı devir hızı arasındaki fark prensibi ile zımparalama/parlatma yapmalıdır.

2.3.16. Cihaz üzerinden her numune için baskı gücü tek kuvvet için 5-50 N arasında, merkezi kuvvet için 30-300 N arasında manuel olarak ayarlanabilmelidir. Ayarlama adımı 1 N olmalıdır.

2.3.17. Numune kapasitesi en az 6 numuneyi zımparalama ve parlatma yapabilecek özellikte olmalıdır.

2.3.18. Numune tutma kafası üzerinde tablayı aydınlatmaya sağlayan led lambalar olmalıdır ve bu lambalar isteğe göre açılıp kapatılabilmelidir.

2.3.19. Cihazın numune tutucusunun motor gücü en az 180W olmalıdır.

2.3.20. Cihazın dijital dokunmatik kontrol paneli ile çalışma süresi, numunelere uygulanan kuvvet miktarı, tekli veya merkezi kuvvet uygulama seçimi, makine tablasının dönme hızı, numune tutucusunun dönme yönü ve hızı, su açma/kapama, numunelerin konumlandırılması için numune tutucunun yavaşça döndürülmesi, süspansiyon dozajlama ünitesi kontrolü gibi işlemler yapılabilmelidir.

2.3.21. Cihaz, numune yüzey kalitesini arttırmak için yavaş başlatma ve sonlandırma özelliğine sahip olmalıdır.

2.3.22. Cihazın üzerinde bulunan vana vasıtası ile zımparalama aşamasında gerekli su debisi manuel olarak ayarlanabilmelidir.

2.3.23. Cihaz, su açma kapamayı kontrol paneli üzerinden tek tuş ile otomatik olarak yapabilmelidir.

2.3.24. Cihaz, numunelerin hazırlanması için gerekli olan paslanmaz çelikten imal numune merkezleyici plaka ve gerekli bağlayıcı aparat ile birlikte verilmelidir. Bu plaka ile aynı anda en az 6 adet 40 mm çapında numune hazırlanabilmelidir.

2.3.25. Cihaz ile 4 adet süspansiyon ya da 3 adet süspansiyon 1 adet yağlayıcı için ayarlanabilir damla mekanizmasına sahip otomatik dozajlama birimi verilmelidir.

2.3.26. Cihaz, aşağıda belirtilen sarf malzemeleri ile birlikte verilmelidir.

Ürün Adı	**Ürün Miktarı**	**Ürün Özellikleri**
Silikon karbür zımparalama diski 80 GRID	100 Adet	Tüm metalik ve metalik olmayan malzemeler ile kullanılabilir özellikte olmalıdır. 250 mm çapında olmalıdır. Arka tarafı kendinden yapışkan özelliğe sahip olmalı ve manyetik levhalara sorunsuzca tutunabilmelidir.
Silikon karbür zımparalama diski 120 GRID	300 Adet	
Silikon karbür zımparalama diski 240 GRID	300 Adet	
Silikon karbür zımparalama diski 400 GRID	300 Adet	
Silikon karbür zımparalama diski 800 GRID	200 Adet	
Silikon karbür zımparalama diski 1200 GRID	200 Adet	
Silikon karbür zımparalama diski 2400 GRID	200 Adet	
Silikon karbür zımparalama diski 4000 GRID	100 Adet	
Manyetik Levha	5 Adet	Zımparalama diskleri üzerine yapışabilir özellikte olmalıdır.

		Her bir levha üzerine en az 1000 kez yapışkanlı diskler sökülüp takılabilir özellikte olmalıdır. Madde 2.3.4 ile belirtilen Zımparalama ve Parlatma Makinesi manyetik tablosuna takılıp sökülebilir özellikte olmalıdır. 250 mm çapında olmalıdır.
Polikristal elmas süspansiyonu 9 µm	5 Litre	Tüm metalik ve metalik olmayan malzemeler ile kullanılabilir özellikte olmalıdır. Su bazlı olmalıdır. Full otomatik makineler ile uyumlu olmalıdır.
Polikristal elmas süspansiyonu 3 µm	5 Litre	
Polikristal elmas süspansiyonu 1 µm	5 Litre	
Elmas Yağlama Süspansiyonu	10 Litre	Su bazlı olmalıdır. Polikristal süspansiyonları yağlamak için kullanılabilir özellikte olmalıdır.
İnce Parlatma Süspansiyonu	5 Litre	Partikül çapı 0.1 µm ya da daha küçük olmalıdır. Koloidal silika özellikte olmalıdır. Demir ve demir dışı malzemeleri parlatmada kullanılabilmelidir. Çökelme ya da kristalleşme yapmamalıdır.
Metalografik ön parlatma bezi	10 Adet	9 µm ve 6 µm polikristal süspansiyonlarla çalışabilir özellikte olmalıdır. Demir ve demir dışı malzemeleri patlatma özelliğinde olmalıdır. Polyester ya da satin kumaş dokuda örülmüş olmalıdır.
Metalografik parlatma bezi	20 Adet	3 µm ve 1 µm polikristal süspansiyonlarla çalışabilir özellikte olmalıdır. Demir ve demir dışı malzemeleri patlatma özelliğinde olmalıdır. Sentetik flok ya da yün dokuda örülmüş olmalıdır.
Metalografik ekstra ince parlatma bezi	10 Adet	0.1 µm ve altı süspansiyonlarla çalışabilir özellikte olmalıdır. Demir ve demir dışı malzemeleri patlatma özelliğinde olmalıdır. Boşluklu poliüretan dokuda olmalıdır.
İzopropil Alkol	25 Litre	Minimum %99,9 Saflıkta olmalıdır.

2.4. Mikrosertlik Cihazı Özellikleri

2.4.1. Cihaz, masa üstü tipte ve çalışma bankosu üzerine yerleştirilebilir yapıda olmalıdır. Satıcı cihazın boyutlarını teklifinde belirtmelidir.

2.4.2. Cihaz komple korozyona karşı dayanıklı malzemeden imal edilmelidir ve titreşim oluşturmayacak yapıda çalışır vaziyette olmalıdır.

2.4.3. Cihaz donanımı bütün eksenlerde motorize ve otomatik bir şekilde harekete uygun olmalı, tek tek veya tanımlanan çoklu sayıda seri ölçümleri el değmeden tam otomatik yapabilmelidir.

2.4.4. Cihaz optik ölçüm prensibine uygun olarak Vickers, Knoop ve Brinell sertlik ölçümlerindeki iz ölçümünü otomatik olarak yapacak ve sertlik sonucunu verecektir.

2.4.5. Cihaz, aşağıda belirtilen test metot ve yüklerinin tamamını uygulayabilecek kapasitede olmalıdır.

Vickers: ISO 6507, ASTM E384

0.01 / 0.025 / 0.05 / 0.1 / 0,2 / 0,3 / 0,5 / 1 / 2 / 2,5 / 3 / 5 / 10 / 20 / 30 / 50 / 60

Knoop: ISO 4545, ASTM E384

0.01 / 0.025 / 0.05 / 0.1/ 0,2/ 0,3/ 0,5 / 1 / 2

Brinell: ISO 6506, ASTM E-10

HB (1/1), (1 / 2,5) (1/5) (1/10) (1/30) (2,5/6,25) (2,5/31,25) (2,5/62,5) (5/25) (5/62,5)

2.4.6. Cihaz, mikro ve makro ölçümler için uygun olmalı, 10g – 62,5 kg aralıklarında yük uygulayabilmelidir.

2.4.7. Cihaz tamamen otomatik olan bir ölçüm sistemine sahip olmalıdır. Otomatik yük uygulaması, otomatik fokuslama, otomatik ışık/kontrast ayarı ve otomatik iz okuma özellikleri bulunmalıdır.

2.4.8. Odaklama işlemi ölçüm ucunun numune yüzeyine dokundurulması ile yapılmalıdır. Cihaz yükü algıladığında motorize hareketi otomatik kesmeli ve uygun objektif aşağı konuma getirilerek odaklama işlemi otomatik şekilde gerçekleştirilmelidir.

2.4.9. Cihazın hareketli kafası objektifler dik konumda iken aşağı hareket ettirilememelidir. Bu sayede objektif ya da ölçüm uçlarına zarar verilmesi engellenmelidir.

2.4.10. Cihazda taret mekanizmasında ya da dahili kamerasında ölçüm alanını aydınlatmak için led aydınlatmalar bulunmalıdır.

2.4.11. Cihazda dahili en az iki adet 5 Mega piksel renkli CMOS kamera sistemi olmalıdır. Kameralardan bir tanesi ölçüm kamerası olarak diğeri ise genel görüntü kamerası olarak kullanılmalıdır.

2.4.12. Cihaz menüsünde her lens ile kullanılabilen en az 2X olarak seçilebilen ve ölçüm içinde kullanılabilen dijital yakınlaştırma bulunmalıdır.

2.4.13. Cihaz yaptığı ölçümleri detaylı bilgi ve iz görüntüsü ile hafızasında tutacak, tekrar ölçüm yapmaya uygun olacaktır. Cihazın çubuk grafik, çizgi grafik ve histogram gibi istatiksel fonksiyonu olacaktır. Cihaz yaptığı ölçümleri excel verisi olarak verebilecek, her girdi için ayrıntılı bilgi normlarını verecektir. Cihaz PDF formatında A4 boyutlarında test raporu verebilecektir.

2.4.14. Cihazda seri ölçüm sırasında belirlenen ölçüm noktalarının hepsi kullanıcı isteğine göre ayrı ayrı tanımlanabilmeli ve bu tanımlar rapor formatında kullanılabilmelidir.

2.4.15. Cihazda uçların ve lenslerin bulunduğu motorize taret kafa aşağı ve yukarı hareketi de motorize olarak edecektir. Ucun veya lensin kontrolsüz bir şekilde cihaz veya

numune yüzeyine teması durumunda taret üzerindeki emniyet sensörü olası hasarı önlemek için cihazın hareketini otomatik olarak durmalıdır.

2.4.16. Cihazdaki uç ve lens çarpışma önleme sistemi sayesinde farklı yükseklikteki numuneler numune tutucu olmaksızın otomatik tabla üzerine yerleştirilse bile mekanik bileşenler çarpmadan dolayı zarar görmemelidir.

2.4.17. Cihaz tablasının ileri geri ve sağa sola hareketindeki pozisyon tekrar edilebilirliği en fazla +/- 3.5 mikron olmalıdır.

2.4.18. Numuneler üzerinde sertlik ölçümü yapılırken otomatik olarak durdurma fonksiyonu bulunmalıdır.

2.4.19. Cihaz yazılımı ile CHD (Case Depth), SHD (Surface Hardness Depth) ve NHT (Nitrided Depth) testleri gerçekleştirilebilir olmalıdır. 3 adet farklı sertlik derinliği tek bir seri ile hesaplanabilmelidir.

2.4.20. Cihaz yazılımında, alınan test sonuçlarının tam olarak doğru olması için seri olarak sertlik ölçüm alınmış farklı noktalar arasında minimum mesafe otomatik olarak oluşturulmalıdır. Bu mesafe kullanıcı tarafından yanlış ayarlandığında görsel uyarı ile kullanıcı uyarılmalıdır.

2.4.21. Cihaz yazılımı ile yüzeyi düzgün olmayan kritik numunelerden bile doğru sertlik ölçüm değerleri alınmalıdır.

2.4.22. Cihaz ile birlikte x2.5, x5, x20 ve x50 büyütmeli lensler verilmelidir. Lenslerin tümü cihaz taretine takılı olmalıdır.

2.4.23. Cihazın Z-eksenindeki hızlı hareketi minimum 0-20 mm/sn arasında değiştirilebilir olmalıdır.

2.4.24. Cihazın numune test yüksekliği minimum 250 mm olmalıdır.

2.4.25. Cihazın Z-eksen yüksekliği konumu yazılım tarafından okunabilir ve kaydedilebilir olmalıdır. Tek tuşla istenen yüksekliğe otomatik olarak ayarlanabilmelidir.

2.4.26. Cihaz, ölçüm alınacak numune yüzeyini otomatik olarak bulunmalıdır.

2.4.27. Cihazda numunelerin üzerine konduğu tabla motorize ve X/Y eksenlerinde (sağa-sola ve ileri-geri) en az 150x150 mm motorize harekete sahip olmalıdır. Cihaz motorize tablası en az 150x120 mm boyutlarında olmalıdır.

2.4.28. Cihaz otomatik taret içermeli, üzerine aynı anda en az 1 adet sertlik ucu ve en az 5 adet lens takılabilir olmalı, ölçüm esnasında lenslerin ve sertlik uçlarının değişimi otomatik olarak gerçekleştirilebilmelidir.

2.4.29. Cihaz yazılımı seçilen bir bölgeyi lens kamerası ile otomatik olarak tarayıp, o bölgenin panoramik fotoğrafını oluşturabilmelidir.

2.4.30. Cihaz, seri ölçümlerde otomatik kenar bulma özelliğine sahip olmalıdır.

2.4.31. Cihaz, birden çok numunenin ölçümünü aynı anda başlatabilmelidir.

2.4.32. Cihazın tablasına opsiyonel olarak sunulan çoklu bakalit numunesi tutucusundan yerleştirilebilmelidir. Bu çoklu numunenin yeri ve yüksekliği yazılım tarafından bilinmeli, hangi numunede işlem yapılmak isteniyorsa, ölçüm kafası yukarıda olsa bile, o numunenin üzerine fare hareketi ile gidilebilmeli ve otomatik yüzey bulunabilmelidir.

2.4.33. Cihaz ile birlikte bilgisayar verilmelidir. Bilgisayar özellikleri minimum 24 inç monitörlü, i7 işlemcili, 16gb ramli, Windows 11 Pro özelliklerine sahip olmalıdır. Satıcı teklifinde bilgisayarın marka ve özelliklerini belirtmelidir.

2.4.34. Cihaz ile birlikte 1 adet sertifikalı sertlik test bloğu (HV ölçümler için) ve sertifikalı 1 adet HV sertlik ucu verilmelidir. Sertifika bilgileri satıcının teklifinde belirtilmelidir.

2.4.35. Cihaz ile birlikte 1 adet en az 40 mm çaplı en az 4 numunenin yerleştirilebileceği numune tutucu verilmelidir.

2.4.36. Cihaz stabil ve sağlam bir gövdeye sahip olmalı ve 50kg'a kadar iş parçalarının ölçümünü yapabilmelidir.

2.4.37. Cihaz yazılımına ek olarak mikroyapı analizi programı eklenmiş olmalıdır. Bu yazılım ile tane boyutu, faz analizi kaplama kalınlığı gibi aşağıda belirtilen ölçümler standartlarına uygun şekilde ölçülebilmelidir. Cihazın mevcut kamerası, lensleri ve aydınlatma sistemi bu ölçümler için gerekli altyapıya sahip olmalıdır.

- Tane Boyut Analizi: DIN EN ISO 643 ve ASTM E112 ye uygun olarak lineer ve dairesel olarak otomatik boyut analizi yapabilmelidir.
- Kalınlık Ölçümü: DIN EN ISO 1463'e uygun olarak yarı otomatik şekilde yatay, dikey ve radyal kalınlık ölçümü yapabilmelidir.
- Faz Analizi: ISO 9042 ve ASTM E562 ye uygun olarak otomatik ölçüm yapmalıdır.

3. Yazılım Özellikleri

3.1. Sistemde 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.4'te belirtilen cihazların yazılımı, ayarlar bölümleri dahil tamamen Türkçe ve/veya İngilizce dil seçeneklerine sahip olmalıdır.

3.2. Satıcı, yazılım modülünün tüm kabiliyetlerini ve bu kabiliyetin uluslararası standartlara uygunluğunu teklifinde belirtmelidir.

4. Çevresel Ekipmanlar/Bileşenler

4.1. Kurulum ve operasyon esnasında kullanılacak olan sarf malzemeler sistemle birlikte teslim edilmelidir.

4.2. Sistem ile birlikte sistemin kurulacağı numune hazırlama odası altyapısı ve yardımcı ekipmanları teslim edilmelidir.

4.2.1. Genel Hükümler ve Mahal Gereksinimleri

4.2.1.1. Numune hazırlama odası, Alıcı tarafından EK-1 de belirtilen yerleşim projesine uygun olarak, anahtar teslim esasıyla teşkil edilecektir. Yüklenici, imalata başlamadan önce mahalde ölçü alarak uygulama projelerini (mimari, elektrik, mekanik tesisat ve mobilya yerleşimi) hazırlayacak ve Alıcı onayına sunacaktır. Onaysız imalat yapılamaz.

4.2.1.2. Odanın net iç yüksekliği, büyük ekipmanların (kesme, mikro sertlik, otomatik parlatma sistemleri) güvenli kullanımı ve asma tavan altı tesisat geçişleri dikkate alınarak en az 4,5 m olmalıdır. Mahalin mevcut yapısal kısıtları nedeniyle bu değerin sağlanamaması hâlinde, Yüklenici teklifinde sağlanabilecek net yüksekliği ve gerekçesini sayısal olarak bildirecektir.

4.2.1.3. Oda, mevcut yapı içerisinde iki oda bölmesi arasında oluşturulacak yeni bölme hacmi olarak teşkil edilecek; komşu mahaller ile kot ve cephe birliği sağlanacaktır.

4.2.1.4. İmalat sırasında mevcut laboratuvar faaliyetlerinin kesintiye uğramaması için toz, gürültü ve moloz kontrolü Yüklenici tarafından sağlanacak; işin bitiminde mahal temizlenmiş olarak teslim edilecektir.

4.2.1.5. Tüm imalatlar, yürürlükteki Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve ilgili İş Sağlığı ve Güvenliği mevzuatına uygun olarak gerçekleştirilecektir.

4.2.2. İnşai Uygulamalar ve Bölme Konstrüksiyonu

4.2.2.1. Odayı oluşturacak ana çelik konstrüksiyonun taşıyıcı dikmeleri en az 80x80x2,5 mm kesitinde kutu çelik profilden ve en az 3 sıra olacak şekilde teşkil edilecektir. Taşıyıcı düşey konstrüksiyonlar, zemine çelik dübelli vidalarla sabitlenmeyi sağlayan bağlantı flanşlarına sahip olmalıdır.

4.2.2.2. Taşıyıcı dikmeler arasında en az 60x120x2,5 mm kesitinde çelik profilden yatay taşıyıcı kirişler oluşturulacaktır.

4.2.2.3. Tavan konstrüksiyonu, en az 60x120x2,5 mm kesitinde çelik profillerden, aks aralığı en çok 120 cm olacak biçimde teşkil edilen ara kirişler vasıtasıyla oluşturulacaktır.

4.2.2.4. Tavan konstrüksiyonunu oluşturan ara kirişler, kendi aralarında en az 40x40x2 mm kesitinde çelik profillerle bağlanacaktır.

4.2.2.5. Konstrüksiyonu oluşturan tüm çelik aksam birbirine kaynak ile birleştirilecek; kaynak yüzeyleri temizlendikten sonra tüm çelik yüzeylere antipas astar ve son kat boya uygulanacaktır.

4.2.2.6. Yüklenici, konstrüksiyonun asma tavan, havalandırma kanalları, difüzör/menfezler ve aydınlatma armatürleri dâhil tüm sabit yükleri

güvenle taşıdığını gösteren statik hesap ve uygunluk beyanını teslim dosyasında sunacaktır.

4.2.2.7. Konstrüksiyonun ön cephesi çift taraflı alçıpan panellerle kapatılarak duvar teşkil edilecektir. Alçıpan panellerin her iki yüzeyi epoksi bazlı, temizlenebilir ve silinebilir boya ile kaplanacaktır.

4.2.2.8. Duvar üzerinde en az 110 cm genişliğinde ve 220 cm yüksekliğinde 1 adet alüminyum doğrama kapı yer alacaktır. Kapı anahtarla kilitlenebilir özellikte olmalı ve tahliye yönünde açılmalıdır.

4.2.2.9. Duvar üzerinde ayrıca en az 200 cm genişliğinde ve 200 cm yüksekliğinde 1 adet alüminyum doğrama pencere yer alacaktır.

4.2.2.10. Konstrüksiyonun alt kısmında 60x60 cm ölçülerinde clip-in panellerden asma tavan teşkil edilecektir. Asma tavan, havalandırma menfezlerini, iklimlendirme ünitelerini ve aydınlatma armatürlerini taşıyabilecek sağlamlıkta olmalı ve tesisata erişim için sökülüp takılabilir yapıda olmalıdır.

4.2.2.11. Zemin kaplaması; kimyasallara ve aşınmaya dayanıklı, derzsiz, kaymayı önleyici ve kolay temizlenebilir epoksi esaslı malzemeden teşkil edilecek, duvar birleşimlerinde süpürgelik detayı uygulanacaktır.

4.2.3. Havalandırma ve İklimlendirme

4.2.3.1. Oluşturulacak alan içerisine temiz hava servisi ve kirli hava egzozu sağlayacak havalandırma hattı teşkil edilecektir.

4.2.3.2. Havalandırma sisteminde en az 3 adet 60×60 cm ölçülerinde temiz hava servis difüzörü ve en az 3 adet kirli hava emiş menfezi yer alacaktır. Difüzörler, hava akımının oda içerisinde yer alacak harici koordinat ölçüm makinesi (CMM) ve hassas cihazlar üzerine doğrudan üflememesini sağlayacak biçimde konumlandırılacaktır.

4.2.3.3. Havalandırma sistemi, mahal içerisinde saatte en az 8 hava değişimi (8 ACH) sağlayabilecek kapasitede olmalıdır. Yüklenici, hesaplanan debi değerlerini (m3/h) teklifinde sayısal olarak belirtecektir.

4.2.3.4. Mahal, taze hava/egzoz fonksiyonundan bağımsız olarak sıcaklık ve nemi denetleyebilen ayrı bir iklimlendirme (HVAC/klima) sistemi ile donatılacaktır. Yüklenici, ısı kazanç/kayıp hesabına dayalı soğutma ve ısıtma kapasitesini (kW) teklifinde sayısal olarak belirtecektir. Kapasite; kesme, sıcak bakalite alma, zımparalama ve parlatma cihazlarının iç ısı yükleri ile operatör ve aydınlatma yüklerini karşılayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

4.2.3.5. İklimlendirme sistemi, mahal içerisinde ISO 1'e göre 20 °C referans sıcaklığını sürekli sağlayacak; sıcaklık kararlılığı ≤ ±1 °C/saat ve mekânsal sıcaklık farkı ≤ 0,5 °C/m değerlerini karşılayacaktır.

4.2.3.6. Mahal içerisinde bağıl nem, yoğuşmasız (non-condensing) olacak şekilde %45–60 RH aralığında tutulacak; kısa süreli sapma ≤ ±%10 olacaktır. Gerekli hâllerde nem alma (dehumidifikasyon) fonksiyonu sağlanacaktır.

4.2.3.7. İklimlendirme iç ünite(ler)i yoğuşma suyu drenaj hattına bağlanacak; damlama veya sızıntı riski taşımayacaktır.

4.2.3.8. Havalandırma ve iklimlendirme sistemi, duvara sabitlenecek elektronik kontrol paneli aracılığıyla kullanıcı tarafından kontrol edilecektir. Panel; programlanabilen zamanlayıcı (timer), termostat ve higrostat işlevlerine sahip olacak, gece/gündüz ve hafta içi/hafta sonu senaryolarını destekleyecektir.

4.2.3.9. Havalandırma fanları ve iklimlendirme iç ünitesi kaynaklı gürültü seviyesi, her biri için mahalde 40 dB(A) değerini aşmayacak; sistem çalışır durumdayken kullanıcıları rahatsız edecek gürültü oluşmayacaktır.

4.2.3.10. Numune kesme, zımparalama ve parlatma işlemleri sırasında oluşan partiküllerin uzaklaştırılması için, ilgili cihazların bulunduğu noktalarda lokal emişli aspirasyon sistemleri kurulacaktır.

4.2.3.11. Egzoz hattı, partikül tutucu filtre kademesine sahip olmalı; filtreler kullanıcı tarafından araç gerektirmeden değiştirilebilmelidir. Yedek filtre seti sistemle birlikte teslim edilecektir.

4.2.4. Aydınlatma

4.2.4.1. Genel aydınlatma, clip-in asma tavana monte edilecek 60x60 cm ölçülerinde LED armatürler aracılığıyla sağlanacaktır.

4.2.4.2. LED armatürlerin renk sıcaklığı 5400 K (gün ışığı beyazı) olmalı; aydınlık düzeyi, 0,8 m çalışma düzleminde mahalin her noktasında en az 600 lüks olacak şekilde projelendirilmelidir. Yüklenici, aydınlatma hesabını teklifinde sunacaktır.

4.2.4.3. Aydınlatma kontrolü, alçıpan duvar üzerinde kapı yanında konumlandırılacak anahtarlar vasıtasıyla sağlanacaktır.

4.2.5. Sıhhi Tesisat

4.2.5.1. Laboratuvar tezgâhları ve ekipmanların kullanımında ihtiyaç duyulacak temiz su servisi ve kirli su drenajı için ilgili sıhhi tesisat sıva üstü olarak teşkil edilecektir.

4.2.5.2. Tesisat, projede gösterilen servis/kullanım noktalarına ilgili kaynak noktasından temiz su hatlarında PPRC, atık su hatlarında PVC borular vasıtasıyla çekilecektir.

4.2.5.3. Sıhhi tesisat üzerinde ihtiyaç duyulacak tüm kontrol vanaları, ara musluklar, filtreler ve süzgeçler tesisatla birlikte bütün olarak imal edilecek ve teslim edilecektir.

4.2.5.4. Oda içerisinde soğuk su ve deiyonize su bağlantısı ve bunun için gerekli olan teçhizat sağlanacaktır.

4.2.5.5. Kimyasal atıklar için etiketli ve sızdırmaz atık toplama üniteleri tahsis edilecektir.

4.2.5.6. Kimyasal kullanılan alanların erişim mesafesi içerisinde, TS EN 15154 veya muadili standarda uygun acil göz duşu ve vücut duşu tesis edilecektir. Mahalde ayrıca uygun sınıf ve kapasitede yangın söndürme cihazı bulundurulacaktır.

4.2.6. Elektrik Tesisatı

4.2.6.1. Laboratuvar alanında kurgulanacak elektrik tesisatı, kullanılacak cihaz ve ekipmanların güç ihtiyacını ve güvenliğini karşılayacak yapıda projelendirilmelidir. Tesisat, IEC 60364 ve ilgili ulusal standartlara uygun olacaktır.

4.2.6.2. Elektrik tesisatı, ana elektrik kaynağından servis edilecek hat sonrasında laboratuvarın tüm sistemini kumanda edecek bir dağıtım panosuna sahip olmalıdır.

4.2.6.3. Pano içerisinde sistem güvenliğini sağlayacak kaçak akım röleleri ve kısa devre koruma şalterleri yer almalıdır. Her yüksek güçlü ekipman için ayrı sigorta ve topraklama hattı bulunmalıdır.

4.2.6.4. Oda, trifaze (380-400 V) ve monofaze (220-230 V) enerji hatlarını eş zamanlı desteklemelidir. Elektrik tesisatında en az 2 noktada 380 V 32 A trifaze servis noktası; laboratuvar tezgâhları ve ekipman yerleşim noktalarında 220 V 16 A monofaze şebeke servis noktaları ile 220 V 16 A kesintisiz güç kaynağı (UPS) servis noktaları planlanmalıdır.

4.2.6.5. Tesisatta kullanılacak kablolar en az 3x2,5 mm2 kesitinde, izoleli NYM (antigron) tipi kablo olmalıdır.

4.2.6.6. Tesisat kabloları servis alanlarına en az 50x100 mm ölçülerinde PVC elektrik kablo kanalları içerisinde sıva üstü olarak ulaştırılmalıdır.

4.2.6.7. Elektrik tesisatında kullanılacak tüm prizler en az IP44 koruma sınıfına sahip olmalıdır.

4.2.6.8. Hassas ölçüm ve otomatik parlatma sistemleri için gerilim dalgalanmalarını önleyici regülasyon sağlanacaktır. Bu amaçla en az 10 kVA gücünde kesintisiz güç kaynağı (UPS) tedarik edilecek, sistemde uygun bir konuma yerleştirilecek ve ilgili servis bağlantıları bu konumdan gerçekleştirilecektir. UPS, tam yükte en az 10 dakika besleme süresi sağlamalıdır.

4.2.6.9. Elektrik, havalandırma ve su hatlarında en az %20 kapasite yedeği bırakılmalıdır.

4.2.7. Laboratuvar Tezgâhları ve Çalışma Masaları

4.2.7.1. Laboratuvar tezgâhlarının adet, ölçü ve bileşenleri projede gösterildiği gibi olmalıdır. Tezgâh ölçüleri; bir köşede en az 7,5 m x 90 cm, orta tezgâhta en az 6 m x 1,5 m olmalıdır.

4.2.7.2. Tezgâh çalışma yüzeyleri, en az 16 mm kalınlıkta, kimyasal dayanımlı yüzey filmi ve dekoratif renklendirilmiş kraft kâğıdı laminasyonlu fenolik reçine (kompakt laminant) plakalardan imal edilmelidir.

4.2.7.3. Tezgâhların ana yapısını teşkil edecek konstrüksiyon, en az 30x60x2 mm ölçülerinde çelik profillerden A-çerçeve (A-frame) yapıda teşkil edilmelidir.

4.2.7.4. Konstrüksiyonun her 1 metretülü en az 500 kg statik yük taşıma kapasitesine sahip olmalıdır.

4.2.7.5. Konstrüksiyonu oluşturan çelik profillerin dış yüzeyleri, korozyona karşı koruma amacıyla epoksi bazlı elektrostatik toz boya ile kaplanıp fırınlanmış olmalıdır.

4.2.7.6. Konstrüksiyonun düşey taşıyıcı bileşenlerinin altında, zemine göre yataylık ayarına olanak sağlayan vidalı plastik ayaklar yer almalıdır.

4.2.7.7. Analizlerin yapılacağı çalışma masaları tezgâhlar ile aynı malzemeden imal edilmiş olup en az 3 adet 1,2m x 75 cm ölçülerinde olmalıdır. Tezgâh ve çalışma masalarında kimyasala dayanıklı en az 4 adet laboratuvar sandalyesi tedarik edilmelidir.

4.2.8. Tezgâh Altı Dolaplar ve Saklama Üniteleri

4.2.8.1. Dolapların ölçü, yapı ve adetleri projede gösterildiği gibi olmalıdır.

4.2.8.2. Tezgâh altı dolaplar ve laboratuvar alanı içerisindeki tam boy malzeme dolapları, her iki yüzeyi melamin laminasyonlu en az 18 mm kalınlığında yonga levha malzemeden imal edilmelidir.

4.2.8.3. Yonga levha malzeme, formaldehit salınımı bakımından E1 sınıfı olarak üretilmiş olmalıdır.

4.2.8.4. Dolap bileşenlerinin dışta kalan kesit kenarları, malzeme rengi ile uyumlu en az 0,8 mm kalınlığında PVC kenar bantları ile kapatılmış olmalıdır.

4.2.8.5. Kapaklı dolaplarda kullanılacak menteşeler ve çekmeceli dolaplarda kullanılacak raylar, sessiz ve yavaş kapanmayı sağlayan fren mekanizmalarına sahip olmalıdır.

4.2.8.6. Dolaplarda kullanılacak kulplar 160 mm aks aralığına sahip, epoksi bazlı elektrostatik toz boya ile kaplanıp fırınlanmış alüminyum kulp olmalıdır.

4.2.8.7. Metal numuneler, zımpara-parlatma sarf malzemeleri ve kişisel koruyucu donanımların muhafazası için kimyasallara ve neme dayanıklı, kilitlenebilir saklama üniteleri bulunacaktır. Kişisel koruyucu ekipman ve personel önlük dolapları en az 120 cm genişlikte, 50 cm derinlikte ve 200 cm yüksekliğinde olmalıdır.

4.2.8.8. Tüm dolap ve saklama üniteleri; ergonomik erişim yüksekliğinde, etiketlenebilir ve laboratuvar düzenine entegre edilebilir yapıda olmalı; ileride kapasite artışı veya yeniden yerleşime imkân verecek şekilde modüler tasarım esas alınarak temin edilmelidir.

4.2.9. Laboratuvar Evyeleri ve Muslukları

4.2.9.1. Laboratuvarın ıslak alanlarında kullanılacak evyelerin konumları yerleşim projesinde gösterilecektir. Tezgâhlardan en az birinde evye bulunacaktır.

4.2.9.2. Evyeler en az 400 mm x 400 mm x 250 mm ölçülerinde, polipropilen malzemeden sıcak plastik enjeksiyon kalıp yöntemiyle yekpare olarak üretilmiş, laboratuvar standartlarına uygun olarak kimyasallara ve 80 derece sıcaklıktaki suya dayanıklı olacaktır.

4.2.9.3. Evyeler tezgâh çalışma yüzeylerine alttan montajlı olarak, montaj kenarlarından sızma olmayacak şekilde gerekli izolasyonlar sağlanmış hâlde monte edilecektir.

4.2.9.4. Evyelerle birlikte aynı malzemeden imal süzgeç, taşmalık borusu ve gider bağlantı ekipmanları teslim edilecektir.

4.2.9.5. Laboratuvar musluklarının ana gövdesi ve bileşenleri korozyona dirençli pirinç malzemeden imal olacak; tüm metal yüzeylerin dış yüzü epoksi bazlı enamel ile kaplanmış olacaktır. Musluk volanları polipropilen malzemeden imal ve EN 13792 standardına göre etiketlenmiş olacaktır.

4.2.9.6. Laboratuvar muslukları soğuk su için tek giriş ve çift çıkış özelliğine sahip olacaktır.

4.2.10. Kimyasal Madde Dolabı

4.2.10.1. Kimyasal madde dolabı en az 120 cm genişlikte, 50 cm derinlikte ve 200 cm yüksekliğinde olmalıdır. Kimyasal dağlama ve temizlik reaktifleri bu dolaplarda depolanacaktır.

4.2.10.2. Dolabın gövde, kapak ve raf bileşenleri korozyona karşı dayanıklı malzemeden imal edilmiş olmalıdır.

4.2.10.3. Dolaplar iç kısımlarında nem ve kimyasal buhar geçişini engelleyici ikincil bir kompozit katmana sahip olmalıdır.

4.2.10.4. Dolap kapakları 270 derece açılabilir özellikte, harici menteşeli yapıda olmalı; anahtarlı merkezi kilitleme sistemine ve temiz hava giriş menfezlerine sahip olmalıdır.

4.2.10.5. Dolapların içerisinde en az 4 adet çekmeceli tava raf sistemi yer almalıdır. Tava raflarda sızan veya dökülen kimyasalların toplanması için gerekli izolasyon sağlanmış olmalıdır.

4.2.11. Çeker Ocak

4.2.11.1. Numune hazırlama odası içerisine, dağlama işlemlerinin güvenle yapılabilmesi için bir adet çeker ocak temin edilecektir. Çeker ocağın iç genişliği en az 150 cm, yüksekliği en az 220 cm olacak şekilde tasarlanmış olup; asit, baz ve solvent buharlarına dayanıklı iç yüzey kaplamasına sahip olmalıdır. Gövde ve iç yapı malzemeleri, laboratuvar kimyasallarına karşı korozyon dayanımı yüksek malzemelerden imal edilmelidir.

4.2.11.2. Çeker ocak, ayarlanabilir ön cam (sürgülü sarj) sistemine sahip olmalı; çalışma açıklığında ortalama yüzey hava hızı en az 0,5 m/s olacak şekilde homojen hava akışı sağlamalıdır. Sistem, mevcut laboratuvar havalandırma altyapısına entegre edilebilir olmalıdır.

4.2.11.3. Çeker ocak, TS EN 14175 standardına veya muadili uluslararası standartlara uygun olmalı; aydınlatma, elektrik prizleri ve güvenli çalışma için gerekli donanımlar (damlama tepsisi, kimyasal dayanımlı çalışma yüzeyi vb.) ile birlikte teslim edilmelidir.

4.2.12. Yardımcı Ekipmanlar

4.2.12.1. Numune ve ekipman temizliği amacıyla temin edilecek ultrasonik temizleyici; en az 100 W ısıtma gücüne, 120 W ultrasonik çıkış gücüne ve en az 3 litre tank kapasitesine sahip olmalıdır. Cihaz, 0-80 C aralığında ayarlanabilir ısıtma fonksiyonu içermeli; temizleme süresi ayarları cihaz üzerindeki dijital kontrol paneli üzerinden hassas ve tekrarlanabilir şekilde yapılabilmelidir.

4.2.13. Uyum, Modülerlik ve Teslim Belgeleri

4.2.13.1. Tüm altyapı; ISO 9001 (kalite), ISO 45001 (iş sağlığı ve güvenliği) ve ISO 14001 (çevre) prensipleriyle uyumlu olmalı; ileride eklenebilecek robotik parlatma veya ileri karakterizasyon ön hazırlık sistemlerini destekleyecek şekilde modüler tasarlanmalıdır.

4.2.13.2. Yüklenici, tamamlanan tesisata ilişkin as-built (uygulama sonrası) mimari, elektrik ve mekanik tesisat projelerini; havalandırma debi ölçüm raporunu, aydınlık düzeyi ölçüm raporunu, topraklama ve kaçak akım rölesi test raporlarını geçici kabul öncesinde Alıcıya teslim edecektir.

4.2.13.3. Bu bölümde tanımlanan tüm inşai imalatlar, tesisat ve mobilyalar, ihale bedeline dâhil olup ayrıca bedel talep edilemez.

5. Elektriksel Özellikler

5.1. Cihazların güç kaynağı 220/380V ±%10, frekansı ise 50-60 Hz yapısına sahip olmalıdır.

6. Garanti ve Teknik Destek

6.1. Sistem ve çevresel ekipmanlar dahil tüm sistemin paketlenmesi, nakli ve sigortalanması ile ilgili tüm maliyetler Yükleniciye aittir.

6.2. Sistem çalışır vaziyette teslim edildikten itibaren en az 2 yıl (24 ay) süreyle tam garanti kapsamında olmalıdır.

6.3. Sistem ve çevresel ekipmanların işletime alınmasından sonra garanti süresi boyunca bakım servisi sağlanmalı, değişmesi gereken yedek ve eskimesi muhtemel parçaları da içine almalıdır.

6.4. Taşıma, paketleme ve bununla ilgili sigorta işlemleri Gazi Üniversitesinin Ankara'da bildireceği adrese yapılacaktır.

6.5. Satıcı verdiği yazılımları süresiz olarak sunmalıdır. Kullanım süresi boyunca güncelleme sağlanmalıdır.

6.6. Gerekli ekipman, yedek parça, sarf malzemesi, teknik servis ve destek; ürünün ticari ömrü tamamlanmadıkça Satıcı tarafından sağlanmalıdır.

7. Kabul Testleri ve Proses İçi Testler

7.1. Satıcı, sistem için uluslararası düzenlemelere uygun muayene programını teklifte bildirmelidir.

8. Montaj, Bakım-Onarım ve Yedek Parçalar

8.1. Tüm sistem için önerilen bir yedek parça listesi, alıcının tesisindeki kabul testlerinden 12 hafta önce alıcıya sağlanmalıdır. Bu liste, tüm sistem için alıcı tarafından stoklanmasını sağlayacak yedek parçaları önerir. Bu liste aşağıdaki bilgileri içermelidir:

a) Parça Numarası – OEM (Orijinal Ekipman Üreticisi) ve satıcısı

b) Satıcı fiyatı ve toplam paket fiyatı

c) Birim ve/veya toplam olarak önerilen miktarlar.

8.2. Satıcı, numune hazırlama sistemiyle birlikte bakım aralıklarını (günlük, haftalık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık gibi) ve yöntemlerini kontrol listeleriyle birlikte ayrıntılı olarak sağlamalıdır.

8.3. Tüm bakım prosedürleri bakım personeli için herhangi bir rehberlik ya da teknik destek gerektirmeyecek şekilde baştan sona adım adım, açıklayıcı görsellerle anlatılmış şekilde (elektronik ortamda hazırlanmış video, elektronik dokümanlarla desteklenmiş olarak) ayrıntılı ve kapsamlı olmalıdır.

8.4. Satıcı, tüm sistem yerleşim boyutlarını ve kurulum/zemin hazırlığı, yapı şartları ve diğer gereksinimler ile ilgili ihtiyaçları teklifte sunacaktır.

8.5. Sistemin işletime alınması sırasında, satıcı aşağıdakiler dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, operatör hata riskini ortadan kaldırmak için ayrıntılı olarak uygun işletme ve bakım prosedürlerini sağlamalıdır.

- Uygun olmayan ekipmanın kullanılması,
- Bileşenlerin hatalı montajı veya yeniden montajı,
- Yetersiz tamir ve modifikasyonları da içeren kötü bakım,
- Sistemleri korumak veya onarmak için yanlış araç veya gereçlerin kullanılması,
- Sistemlerin yanlış kullanılması.

8.6. Satıcı, bakım ve süreçlerle ile ilgili detaylı ve kapsamlı sorun giderme bilgilerini sağlamalıdır (en az 1 basılı kopya ve 1 elektronik kopya ile baştan itibaren adım adım, fotoğraflar ve çizimlerle gösterilen). Sistemle birlikte verilecek olan sorun giderme kılavuzlarının aşağıdaki maddelerden hangilerini kapsadığı teklifte belirtilmelidir:

- Her bir alarm ve hata mesajı
- Olası problemlerin tespiti ve kontrol altına alınma yöntemi
- Problemlerin çözümleri
- Sistemin sıfırlanması (resetlenmesi)
- Yapılması gereken periyodik testler

8.7. Satıcı, sistemin varsa sıklıkla değişmesi gereken kritik bileşenlerini ve bu bileşenlerin malzeme/alaşım tipini teklifinde belirtmelidir.

8.8. Kurulum, sistemsel ve çevresel ekipmanları, ihale bedeli dahilinde satıcı firma tarafından gerçekleştirilecektir. Alıcı, istekli talepte bulunursa ihale tarihinden önce kurulum yapılacak yerin planlarını verecektir.

8.9. Kurulum için gerekli malzemeler yüklenici tarafından sağlanacaktır.

8.10. Sistemin kurulumu, çalıştırılması ve çalışır vaziyette teslim edilmesi yüklenici firmaya aittir.

8.11. Kurulum sırasında ihtiyaç duyulursa vinç, forklift, transpalet vb. araçlar yüklenici tarafından sağlanmalıdır. Alıcının üstlenmesi gereken kurulum işlemleri teklifte bildirilmelidir.

8.12. Kurulum sırasında oluşabilecek yükleniciden kaynaklı her türlü hasar yüklenici firmaya aittir ve garanti kapsamında olmalıdır. Oluşan kusur proje planını etkilemeyecek şekilde en geç bir ay içerisinde giderilmelidir.

9. Eğitim

9.1. Sistem tesliminde; yerinde sistem operasyonu ve bakım onarım eğitimleri en az 6 kişi için olmalıdır.

9.2. Eğitim, malzemelerin teslimat adresinde gerçekleştirilir. Tüm eğitim materyalleri tedarikçi tarafından sağlanır.

9.3. Eğitim notları ayrıca elektronik ortamda teslim edilmelidir.

9.4. Eğitimlerin içerikleri, süresi ve eğitilecek personelin kazanacağı kabiliyetler teklifte açıkça belirtilmelidir.

9.5. Eğitimin başlangıç tarihi her iki tarafın da (alıcı ve satıcı) belirlediği ortak bir zamanda gerçekleştirilmelidir.

10. Dokümantasyon ve Belgeleme

10.1. Cihaz ve ekipmanlarına dair tüm kullanma kılavuzları ve talimatlar sistemle birlikte teslim edilmelidir.

10.2. Tüm cihaz el kitapları, eğitim belgeleri vb. Türkçe ve/veya İngilizce olacaktır.

10.3. Cihazlar periyodik olarak kalibre etmek üzere kalibrasyon prosedürleri/manuelleri ve her bir aletin kalibrasyon sertifikası kurulumdan önce satıcı tarafından verilmelidir. Satıcı kalibre edilemeyen aletleri, cihazları listesiyle ve detaylarıyla teklifte bildirmelidir.

10.4. Satıcı teklif edilen sistemde kullanılan tüm donanım, teçhizat ve kontrol cihazının markasını ve modelini teklifle birlikte verecektir.

10.5. Sistem, diğer tüm alt sistemler ve diğer tüm yardımcı ekipmanlar CE belgesine sahip olmalıdır.

10.6. Cihaz prototip olmamalıdır. Aynı model için en az 5 referans bilgisi verilmelidir.

10.7. Satıcı, teklif ettiği makine/ekipmanlara ilişkin olarak üretici firma tarafından yetkilendirilmiş satıcı, bayi veya distribütör olduğunu gösteren geçerli yetki belgesini/yazısını teklif dosyası kapsamında sunmalıdır. Söz konusu belge, teklif edilen marka ve modeli kapsamalı ve teklif tarihi itibarıyla geçerli olmalıdır.

EK-1 – Numune Hazırlama Sistemi Yerleşim Taslak Planı

Gazi Üniversitesi Eklemeli İmalat Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi (EKTAM)

Lazer Toz Beslemeli Yönlendirilmiş Enerji ile Biriktirme (DED) Sistemi Teknik Şartnamesi

Şartname No/Tarih: DB.S.25 / 31.07.2026

Hazırlayanlar:

Dr. Öğr. Üyesi Alkım AYDIN

Öğr. Görevlisi Pınar URHAL

Onaylayanlar:

Prof. Dr. Hacı Bekir ÖZERKAN

Prof. Dr. Oğuz TURGUT

Prof. Dr. Tuncay KARAÇAY

LAZER TOZ BESLEMELİ YÖNLENDİRİLMİŞ ENERJİ İLE BİRİKTİRME (DED) SİSTEMİ TEKNİK ŞARTNAMESİ

1. Kapsam

1.1. Bu şartname; lazer toz beslemeli Yönlendirilmiş Enerji ile Biriktirme (Directed Energy Deposition, DED) esaslı metal eklemeli imalat sisteminin üretimi, performansı, testi, muayenesi ve tedarikine ilişkin gereksinimleri açıklar.

1.2. Bu şartnamede geçen "Sistem", "Cihaz", "Makine" terimleri; lazer kaynağı, optik ve biriktirme kafası, hareket sistemi ve kontrolcüleri, proses odası, inert gaz devridaim/saflaştırma sistemi, toz besleme sistemi, proses izleme sistemi, kapalı çevrim soğutma suyu sistemi (chiller), filtrasyon/duman emme sistemi, elektrik kaynağı, mekanik sistemler ve tüm ara bağlantılar da dahil tamamen işlevsel bir DED ünitesinin bulundurduğu her şeyi ifade eder.

1.3. Bu şartnamede kullanılan "Alıcı" terimi Gazi Üniversitesi'ni, "Üretici" terimi cihazın üreticisini, "Satıcı" veya "Yüklenici" terimleri, cihazın alımı için gerçekleştirilen ihaleyi kazanan, cihazı ithal eden, son montajı yapan, testlerini gerçekleştiren firmayı ifade eder. Testlerin gerçekleştirilmesi ve kontrolü için yüklenici firma uluslararası akredite firmalar ile çalışabilir ve kurulum sırasında altyükleniciler ile çalışabilir. Alıcıya karşı tüm sorumluluk yüklenicide olacaktır.

1.4. Bu şartnamede tanımlandığı şekilde Sistem tasarımı, üretimi, performansı, test ve güvenilirliği konusunda Satıcı tarafından genel bir sorumluluk kabul edilecektir. Bu sorumluluk, kurulum süresince gereken teknik desteğin sağlanmasından başlayarak cihazın garanti süresi boyunca devam edecektir. Satıcı, altyüklenicilerden tedarik ettiği tüm alt ekipman ve sistemlerin performansı için sorumlu olacaktır. Satıcı, teklifte belirtilen tüm gereksinimlerin karşılandığına dair sayısal verileri üretici onaylı sağlamak durumundadır. Altyüklenicilerin herhangi bir alt sistem kullanması durumunda alt sistemlerin gereklilikleri karşıladığına dair tüm kontrol, test ve kabul işlemleri satıcı tarafından yapılacaktır ve sayısal veriler alıcıya verilecektir ve garantilerinden sorumlu olacaktır. Satıcı, herhangi bir durumda sevkiyat öncesi tespit edilen uygunsuzlukları, teslim tarihini etkilemeden düzeltme sorumluluğunu kabul eder.

1.5. Satıcı, bu şartnamedeki bütün kalemleri ve maddeleri teklifinde tek tek belirtir. Her madde ve paragraf "teknik şartnameye cevap" dokümanında teker teker yazılarak uygunlukları açıklanır. Ek açıklamalar ve sayısal bir değer gerektiren her kriter için önerilen sayısal değerler verilir. Teknik şartnameye cevapta her bir madde için yalnızca "Uygun" veya "Uygun Değil" yazılması kabul edilmez.

1.6. Sistem; araştırma, geliştirme, onarım, kaplama ve fonksiyonel kademeli malzeme (FGM) üretimi amaçlı kullanılacağından, tüm proses parametrelerine (lazer gücü, tarama hızı, toz besleme debisi, gaz debileri vb.) kullanıcı tarafından serbest okuma ve yazma erişimi sağlanmalıdır; parametreler kapalı veya şifreli olmamalıdır. Kullanıcılar yeni malzeme ve alaşımları serbestçe kalifiye edebilmelidir.

2. DED Sistemi Genel Özellikleri

2.1. Genel Yapı ve Mimari

2.1.1. Sistem; lazer toz beslemeli DED (DED-LB/Toz; LMD/LENS/DMT ve eşdeğeri) prensibi ile metal parça üretimi, mevcut parçalar üzerine özellik ekleme, onarım, kaplama ve fonksiyonel kademeli malzeme (FGM) üretimi yapabilmelidir. Terminoloji ve süreç tanımları ISO/ASTM 52900 ve ASTM F3187 standartları ile uyumlu olmalıdır.

2.1.2. Sistem; kartezyen (gantri/CNC) veya robotik kol esaslı mimaride olabilir. Her iki durumda da bu şartnamede belirtilen çalışma hacmi, hassasiyet ve eş zamanlı eksen hareket gereksinimleri karşılanmalıdır. Satıcı, sistem mimarisini, dış boyutlarını (en x boy x yükseklik), toplam ağırlığını ve kurulum için gerekli minimum alan ile temel/zemin gereksinimlerini teklifinde açıkça belirtmelidir.

2.1.3. Sistemin taşıyıcı şasi ve dış gövde yüzeyleri, EN ISO 12944-2 kapsamında en az C3 korozyon kategorisine uygun bir koruyucu kaplama sistemi (EN ISO 12944-5) ile korunmuş olmalıdır. Toz, inert gaz ve proses atmosferi ile temas eden tüm yüzeyler (proses odası iç yüzeyleri, toz hazneleri, toz iletim hatları ve gaz devridaim hattı bileşenleri) AISI 304/316 paslanmaz çelik veya eşdeğer korozyon direncine sahip malzemeden imal edilmiş olmalıdır. Bu yüzeylerde, işlenen alaşımlarla reaksiyona girebilecek veya kontaminasyona yol açabilecek malzeme (kaplamasız bakır, çinko, kurşun esaslı alaşımlar vb.) ve imalattan kalan yağ/kesme sıvısı kalıntısı bulunmamalıdır. Satıcı, temas eden yüzeylerin malzeme listesini teklifinde beyan etmelidir. Sistemin taşıyıcı yapısı; azami eksen hızı ve ivmelenme koşullarında dahi, Madde 2.3.4'te belirtilen konumlama tekrarlanabilirliğini bozacak titreşim veya elastik deformasyon oluşturmayacak rijitlikte olmalıdır. Sistemin çalışma hız aralığında rezonans oluşmamalı; biriktirme kafası ile iş parçası arasında bağıl titreşimden kaynaklanan yüzey izleri (chatter) meydana gelmemelidir. Sistem ve çevresel ekipmanlarda kırık, çatlak, ezik, boya hatası (boya dökülmesi, kabarması, akması vb.) ve paslanma gibi kusurlar bulunmamalıdır. Tüm bileşenler çalışma ve servis ömrü boyunca korozyona dayanacak şekilde tasarlanmalı ve korunmalıdır.

2.1.4. Proses odasına parça yükleme/boşaltma için ana erişim kapısı bulunmalı; büyük parçaların ve altlıkların (substrat) güvenli şekilde yüklenmesine imkân verecek erişim (geniş kapı, sürgülü kapı, açılır tavan veya eşdeğeri) sağlanmalıdır. Satıcı erişim ölçülerini teklifinde belirtmelidir. Oda atmosferini bozmadan parça yükleme ve boşaltmasına imkân veren ara oda (antechamber/pass-through) ve/veya eldivenli erişim (glove port) bulunması durumunda satıcı bunları ölçüleriyle teklifinde belirtmelidir.

2.1.5. Sistem tasarımı ve üretimi, cihazın uzun süreli kesintisiz kullanımına (haftanın 7 günü 24 saat) imkân sağlayacak yapıda olmalıdır. Sistemin bileşenleri birbiri ile uyumlu olarak sürekli çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

2.1.6. Sistem; filtreler, erişim panelleri, kapılar, kontrol noktaları vb. tüm yardımcı ekipmanlarıyla birlikte, bakımının ve temizliğinin kolay, normal operatör fonksiyonları kategorisine giren ayarlama ve servis işlemlerinin herhangi bir bakım personelinin yardımı olmadan yapılabileceği şekilde tasarlanmış olmalıdır. Ana elektriksel bağlantı

kesme şalteri ve tüm yardımcı kapatma vanaları operatörün kullanımına uygun, kolay erişilebilir şekilde yerleştirilmelidir.

2.1.7. Sistem üzerinde firmanın adı, makinenin modeli, seri numarası, üretim yılı ve lazer güvenlik sınıfı bilgilerini içeren kalıcı bir isim plakası bulunmalıdır. Tüm elektrikli, pnömatik ve optik ana bileşenler, bulundukları yerin yakınına kalıcı olarak monte edilmiş etiketlerle etiketlenmelidir.

2.1.8. Kontrol sistemi; tesis hizmetlerinden herhangi birinin (elektrik, gaz, soğutma suyu) kaybı durumunda veya operatör tarafından yanlış parametre girişi veya iç kontrol arızası nedeniyle sistemin (lazer, optik, hareket sistemi ve iş parçası dahil) zarar görmeyeceği şekilde tasarlanmalıdır.

2.1.9. Elektrik kesintisi durumunda sistem güvenli duruma geçmeli; lazer emisyonu derhal kesilmeli, gaz vanaları güvenli konuma gelmeli ve proses odası atmosferi mümkün olduğunca korunmalıdır. Güç geri geldiğinde sistem operatör onayı olmadan otomatik olarak yeniden başlamamalıdır. Kesinti sonrası yarım kalan işin kaldığı yerden devam ettirilebilmesine ilişkin kabiliyet varsa satıcı teklifinde belirtmelidir. Kontrol sistemi ve kritik bileşenler için kesintisiz güç kaynağı (UPS) gereksinimi varsa teklifinde belirtilmeli ve gerekli UPS sistemle birlikte verilmelidir.

2.1.10. Cihaz prototip olmamalıdır. Teklif edilen model ile aynı veya aynı ürün ailesinden sistemler için en az 5 (beş) referans bilgisi (kurum, ülke, kurulum yılı) verilmelidir.

2.2. Lazer Kaynağı ve Optik Sistem

2.2.1. Sistem, sürekli dalga (CW) fiber lazer kaynağına sahip olmalıdır. Lazer çıkış gücü en az 2.000 W (2 kW) olmalıdır. Satıcı; lazer marka/model, dalga boyu (nominal 1.000-1.100 nm aralığında), fiber çapı ve ışın kalitesi (BPP) değerlerini üretici test raporu ile teklifinde belirtmelidir.

2.2.2. Lazer gücü, proses sırasında yazılım üzerinden kademesiz olarak ayarlanabilmelidir. İş parçasına ulaşan gerçek lazer gücünün periyodik doğrulanmasına imkân veren yöntem (harici güç ölçer ve/veya dahili güç izleme) teklifinde açıklanmalıdır ve güç ölçer sistemi cihaz ile birlikte tedarik edilmelidir.

2.2.3. Sistem, farklı uygulamalar (ince detay biriktirme, geniş alan kaplama vb.) için birden fazla lazer spot çapı ile çalışabilmelidir. Spot çapı; otomatik/motorize zum optiği ile ayarlanabilir olmalı veya en az 3 (üç) farklı spot çapını sağlayan optik/nozul konfigürasyonları sistemle birlikte verilmelidir. Satıcı, sağlanan spot çapı değerlerini ve değişim yöntemini teklifinde belirtmelidir.

2.2.4. Biriktirme kafası (deposition head), toz beslemenin lazer eksenine koaksiyel veya çok jetli (multi-jet) düzende yapıldığı, yön bağımsız biriktirmeye imkân veren yapıda olmalıdır. Nozul ve koruyucu cam/lens gibi aşınan optik bileşenler kullanıcı tarafından, özel alet gerektirmeden veya standart el aletleri ile değiştirilebilir olmalıdır.

2.2.5. Yüksek yansıtıcılığa sahip malzemelerin (alüminyum, bakır alaşımları vb.) işlenebilmesi için lazer kaynağı geri yansıma koruması (anti-back reflection) özelliğine sahip olmalı veya eşdeğer koruma sağlanmalıdır.

2.2.6. Lazer ve optik sistemin soğutulması için gerekli kapalı devre su soğutma ünitesi (chiller) sistemle birlikte verilmelidir. Satıcı; chiller kapasitesini, adedini, marka/modelini ve soğutma suyu (deiyonize su vb.) nitelik ve ilk dolum miktarını teklifinde belirtmelidir.

2.2.7. Optik yol üzerindeki bileşenler (kolimatör, odaklama optiği, koruyucu cam) toz ve duman kontaminasyonuna karşı korunmalı; koruyucu cam kirliliğinin proses kalitesine etkisini sınırlamak amacıyla koruyucu cam durumu izlenebilir olmalı veya değişim aralığı önerisi bakım dokümantasyonunda yer almalıdır.

2.2.8. Sistem, Madde 2.2.1'de tanımlanan kızılötesi (IR) fiber lazer kaynağına ilave olarak, yüksek yansıtıcılığa sahip malzemelerin (bakır ve bakır alaşımları, alüminyum alaşımları, değerli metaller) verimli şekilde işlenebilmesi amacıyla nominal 445–460 nm dalga boyu aralığında çalışan sürekli dalga (CW) mavi diyot lazer kaynağı ile birlikte teslim edilmelidir. Mavi lazer kaynağının çıkış gücü en az 2.000 W (2 kW) olmalıdır. Satıcı; kaynağın marka/modelini, nominal dalga boyunu, çıkış gücünü, ışın kalitesini (BPP) ve iş parçası üzerindeki odak spot çapını teklifinde belirtmelidir.

2.2.9. Her iki lazer kaynağı da aynı makine platformu, aynı hareket sistemi, aynı proses odası ve aynı toz besleme sistemi üzerinden kullanılabilmelidir. İkinci kaynağın kullanımı için ilave bir tezgâh, ayrı bir proses odası veya sistemin yeniden konumlandırılması gerekmemelidir.

2.2.10. Lazer kaynaklarının tercihe göre anlık kullanımı için kaynaklar arası geçiş; kullanıcı seviyesinde, servis müdahalesi ve optik hizalama (alignment) işlemi gerektirmeden yapılabilmelidir. Geçiş; (a) yazılım üzerinden seçilebilen fiber optik anahtarlama (optical switch / fiber-to-fiber coupler) yoluyla veya (b) otomatik/hızlı bağlantı düzenine sahip ayrı biriktirme kafalarının değiştirilmesi yoluyla sağlanabilir. Satıcı, uyguladığı yöntemi ve kaynak değişimi için gereken toplam süreyi teklifinde beyan etmelidir; bu süre 60 dakikayı geçmemelidir.

2.2.11. Kontrol yazılımı, aktif lazer kaynağını otomatik olarak tanımalı ve sistem konfigürasyonunu (güç ölçeklendirmesi, güvenlik parametreleri, izleme sistemi ayarları ve ilgili malzeme/parametre kütüphanesi) seçilen kaynağa göre otomatik olarak uyarlamalıdır. Yanlış kaynak–parametre eşleşmesi ile proses başlatılması yazılım tarafından engellenmeli ve kullanıcı uyarılmalıdır. Aktif kaynak bilgisi, proses veri kayıtlarına (Madde 2.6.4) yazılmalıdır.

2.2.12. Emniyet kilitleme sistemi, herhangi bir anda yalnızca bir lazer kaynağının emisyon yapmasına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Sistemin eş zamanlı hibrit (IR + mavi) çalışma kabiliyeti bulunması durumunda, satıcı bu kabiliyeti, kullanım koşullarını ve ilgili emniyet önlemlerini teklifinde ayrıca belirtmelidir.

2.2.13. Sistemin lazer güvenlik muhafazası, gözlem pencereleri ve tüm koruyucu bileşenleri, her iki dalga boyu için de (nominal 1.030–1.080 nm ve 445–460 nm) EN 60825-1 kapsamında Sınıf 1 koşulunu eş zamanlı olarak sağlamalıdır. Sistemle birlikte verilecek lazer güvenlik gözlükleri (Madde 2.7.8) her iki dalga boyunu kapsayan koruma seviyesine (EN 207) sahip olmalıdır. Gözlem penceresi ve koruyucu camların her iki dalga boyu için zayıflatma (OD) değerleri en az +OD6 seviyesinde olmalı ve teklifinde belgelendirilmelidir.

2.2.14. Ergiyik havuzu izleme sistemi (Madde 2.6.1) ve kapalı çevrim kontrol (Madde 2.6.2), her iki lazer kaynağı ile de çalışabilir olmalıdır. İzleme sisteminin optik filtreleri, mavi lazer emisyonu altında da geçerli ölçüm yapılmasına imkân verecek şekilde seçilmiş veya kullanıcı tarafından değiştirilebilir olmalıdır. Satıcı, izleme sisteminin her iki dalga boyundaki geçerliliğini teklifinde açıklamalıdır.

2.3. Hareket Sistemi ve Eksenler

2.3.1. Sistemin net çalışma (biriktirme) hacmi en az X: 800 mm, Y: 600 mm, Z: 600 mm değerlerine eşit veya daha büyük olmalıdır. Robotik mimaride eşdeğer çalışma zarfı (en az Ø800 x 600 mm) kabul edilir; satıcı çalışma zarfını ölçüleriyle teklifinde belirtmelidir.

2.3.2. Sistem en az 5 (beş) eksen hareket kabiliyetine sahip olmalı (en az 3 doğrusal + 2 döner eksen veya eşdeğer robotik eksen yapısı) ve eş zamanlı (simultane) 5 eksen biriktirme yapabilmelidir. Eş zamanlı 5 eksen kabiliyeti hem donanım hem CAM yazılımı tarafında desteklenmelidir; destek yapısız veya azaltılmış destekli eğimli/serbest form geometrilerin üretimi mümkün olmalıdır.

2.3.3. Sistem ile birlikte döner-eğme (rotary-tilt) tabla veya trunnion verilmelidir. Döner eksen 360° sürekli dönebilmeli, eğme ekseni en az 90° hareket aralığına sahip olmalıdır. Döner-eğme tablanın yük kapasitesi en az 100 kg olmalıdır. Satıcı; tabla/aparat çapını, bağlama düzenini (T-kanal vb.) ve konumlama doğruluğunu teklifinde belirtmelidir.

2.3.4. Doğrusal eksenlerin konumlama tekrarlanabilirliği en fazla ±0,05 mm olmalıdır. Satıcı, tüm eksenler için konumlama hassasiyeti, tekrarlanabilirlik ve azami eksen hızı değerlerini üretici verisi ile teklifinde belgelendirmelidir.

2.3.5. Sistem, cihazın manuel kontrolünü sağlayan el kumandası (joystick/HMI) ile eksenlerin elle hareket ettirilmesine, hız ayarına ve iş parçası sıfır noktası (work origin) tanımlanmasına imkân vermelidir. El kumandası üzerinde acil durdurma butonu bulunmalıdır.

2.3.6. Hareketli eksenlerin tahrik elemanları, kılavuz vidalar, kızak ve raylar vb elemanlar; toz, çapak ve diğer yabancı maddelerden gelebilecek hasarı önlemek için uygun körük/koruma elemanları ile korunmalıdır. Sistemde otomatik veya periyodik yağlama düzeni bulunmalı; yağlama gereksinimleri bakım dokümantasyonunda belirtilmelidir.

2.3.7. Çalışma tablası/altlık bağlama düzeni, farklı boyutlardaki altlık plakaların tekrarlanabilir şekilde bağlanmasına uygun olmalıdır. Sistem ile birlikte en az 10 (on) adet paslanmaz çelik (316L veya eşdeğeri), 5 adet nikel (Inconel 718) ve 5 adet titanyum (Ti6Al4V) altlık plakası verilmelidir; plaka ölçüleri satıcı tarafından teklifinde belirtilmelidir.

2.4. Proses Odası ve İnert Atmosfer

2.4.1. Biriktirme işlemi, kapalı ve sızdırmaz bir proses odası içerisinde inert atmosfer (argon) altında gerçekleştirilebilmelidir. Sistem; titanyum ve alüminyum alaşımları gibi atmosferik gazlara affinitesi yüksek, reaktif malzemelerin güvenli ve oksidasyonsuz işlenmesine uygun olmalıdır.

2.4.2. Proses odası oksijen seviyesi en az 100 ppm ve altına düşürülebilmeli; oksijen seviyesi kalibre edilebilir sensör(ler) ile sürekli izlenebilmeli ve kayıt altına alınabilmelidir.

Ayarlanan oksijen eşiğinin aşılması durumunda sistem operatörü sesli ve ışıklı olarak uyarmalı ve isteğe bağlı olarak prosesi güvenli şekilde duraklatabilmelidir. Satıcı; ulaşılabilen minimum O2 seviyesini ve boş odada hedef seviyeye (≤100 ppm) ulaşma süresini teklifinde belirtmelidir.

2.4.3. Sistem, inert gaz tüketimini azaltmak amacıyla kapalı çevrim gaz devridaim ve saflaştırma (purifier/gas recirculation) sistemine sahip olmalıdır. Saflaştırma sisteminin filtre ve rejenerasyon gereksinimleri (rejenerasyon gazı dahil) teklifinde belirtilmelidir.

2.4.4. Satıcı; kullanılacak argon gazının saflık derecesini ve Madde 7'de tanımlanan referans kabul çevrimi (benchmark baskı) için tahmini toplam argon tüketimini teklifinde belirtmelidir. Ayrıca tipik bir çalışma saati başına ortalama argon tüketimi (devridaim sistemi devrede iken) beyan edilmelidir.

2.4.5. Proses odası; işlem sırasında oluşan duman, metal buharı ve partiküllerin uzaklaştırılması için filtrasyonlu duman emme (fume extraction) sistemine sahip olmalıdır. Filtreler kullanıcı tarafından, tozla teması asgari düzeye indirecek şekilde güvenli olarak değiştirilebilir olmalıdır. Filtre tipi, sınıfı ve tahmini değişim sıklığı teklifinde belirtilmelidir.

2.4.6. Proses odası; işlem sırasında ergiyik havuzunun ve biriktirme bölgesinin gözlemlenmesine imkân veren lazer güvenlik camlı gözlem penceresi ve/veya proses odası kamerası ile donatılmış olmalı; oda içi yeterli aydınlatmaya (en az 500 lux) sahip olmalıdır.

2.4.7. Proses odası iç yüzeyleri ve toz temas eden bölgeler, malzeme değişimlerinde çapraz kontaminasyonun önlenmesine imkân verecek şekilde kolay temizlenebilir olmalıdır. Satıcı, malzeme değişim/temizlik prosedürünü ve tahmini süresini teklifinde belirtmelidir.

2.5. Toz Besleme Sistemi

2.5.1. Sistem ile birlikte en az 2 (iki) bağımsız toz haznesine sahip toz besleme sistemi verilmelidir. Toz besleme sistemi, ilave hazne/besleyici eklenmesine uygun modüler yapıda olmalıdır; genişletilebilir minimum 4 hazne olmakla birlikte maksimum sayısı teklifinde belirtilmelidir.

2.5.2. Toz besleme debisi hassas ve tekrarlanabilir şekilde ayarlanabilmeli ve proses sırasında kontrol edilebilmelidir. Satıcı; ayarlanabilir toz besleme debi aralığını (g/dk), debi kontrol yöntemini (gravimetrik/volümetrik, kapalı çevrim vb.) ve debi tekrarlanabilirliğini teklifinde belirtmelidir.

2.5.3. Sistem, farklı hazne içeriklerinin eş zamanlı ve oransal beslenmesi yoluyla çok malzemeli (multi-material) biriktirme ve fonksiyonel kademeli malzeme (FGM) üretimini desteklemelidir. Karışım oranı proses programı içerisinden tanımlanabilir ve proses sırasında değiştirilebilir olmalıdır.

2.5.4. Sistem, metal eklemeli imalatta yaygın kullanılan küresel morfolojiye sahip, 45-150 µm tane boyut aralığındaki metal tozları ile çalışabilmelidir. Farklı tane boyut aralıkları ile çalışma imkânı varsa satıcı teklifinde belirtmelidir.

2.5.5. Toz haznesi doluluk seviyesi izlenebilir olmalı; toz bitmesi veya besleme kesintisi olmadan ve olma durumunda sistem kullanıcıyı uyarmalıdır. Toz haznelerinde nem kontrolüne yönelik çözümler (ısıtmalı hazne ceketi, kurutucu gaz süpürmesi vb.) mevcutsa satıcı teklifinde belirtmelidir.

2.5.6. Toz taşıyıcı ve koruyucu gaz hatları için gerekli basınç regülatörleri ve gaz hazırlama elemanları sistemle birlikte verilmeli; her hat için gaz tipi, saflık, debi ve basınç gereksinimleri ile bağlantı ölçüleri teklifinde belirtilmelidir.

2.5.7. Kullanılmayan tozun geri kazanımına ilişkin imkânlar (oda tabanından toplama, elek sistemi vb.) mevcutsa satıcı teklifinde belirtmelidir.

2.6. Proses İzleme, Kontrol ve Veri Kaydı

2.6.1. Sistem, ergiyik havuzu (melt pool) izleme sistemine sahip olmalıdır. İzleme sistemi; ergiyik havuzu boyutu ve/veya sıcaklığına ilişkin verileri proses sırasında gerçek zamanlı olarak görüntülemeli ve kayıt altına alabilmelidir. İzleme sisteminin çalışma prensibi (kamera esaslı, pirometre, iki renkli termal görüntüleme vb.) ve çözünürlüğü teklifinde belirtilmelidir.

2.6.2. Sistem, ergiyik havuzu izleme verilerine dayalı kapalı çevrim (closed-loop) proses kontrolü yapabilmelidir; proses sırasında lazer gücü ve/veya ilgili parametreler otomatik olarak düzenlenerek biriktirme yüksekliği/ergiyik havuzu geometrisi kararlı tutulmalıdır. Kapalı çevrim kontrolün kullanıcı tarafından açılıp kapatılabilmesi mümkün olmalıdır.

2.6.3. Kontrol sistemi; çevrim parametreleri ve uygun olmayan koşullar (oksijen seviyesi, gaz basıncı, soğutma suyu debisi/sıcaklığı, lazer arızası, toz besleme kesintisi vb.) ile ilgili herhangi bir anormallik olması durumunda ve acil durdurma durumunda sesli ve ışıklı uyarılara sahip olmalıdır. Sistem bütün bu uyarıları ve alarmları kontrol bilgisayarında zaman damgalı olarak kaydetmeli ve göstermelidir.

2.6.4. Proses verileri (lazer gücü, eksen konumları, toz besleme, O2 seviyesi, gaz debileri, izleme verileri, alarmlar vb.) günlük (log) olarak kaydedilebilmelidir. Veri kayıt aralığı en fazla 1 saniye (≥1 Hz) olmalı ve veriler yaygın formatlarda (CSV, TXT vb.) dışa aktarılabilmelidir.

2.6.5. Kontrol yazılımı farklı yetki seviyeleri (operatör, mühendis, servis vb.) için ayarlanabilir olmalı; proses programlarının ve kritik ayarların değiştirilmesi yetkili personel şifresi ile sınırlandırılabilmelidir. Bu yetkilendirme, Madde 1.6'da tanımlanan parametre erişim serbestisini kısıtlamamalıdır.

2.6.6. Sistemdeki tüm kontrol, izleme ve ölçüm cihazları (oksijen sensörleri, debimetreler, basınç sensörleri, güç izleme, sıcaklık sensörleri vb.) izlenebilir standartlara (NIST veya eşdeğeri) uygun şekilde kalibre edilmiş olarak teslim edilmelidir. Satıcı, kalibre edilemeyen aletleri listesiyle teklifinde bildirmelidir.

2.7. Güvenlik Özellikleri

2.7.1. Sistem muhafazası, EN 60825-1 kapsamında Sınıf 1 her iki dalga boyu için lazer güvenlik seviyesini sağlamalıdır; kapılar kapalı ve güvenlik kilitleri (interlock) aktifken operatör

ve çevredeki personel lazer ışınımına (doğrudan veya yayınık) maruz kalmamalıdır. Lazer işleme makinesi güvenliği için EN ISO 11553 serisi dikkate alınmalıdır.

2.7.2. Proses odası kapıları ve tüm erişim panelleri güvenlik kilidi (interlock) ile donatılmalı; kapı veya panel açıkken lazer emisyonu mümkün olmamalıdır.

2.7.3. Cihaz üzerinde kolay erişilebilir en az 1 (bir) adet, el kumandası üzerinde 1 (bir) adet olmak üzere acil durum durdurma düğmeleri bulunmalıdır.

2.7.4. Sistemin durumunu (çalışıyor, hata, hazır vb.) gösteren renk kodlu ışıklı uyarı kulesi bulunmalıdır.

2.7.5. Sistem ve tüm alt sistemler CE belgesine sahip olmalı; makine güvenliği 2006/42/AT Makine Emniyeti Yönetmeliği, elektriksel donanım güvenliği IEC 60204-1 ile uyumlu olmalıdır. İstekli firma CE belgesini verebileceğini ihale sırasında taahhüt etmeli ve ürünlerle birlikte CE belgesini de teslim etmelidir.

2.7.6. İnert gaz (argon) kullanımı nedeniyle oluşabilecek boğulma riskine karşı, sistemin kurulacağı yere ortamın oksijen miktarını tespit etmek ve düşük oksijen durumunda sesli/ışıklı alarm vermek üzere en az 1 (bir) adet ortam oksijen seviyesi sensörü/dedektörü yüklenici firma tarafından sağlanmalı ve monte edilmelidir.

2.7.7. Metal tozlarının güvenli temizliği için sistemle birlikte ATEX sertifikalı (en az ATEX Zone 22 uyumlu), H sınıfı filtrasyona sahip, iletken/topraklanabilir endüstriyel toz emme makinesi (süpürge) verilmelidir. Reaktif tozların (Ti, Al) güvenli toplanması için ıslak ayırıcılı (wet separator) toplama çözümü sağlanmalıdır.

2.7.8. Sistemle birlikte, toz elleçleme için gerekli kişisel koruyucu donanım başlangıç seti (en az 2 adet yarım yüz maskesi ve yedek en az 10 set P3 filtreleri, koruyucu gözlük, antistatik eldiven) ve sistemde yer alabilen her iki dalga boyuna da uygun lazer güvenlik gözlüğü (en az 2 adet) verilmelidir.

2.8. Malzeme Kabiliyeti ve Başlangıç Parametreleri

2.8.1. Sistem; paslanmaz çelikler (316L, 17-4PH vb.), takım çelikleri (H13 vb.), nikel esaslı süper alaşımlar (IN625, IN718 vb.), titanyum alaşımları (Ti6Al4V), alüminyum alaşımlar ve bakır alaşımları (Cu, CuCrZr, GRCop-42/84, CuSn10 vb.) ile çalışmaya uygun olmalıdır. Satıcı, doğrulanmış malzeme listesini teklifinde belirtmelidir.

2.8.2. Sistemle birlikte en az 4 (dört) malzeme için (316L, IN718, Ti6Al4V ve CuSn10) geliştirilmiş ve doğrulanmış başlangıç proses parametre setleri verilmelidir.

2.8.3. Satıcı, yeni alaşım kalifikasyonu konusunda sağlayacağı uygulama ve malzeme danışmanlığı desteğini (satış öncesi ve sonrası) teklifinde belirtmelidir.

2.8.4. Satıcı; referans bir malzeme için (316L, IN718 veya Ti6AL4V) maksimum biriktirme hızını (cm^3/sa) ve kullanılan spot çapı/parametre koşulunu teklifinde beyan etmelidir.

2.8.5. Farklı malzemeler işlenirken farklı nozul, destek yapı veya yardımcı ekipmanlar kullanmak gerekiyorsa bu parçalar da sistemle birlikte sağlanmalı; parçalar ve malzemeleri teklifte belirtilmelidir. Kontaminasyonsuz işlem için sistemdeki toz temas eden malzemelerin seçimi Satıcının sorumluluğundadır.

2.9. Sarf Malzemeleri

2.9.1. Sistem, aşağıda belirtilen sarf malzemeleri ile birlikte teslim edilmelidir. Bu malzemeler sistemin garanti süresi içerisindeki performans ölçme ve değerlendirmelerinde kullanılacaktır. Satıcı kabul testlerinde kullanacağı tozları bu kalemler haricinde tedarik etmelidir.

Ürün Adı	Ürün Miktarı	Ürün Özellikleri
316L paslanmaz çelik tozu	50 kg	Küresel morfolojide, gaz atomize, DED prosesine uygun tane boyut dağılımında (tipik 45-150 µm) olmalıdır. Malzeme sertifikası (kimyasal analiz, tane boyut dağılımı) ile teslim edilmelidir.
IN718 nikel esaslı süper alaşım tozu	25 kg	Küresel morfolojide, gaz atomize, DED prosesine uygun tane boyut dağılımında olmalıdır. Malzeme sertifikası ile teslim edilmelidir.
Ti6Al4V titanyum alaşım tozu	25 kg	Küresel morfolojide, gaz veya plazma atomize, DED prosesine uygun tane boyut dağılımında olmalıdır. Malzeme sertifikası ile teslim edilmelidir.
CuSn10 bakır esaslı alaşım tozu	25 kg	Küresel morfolojide, gaz veya plazma atomize, DED prosesine uygun tane boyut dağılımında olmalıdır. Malzeme sertifikası ile teslim edilmelidir.
Altlık plakası (substrat)	20 adet	Paslanmaz çelik (316L veya eşdeğeri) ve şartnamede belirtilen diğer malzemeler, sistem tablasına uygun ölçülerde olmalıdır (bkz. Madde 2.3.7).
Nozul seti	En az 5 takım	Biriktirme kafası ile uyumlu yedek nozul takımı olmalıdır.
Koruyucu cam/lens	En az 10 adet	Biriktirme kafası optiği ile uyumlu yedek koruyucu cam/lens olmalıdır.
Duman emme/saflaştırma filtresi	En az 3 takım yedek	Sistemdeki filtrasyon üniteleri ile uyumlu yedek filtre seti olmalıdır.
Chiller soğutma sıvısı/deiyonize su	1 dolum + 1 yedek dolum	İlk dolum ve bir yedek dolum için gerekli miktar ve nitelikte sağlanmalıdır.

3. Yazılım Özellikleri

3.1. Sistem yazılımı; kullanıcı arayüzü, proses programlama ve raporlama fonksiyonlarında Türkçe ve/veya İngilizce dil desteğine sahip olmalıdır.

3.2. Sistem, entegre bir tam otomatik PLC/CNC (veya eşdeğer endüstriyel) kontrol cihazı ile donatılmalıdır. Kontrol ünitesinin marka adı ve modeli teklif ile birlikte verilmelidir. Proses programları G-kodu veya eşdeğer açık formatta çalıştırılabilmelidir.

3.3. Sistem ile birlikte, eş zamanlı 5 eksen takım yolu üretebilen eklemeli imalat CAM yazılımı verilmelidir. Yazılım; STEP, IGES ve/veya STL formatlarındaki 3B CAD modellerini içe aktarabilmeli, dilimleme ve takım yolu stratejilerini oluşturabilmeli, takım yolunu NC koduna dönüştürebilmeli ve biriktirme öncesi hareket simülasyonu ile çarpışma kontrolü yapabilmelidir.

3.4. CAM yazılımı; mevcut parçalar üzerine özellik ekleme, onarım ve kaplama uygulamaları için serbest form yüzeyler üzerinde takım yolu oluşturulmasına imkân vermelidir.

3.5. Makine kontrol yazılımı; proses parametrelerinin (lazer gücü, hız, toz besleme, gaz debileri vb. diğer tüm imalat parametreleri) tanımlanmasına, kaydedilmesine ve yeniden kullanılmasına imkân veren malzeme/parametre kütüphanesi içermelidir. Programı yapılmış bir üretim prosesi, hafızaya alınabilmeli ve daha sonra tekrar kullanılabilmelidir.

3.6. Sistem ile birlikte teslim edilecek tüm yazılım lisansları süresiz kullanım hakkı sağlamalıdır. Garanti süresi boyunca hata düzeltmeleri, güvenlik yamaları ve sürüm güncellemeleri ücretsiz sağlanmalıdır. Garanti süresi sonunda yazılım, mevcut lisans hakları korunarak ilave abonelik veya lisans yenileme zorunluluğu olmaksızın kullanılmaya devam edilebilmelidir. Süreli lisans zorunluluğu bulunan yazılım modülleri varsa satıcı bunları süre ve yenileme bedelleri ile birlikte teklifinde açıkça belirtmelidir.

3.7. Satıcı, yazılım modüllerinin tüm kabiliyetlerini ve uluslararası standartlara uygunluğunu teklifinde belirtmelidir.

3.8. Sistem, üretici tarafından sunulan ilave yazılım ve donanım modülleri (ilave toz besleyici, farklı izleme modülleri vb.) ile genişletilebilir olmalı; mevcut lisans ve yazılım altyapısı korunarak ilave modüller sisteme entegre edilebilmelidir.

4. Çevresel Ekipmanlar/Bileşenler

4.1. Kurulum ve operasyon esnasında kullanılacak olan sarf malzemeler ile sistemin bakımı için gerekli takım/el aletleri sistemle birlikte teslim edilmelidir. Satıcı; sistemde kullanılan cıvata/dişli bağlantı elemanlarının, boru, hortum, rakor ve flanş bağlantılarının hangi standarda göre imal edildiğini (metrik ISO veya inç esaslı UNC/UNF; boru dişlerinde metrik, G/BSPP veya NPT; flanşlarda EN 1092-1 veya ASME B16.5) teklifinde beyan etmeli; sistemin bina tarafı altyapısı ile arayüz oluşturan tüm bağlantıları (gaz, soğutma suyu, tahliye hatları) metrik/EN standardında olmalı veya bu standarda dönüşümü sağlayan adaptörler sistemle birlikte eksiksiz verilmelidir. Sistemle birlikte teslim edilecek takım seti; bakım ve sorun giderme dokümantasyonunda tanımlanan tüm montaj, demontaj, ayar, hizalama ve onarım işlemlerinin, harici bir alet temin etmeye gerek kalmaksızın eksiksiz olarak gerçekleştirilebilmesini sağlayacak kapsamda olmalıdır. Set asgari olarak; sistemde kullanılan tüm ölçülerde alyan, lokma ve açık-yıldız anahtar takımlarını, bağlantı standardı inç esaslı olan bileşenler için ilgili inç ölçülerinde takımların tam setini (kısmi set kabul edilmez), kritik bağlantılar için öngörülen sıkma torku aralığını kapsayan kalibrasyon sertifikalı tork anahtarı/anahtarlarını, elektriksel ve elektronik bakım el aletlerini, optik ve gaz hattı bileşenlerinin sökümü ve montajı için gerekli özel anahtar ve tutucuları, üreticiye özgü olan ve piyasadan temin edilemeyen tüm özel takım, aparat, mastar, hizalama şablonu, çektirme/söküm aparatı, kaldırma kulağı ve montaj fikstürlerini, mevcutsa servis seviyesi teşhis donanımı, arayüz kablosu ve erişim anahtarı/dongle bileşenlerini, ayrıca sökülüp yeniden monte edilmesi hâlinde yenilenmesi zorunlu olan bileşenlerden (O-ring, conta, sızdırmazlık elemanı, dişli sabitleyici, vakum gresi vb.) en az 1 (bir) takım yedeği içermelidir. Satıcı ayrıca, sökülüp yeniden monte edilmesi gereken tüm kritik bağlantılar için sıkma torku değerlerini ve sıkma sırasını içeren montaj tablosunu bakım dokümantasyonu kapsamında teslim etmelidir. Tüm takım, alet ve özel aparatlar; kilitlenebilir ve düzenli bir muhafaza (takım dolabı veya köpük yuvalı taşıma çantası)

içinde, her bir kalemin adı, ölçüsü, standardı ve adedini gösteren imzalı bir liste ile birlikte, kullanılmamış ve endüstriyel kalitede teslim edilmelidir; bu liste teklif ekinde de sunulmalıdır. Kabul testleri sırasında, bakım dokümantasyonunda tanımlanan işlemlerden Alıcının seçeceği en az 2 (iki) tanesi, yalnızca teslim edilen takım seti kullanılarak Yüklenici tarafından uygulamalı olarak gösterilecektir.

4.2. Sistem ile birlikte, CAM yazılımının ve proses veri işleme uygulamalarının sorunsuz çalıştırılabileceği kapasitede bir iş istasyonu bilgisayarı teslim edilmelidir. Bilgisayar; en az 16 fiziksel çekirdekli profesyonel seri işlemci, en az 64 GB RAM, en az 1 TB NVMe SSD, en az 27 inç yüksek çözünürlüklü monitör, Türkçe Q klavye, optik fare ve lisanslı 64-bit profesyonel işletim sistemi (Windows 11 Pro veya güncel eşdeğeri) ile birlikte eksiksiz teslim edilmelidir. Bilgisayar ile birlikte verilecek ekran kartı; tümleşik veya paylaşımlı bellek kullanmayan, kendine ait en az 16 GB GDDR6 (veya eşdeğeri) ayrık grafik belleğine sahip, OpenGL ve DirectX donanım hızlandırmasını destekleyen, profesyonel CAD/CAM yazılımları için bağımsız yazılım sağlayıcı (ISV) sertifikalı sürücü desteği bulunan ve teslim edilen monitörü tam çözünürlükte sürebilen profesyonel/iş istasyonu sınıfı bir grafik işlemcisi olmalıdır. Ekran kartında belirli bir marka veya model zorunlu tutulmamakta olup, bu maddede belirtilen asgari gereksinimleri karşılayan muadil ürünler kabul edilir. Bellek (RAM), ileride yükseltilebilir yapıda olmalı; anakart üzerinde, mevcut bellek modülleri sökülmeden en az mevcut kapasitenin iki katına (asgari 128 GB) yükseltmeye imkân verecek sayıda boş RAM yuvası bulunmalıdır. Bilgisayar kasasında, ileride donanım eklenmesine (ilave ekran kartı, depolama birimi vb.) imkân verecek şekilde en az 1 (bir) adet boş PCIe genişletme yuvası ve en az 1 (bir) adet boş depolama (sürücü) yuvası bulunmalı; güç kaynağı, bu ilave donanımı besleyecek yeterli güç rezervine sahip olmalıdır. Satıcı marka/model ve tüm bileşen özelliklerini teklifinde belirtmelidir.

4.3. Metal tozlarının ve sarf malzemelerin muhafazası için kilitlenebilir, metal veya kompakt laminant malzemeden, en az 120 cm genişlik, 50 cm derinlik ve 2 m yüksekliğe sahip saklama dolabı sağlanmalıdır. Reaktif tozların depolanmasına ilişkin güvenlik gereksinimleri satıcı tarafından dokümante edilmelidir.

4.4. Satıcı; sistemin argon gaz beslemesine ilişkin tüm gereksinimleri (her hat için gaz tipi, saflık derecesi, debi, basınç, bağlantı tipi ve ölçüleri, azami anlık ve ortalama tüketim) ile sistemin gaz tahliye/geri dönüş çıkışına ilişkin bilgileri (çıkış konumu, bağlantı ölçüsü, azami tahliye debisi ve basıncı) teklifinde ayrıntılı olarak belirtmelidir. Alıcı bünyesinde hâlihazırda bir argon geri kazanım ünitesi mevcuttur. Sistemin bu üniteye bağlanması ihale bedeline dahil olup, Alıcı tarafından gösterilecek bağlantı (tie-in) noktası ile makine giriş/çıkış bağlantıları arasındaki tesisat Yüklenici tarafından kurulacak, test edilecek ve çalışır durumda teslim edilecektir. Bu kapsam asgari olarak aşağıdaki kalemleri içerir: Besleme hattı ve geri dönüş (geri besleme) hattının çekilmesi; boru, askı/kelepçe ve duvar/tavan geçiş elemanları, Basınç regülatörleri, gaz hazırlama elemanları, kesme vanaları, çek valf, manometre ve bağlantı elemanları, Geri dönüş hattı üzerinde, mevcut geri kazanım ünitesini metal tozu ve proses partiküllerinden koruyacak, en az HEPA (H13) sınıfı filtrasyon ünitesi ile en az 1 (bir) takım yedek filtre elemanı, Makine giriş ve çıkış bağlantılarının yapılması, sızdırmazlık (kaçak) testi, hattın inert gaz ile süpürülmesi (purging) ve devreye alma, Hatların etiketlenmesi ve as-built tesisat çiziminin teslimi. Yüklenici kapsamındaki tüm gaz hatları paslanmaz çelik (316/316L) veya eşdeğeri, yağdan arındırılmış (inert gaz servisi için temizlenmiş) ve nem tutmayan malzemeden

olmalıdır. Yüklenici, kurduğu hattın Madde 2.4.2'de belirtilen oksijen seviyesinin sağlanmasına engel teşkil etmediğini kabul testleri kapsamında sızdırmazlık testi ile belgeleyecektir. Bağlantı noktası, makinenin kurulacağı mahal ile aynı bina içerisinde yer almaktadır. İstekliler, teklif verme tarihinden önce yer görme imkânından yararlanarak hat güzergâhını, metrajını ve saha koşullarını yerinde tespit edebilir; teklifler bu koşullar dikkate alınarak verilmiş sayılır. Satıcı, teklifinde esas aldığı hat metrajını (m) beyan edecektir.

4.5. Satıcı; sistemin kurulacağı zemine ilişkin tüm gereksinimleri (zemin taşıma kapasitesi ve tekil yük değerleri, düzlemsellik/tesviye toleransı, azami eğim, kabul edilebilir zemin titreşim seviyesi) ile ortam koşulu gereksinimlerini (çalışma sıcaklığı aralığı, bağıl nem aralığı, yoğuşmasızlık şartı) teklifinde belirtmeli; bu bilgiler kurulum öncesinde Madde 10.8'da tanımlanan kurulum kitabı kapsamında Alıcıya yazılı olarak sunulmalıdır. Sistemin kurulumu için gerekli zemin hazırlık işleri, ihale bedeline dahil olmak üzere Yüklenici tarafından gerçekleştirilecektir. Bu kapsam asgari olarak; makine oturma alanı ve çevresinde yüzey tesviyesi ve düzeltme işlemleri, gerekli ankraj ve dübel uygulamaları, tesviye plakaları/ayakları, grout/epoksi dolgu uygulamaları, titreşim yalıtım takozlarının tesisi ile makinenin kotlandırılması, hizalanması ve üretici toleranslarına uygun şekilde sabitlenmesi işlemlerini içerir. Kurulum sonrasında Yüklenici, zemin tesviyesi ve makine kotlandırmasının üretici toleranslarını sağladığını ölçüm kaydı ile belgeleyecektir. İstekliler, teklif verme tarihinden önce yer görme imkânından yararlanarak zemin durumunu, kot farklarını ve erişim güzergâhını yerinde tespit edebilir; teklifler mevcut saha koşulları dikkate alınarak verilmiş sayılır. Yüzey düzeltme, tesviye, ankraj ve benzeri zemin hazırlık işlerine ilişkin olarak sözleşme aşamasında ilave bedel veya süre talebinde bulunulamaz.

4.6. Parça, altlık plakası ve toz kaplarının güvenli taşınması için uygun taşıma/kaldırma aparatları (varsa üretici standart aparatları) sistemle birlikte önerilmeli ve teklifinde belirtilmelidir.

5. Elektriksel Özellikler

5.1. Cihazların güç kaynağı 3 fazlı 380/400V ±%10, frekansı ise 50-60 Hz yapısına sahip olmalıdır. Satıcı; sistemin toplam kurulu gücünü (kVA), tam yük akımını ve önerilen sigorta/koruma değerlerini teklifinde belirtmelidir.

5.2. Alıcı tesisinde DED sisteminin ve tüm çevresel ekipmanlarının (lazer kaynakları, chiller, filtrasyon/duman emme ünitesi, toz besleme sistemi, kontrol bilgisayarı vb.) çalışması için gerekli olan elektrik tesisatının tamamı Yüklenici tarafından sağlanmalıdır. Alıcı tarafından gösterilecek ana enerji besleme (bağlantı/tie-in) noktasından itibaren makine ve çevresel ekipmanların elektrik girişlerine kadar olan kapsam asgari olarak; dağıtım ve kumanda panosu veya panolarını, gerekli şalt malzemelerini (ana kesici, motor koruma şalterleri, kontaktörler, sigortalar, artık akım koruma cihazları, aşırı gerilim koruma cihazları vb.), güç ve kumanda kablolamasını, kablo taşıma sistemlerini (kablo kanalı/tavası ve duvar/tavan geçiş elemanları) ile topraklama ve eşpotansiyel bağlantı tesisatını içerir. Bu tesisatın tamamı Yüklenici tarafından tasarlanmalı, temin edilmeli, monte edilmeli, test edilmeli ve anahtar teslim (çalışır durumda) olarak Alıcıya teslim edilmelidir.

5.3. Yüklenici tarafından kurulacak tüm elektrik tesisatı ve panolar; binalarda elektrik tesisatı için IEC 60364, alçak gerilim anahtarlama ve kontrol düzenekleri (panolar) için IEC 61439 ile yürürlükteki ulusal mevzuata (Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği, Elektrik Tesislerinde

Topraklamalar Yönetmeliği vb.) uygun olmalıdır. Kurulan tesisat ve panolar; 2014/35/AB Alçak Gerilim ve 2014/30/AB Elektromanyetik Uyumluluk direktifleri kapsamındaki CE gerekliliklerini karşılamalıdır. Panolar üzerinde tek hat şeması, devre etiketlemeleri ve gerekli uyarı işaretlemeleri bulunmalıdır.

5.4. Yüklenici; sisteme ait yük listesini, toplam güç talebini (kVA), tek hat şemasını ve koruma koordinasyonunu (seçicilik) içeren elektrik projesini kurulum öncesinde Alıcı onayına sunmalıdır. Kurulum tamamlandığında; yalıtım direnci, topraklama sürekliliği ve topraklama direnci, artık akım koruma cihazı fonksiyon testleri ve faz/gerilim ölçümlerini içeren test ve devreye alma raporları ile uygulama sonrası (as-built) elektrik projesi Alıcıya teslim edilmelidir.

6. Garanti ve Teknik Destek

6.1. Makine ve çevresel ekipmanları dahil tüm sistemin paketlenmesi, nakli ve sigortalanması ile ilgili tüm maliyetler satıcı firmaya aittir. Nakliye işlemleri DPU (INCOTERMS 2022) tanımına uygun olarak yapılmalıdır.

6.2. Sistem, kabul testlerinin başarıyla tamamlanmasından itibaren en az 2 yıl (24 ay) süreyle tam garanti kapsamında olmalıdır. Garanti süresi boyunca cihazın mekanik, elektronik, elektriksel, optik ve pnömatik bileşenleri, lazer kaynağı, biriktirme kafası, toz besleme sistemi, döner-eğme tabla, gaz devridaim/saflaştırma sistemi, chiller, kontrol ünitesi, bilgisayar ve sistemle birlikte teslim edilen tüm aksesuarlar ile yazılım ve lisansları garanti kapsamında olmalıdır. Bu süre içerisinde oluşabilecek üretim, malzeme veya montaj kaynaklı arızaların giderilmesi için gerekli tüm işçilik, orijinal yedek parça, servis, ulaşım ve konaklama giderleri yüklenici tarafından herhangi bir bedel talep edilmeksizin karşılanmalıdır.

6.3. Makine ve çevresel ekipmanların işletime alınmasından sonra garanti kapsamında yıllık bakım servisi sağlanmalı; rutin bakım sırasında değişmesi gereken yedek ve eskimesi muhtemel parçaları da içine almalıdır. Garanti kapsamı dışında tutulan sarf bileşenler (nozul, koruyucu cam, filtre vb.) satıcı tarafından teklifinde açıkça listelenmelidir.

6.4. Taşıma, paketleme ve bununla ilgili sigorta işlemleri Gazi Üniversitesi EKTAM'ın Ankara'da bildireceği adrese (Eklemeli İmalat Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kahramankazan/ANKARA) yapılacaktır.

6.5. Firma verdiği tüm yazılımları daimi lisanslı olarak sunmalıdır. Garanti süresi boyunca güncelleme sağlanmalıdır.

6.6. Gerekli ekipman, yedek parça, sarf malzemesi, teknik servis ve destek en az 10 yıl süreyle satıcı firmadan tedarik edilebilmelidir. Satıcı, Türkiye'deki teknik servis organizasyonunu ve ortalama servis müdahale süresini teklifinde belirtmelidir.

6.7. Sistemde uzaktan tanılama/destek (remote diagnostics) imkânı mevcutsa; bağlantı yöntemi, güvenlik önlemleri ve bu hizmetin garanti süresi boyunca kapsamı teklifinde belirtilmelidir. Uzaktan erişim yalnızca Alıcının bilgisi ve onayı dahilinde gerçekleştirilebilmelidir.

7. Kabul Testleri ve Proses İçi Testler

7.1. Kabul testleri; satıcı tarafında Fabrika Kabul Testleri (FKT) (ing - Factory Acceptance Test, FAT) ve alıcı tarafında (sistemin teslim edilip kurulacağı yer olan EKTAM laboratuvarında; Saha Kabul Testi (SKT) (ing - Site Acceptance Test, SAT) olmak üzere iki aşamada

gerçekleştirilecektir. Testler/denemeler EK-1'deki dokümana uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Satıcı, uluslararası standartlara (ISO/ASTM 52900 serisi, ASTM F3187 vb.) uygun muayene ve kabul test programını teklifinde bildirmelidir.

7.2. FKT, sevkiyat öncesinde üretici tesisinde gerçekleştirilmelidir. Alıcı, FKT'ye 2 (iki) personel ile katılma hakkına sahiptir; personellerin ulaşım ve konaklama dahil giderleri satıcı tarafından karşılanacaktır. Alıcının FKT testlerine katılım sağlayamaması durumunda FKT raporu Alıcı onayına sunulmalı ve onaylanmadan sevkiyat yapılmamalıdır.

7.3. SKT, kurulum tamamlandıktan sonra Alıcı personelinin gözetiminde, cihazın kurulduğu yerde gerçekleştirilmelidir. EK-1'de tanımlanan kabul testleri yapılırken satıcının şartnameye cevabında beyan ettiği performans değerleri esas alınacaktır; beyan edilen değerlerden daha kötü performans tespit edilmezse sistemin kabulü yapılır.

7.4. SKT kapsamında basılan referans numuneden alınan kesitte, görüntü analizi, Arşimet yöntemi veya Micro CT ile ölçülen bağıl yoğunluk en az %99,5 olmalıdır. Ölçüm yöntemi ve numune geometrisi kabul testi öncesinde taraflarca yazılı olarak belirlenir.

7.5. Kabul testlerinin başarıyla tamamlanamaması durumunda Yüklenici, uygunsuzlukları giderdikten sonra testleri, masrafları kendisine ait olmak üzere tekrarlayacaktır. Kabul testleri sırasında tespit edilen herhangi bir uygunsuzluk durumunda satıcı, sorunu düzeltmek ve bu şartnamenin tüm şartlarını en fazla bir ay içerisinde yerine getirmekle yükümlüdür.

7.6. EK-1'de tanımlanmış testlerde kullanılacak tozlar ve altlıklar dahil her türlü malzeme, ölçüm aleti ve sensör (Alıcının tedarik etmeyi tercih ettiği özel test parçaları hariç) satıcı tarafından sağlanacaktır.

7.7. Cihazla birlikte, üretici tarafından düzenlenmiş kalibrasyon/test sertifikaları (lazer güç ölçümü, ışın kalitesi/BPP raporu, oksijen sensörü kalibrasyonu vb.) teslim edilmelidir.

8. Montaj, Bakım-Onarım ve Yedek Parçalar

8.1. Sistemde olası bir arıza durumunda gerekli parçaların tedariki ve arızanın giderilmesi, arızanın satıcı/üreticiye bildiriminden itibaren 30 günü geçmemelidir.

8.2. Sistemin tamamı için önerilen bir yedek parça listesi, alıcının tesisindeki kabul testlerinden 12 hafta önce alıcıya sağlanmalıdır. Bu liste, tüm sistem için alıcı tarafından stoklanmasını sağlayacak yedek parçaları önerir ve aşağıdaki bilgileri içermelidir: (a) Parça Numarası - OEM (Orijinal Ekipman Üreticisi) ve satıcısı, (b) Satıcı fiyatı ve toplam paket fiyatı, (c) Birim ve/veya toplam olarak önerilen miktarlar.

8.3. Satıcı, DED sistemiyle birlikte bakım aralıklarını (günlük, haftalık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık gibi) ve yöntemlerini kontrol listeleriyle birlikte ayrıntılı olarak sağlamalıdır.

8.4. Tüm bakım prosedürleri, bakım personeli için herhangi bir rehberlik ya da teknik destek gerektirmeyecek şekilde baştan sona adım adım, açıklayıcı görsellerle anlatılmış şekilde (elektronik ortamda hazırlanmış video ve elektronik dokümanlarla desteklenmiş olarak) ayrıntılı ve kapsamlı olmalıdır.

8.5. Satıcı; lazer ve optik sistem, biriktirme kafası ve nozullar, toz besleme sistemi, gaz devridaim/saflaştırma sistemi, filtrasyon sistemi, soğutma sistemi, hareket sistemi ve kontrol

sistemi için yedek parça değişim sıklıklarını da içeren kapsamlı önleyici bakım prosedürlerini (bakım sıklığı ile birlikte) sunmalıdır.

8.6. Sistemin işletime alınması sırasında, satıcı aşağıdakiler dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, operatör (kullanıcı) hatası riskini ortadan kaldırmak için ayrıntılı olarak uygun işletme ve bakım prosedürlerini sağlamalıdır: uygun olmayan ekipmanın kullanılması; bileşenlerin hatalı montajı veya yeniden montajı; istenmeyen maddelerin karışması (çapraz kontaminasyon); yetersiz tamirleri ve modifikasyonları da içeren kötü bakımın yapılması; sistemleri korumak veya onarmak için yanlış araç veya gereçlerin kullanılması; sistemlerin yanlış kullanılması.

8.7. Satıcı, bakım ve süreçler ile ilgili detaylı ve kapsamlı sorun giderme bilgilerini sağlamalıdır (en az 1 basılı kopya ve 1 elektronik kopya ile baştan itibaren adım adım, fotoğraflar ve çizimlerle gösterilen). Sistemle birlikte verilecek olan sorun giderme kılavuzlarının aşağıdaki maddelerden hangilerini kapsadığı teklifte belirtilmelidir: her bir alarm ve hata mesajı; olası problemlerin tespiti ve kontrol altına alınma yöntemi; problemlerin çözümleri; sistemin sıfırlanması (resetlenmesi); lazer ve optik yol kirlenmesi/hasarı; nozul tıkanması ve toz akışı problemleri; oksijen seviyesi ve gaz sızıntısı problemleri; soğutma sistemi problemleri; güvenlik kilitleri ile ilgili kontroller; proses sırasında gaz akış değişimleri; kapalı çevrim kontrol ve izleme sistemi kalibrasyonları; yapılması gereken periyodik testler.

8.8. Satıcı, sistemin sıklıkla değişmesi gereken tüm kritik bileşenlerini ve bu bileşenlerin malzeme vetip bilgilerini teklifinde belirtmelidir.

8.9. Sistemin ilk kez çalıştırılıp kabul testlerinin yapılabilmesi için argon gazı ve elektrik tüketimi hariç gerekli sarf malzemelerinin (toz, altlık, soğutucu akışkanlar vb.) tedariki satıcı tarafından gerçekleştirilecektir.

8.10. Sistem; hava, elektrik ve gaz bağlantıları için gerekli ekipmanlar ile beraber sevk edilmelidir.

8.11. Kurulum, sistemi ve çevresel ekipmanları öneren firma tarafından, ihale bedeli dahilinde gerçekleştirilecektir. Sistemin anahtar teslim olarak projelendirilmesi, kurulumu, çalıştırılması ve çalışır vaziyette teslim edilmesi yüklenici firmaya aittir. Alıcı, talep eden isteklilere ihale tarihinden önce kurulum yapılacak yerin planlarını verebilir. Kurulum için gerekli malzemeler satıcı firma tarafından sağlanacaktır.

8.12. Kurulum sırasında ihtiyaç duyulacak olan her türlü alet ve edevat, vinç, forklift, transpalet vb. araçlar yüklenici tarafından sağlanmalıdır. Alıcının üstlenmesi gereken kurulum işlemleri teklifte bildirilmelidir.

8.13. Kurulum sırasında oluşabilecek yükleniciden kaynaklı her türlü hasar yüklenici firmaya aittir ve garanti kapsamında olmalıdır. Oluşan kusur, proje planını etkilemeyecek şekilde en geç bir ay içerisinde giderilmelidir.

9. Eğitim

9.1. Sistem tesliminde; yerinde sistem operasyonu, proses (parametre geliştirme dahil), CAM yazılımı, bakım-onarım ve iş güvenliği (toz elleçleme ve lazer güvenliği dahil) eğitimleri tek seferde en az 5 (beş) kişi için ve en az 5 (beş) iş günü süreyle verilmelidir.

9.2. Eğitim, ihale kapsamındaki ürünün ve diğer malzemelerin teslimat adresinde gerçekleştirilir. Tüm eğitim materyalleri tedarikçi tarafından sağlanır.

9.3. Eğitim alan personele eğitim sertifikası düzenlenip, ıslak imzalı şekilde teslim edilecektir. Eğitim notları ayrıca elektronik ortamda teslim edilmelidir.

9.4. Eğitimlerin içerikleri, süresi ve eğitilecek personelin kazanacağı kabiliyetler teklifte açıkça belirtilmelidir. Eğitim kapsamında asgari olarak; güvenlik ve toz elleçleme, sistem mimarisi ve alt sistemler, CAM/takım yolu oluşturma, proses yürütme ve parametre geliştirme, izleme ve kapalı çevrim kontrol sistemi kullanımı, önleyici bakım ve sorun giderme modülleri yer almalıdır.

9.5. Eğitimin başlangıç tarihi her iki tarafın da (alıcı ve satıcı) belirlediği ortak bir zamanda ihale konusu ürünün alıcı tarafından kabulünden önce gerçekleştirilmelidir.

9.6. Tedarikçi/yüklenici firma, önerilen sistem ve alt bileşenleri için aşağıda belirtilen maddeleri ve prosedürleri içeren bakım planını sağlamalıdır: sahada hata tespit teknikleri; uzaktan erişim hata tespit teknikleri; oluşabilecek hata ve arızalar için sahaya erişim süresi; olası problemler ve çözüm önerileri; periyodik önleyici bakım önerileri ve talimatları.

10. Dokümantasyon ve Belgeleme

10.1. Cihaz ve ekipmanlarına dair tüm kullanma kılavuzları ve talimatlar sistemle birlikte teslim edilmelidir.

10.2. Sistemde bulunan elektrik, elektronik, mekanik, pnömatik, optik yol, gaz devridaim, soğutma suyu sistemi şemaları/diyagramları ve cihazlarla ilgili tüm dokümanlar üçer (3) set sağlanmalıdır.

10.3. Sistemde kullanılan ve piyasadan temin edilebilecek tüm ürünlerin (örneğin pompalar, valfler, sensörler, filtreler, contalar vb.) üreticisi, parça numarası vb. bilgilerini gösteren bir parça listesi hazırlanmalı ve teslim edilmelidir.

10.4. Tüm cihaz el kitapları, eğitim belgeleri vb. Türkçe ve/veya İngilizce olacaktır.

10.5. Cihazları periyodik olarak kalibre etmek üzere kalibrasyon prosedürleri/manuelleri ve her bir aletin kalibrasyon sertifikası kurulumdan önce satıcı tarafından verilmelidir. Satıcı, kalibre edilemeyen aletleri ve cihazları listesiyle ve detaylarıyla teklifte bildirmelidir.

10.6. Satıcı, teklif edilen sistemde kullanılan tüm donanım, teçhizat ve kontrol cihazının markasını ve modelini teklifle birlikte verecektir.

10.7. Sistem, diğer tüm alt sistemler ve diğer tüm yardımcı ekipmanlar (pompalar, chiller, filtrasyon üniteleri vb.) CE belgesine sahip olmalıdır.

10.8. Kurulum öncesinde saha hazırlık gereksinimlerini (zemin, elektrik, gaz, havalandırma, ortam koşulları) içeren kurulum kitabı (installation book) Alıcıya teslim edilmelidir.

10.9. Satıcı, teklif ettiği makine/ekipmanlara ilişkin olarak üretici firma tarafından yetkilendirilmiş satıcı, bayi veya distribütör olduğunu gösteren geçerli yetki belgesini/yazısını teklif dosyası kapsamında sunmalıdır. Söz konusu belge, teklif edilen marka ve modeli kapsamalı ve teklif tarihi itibarıyla geçerli olmalıdır.

EK 1 - Kabul Testleri

Kabul testleri satıcı tarafında (FKT) ve alıcı tarafında (sistemin teslim edilip kurulacağı yer olan EKTAM araştırma merkezinde; SKT) olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda yapılacak olan kabul testleri aşağıda tanımlanmıştır. Test geometrileri ve prosedürleri, sözleşmenin yürürlüğe girmesinden itibaren en geç 2 (iki) ay içerisinde taraflarca yazılı olarak kesinleştirilir.

Satıcı tarafında (FKT) gerçekleştirilecek testler

EK1.1. Lazer doğrulaması: Lazer çıkış gücü ve dalga boyu, üretici test sertifikası ve/veya kalibre edilmiş güç ölçer ile doğrulanacaktır. Işın kalitesi (BPP) raporu sunulacaktır.

EK1.2. Atmosfer testi: Boş proses odasında oksijen seviyesinin Madde 2.4.2'de tanımlanan değere (≤100 ppm) indirilebildiği gösterilecek; süre kaydedilecek ve satıcının teklifte beyan ettiği süre ile karşılaştırılacaktır.

EK1.3. Toz besleme doğrulaması: En az iki farklı debi ayarında toz besleme debisi tartım yöntemi ile doğrulanacak; beyan edilen debi aralığı ve tekrarlanabilirlik teyit edilecektir.

EK1.4. Eksen ve kinematik testi: Tüm eksenlerin hareket aralıkları ve eş zamanlı 5 eksen hareket kabiliyeti örnek bir program ile gösterilecektir.

EK1.5. Referans baskı: Ti6Al4V, AlSi10Mg, Inconel 718 veya Cu10Sn malzeme ile taraflarca kararlaştırılan referans geometri (asgari; ince duvar, dolu blok ve eğimli/5 eksen özellik içeren) basılacak, görsel muayene ve boyutsal kontrol yapılacaktır. Dolu blok kesitinde bağıl yoğunluk en az %99,5 olmalıdır.

EK1.6. Çok malzemeli kabiliyet gösterimi: İki farklı hazneden beslenen tozlarla geçişli (kademeli veya ani geçişli) bir numune basılarak FGM/çok malzeme kabiliyeti gösterilecektir.

Alıcı tarafında (EKTAM laboratuvarında, SKT) gerçekleştirilecek testler

EK1.7. Kurulum ve güvenlik kontrolleri: Güvenlik kilitleri, acil durdurma fonksiyonları, ışıklı uyarı kulesi, ortam oksijen dedektörü ve alarm fonksiyonları test edilecektir.

EK1.8. Atmosfer testi: EK1.2'deki test kurulum sonrası sahada tekrarlanacaktır.

EK1.9. Referans baskı: EK1.5'teki referans geometri sahada tekrarlanacak; bağıl yoğunluk (≥%99,5), görsel ve boyutsal kontroller yapılacaktır. Kapalı çevrim kontrol aktifken biriktirme yüksekliği kararlılığı gösterilecektir.

EK1.10. İkinci çevrim: Alıcının belirleyeceği geometri ve parametrelerle ikinci bir üretim, satıcı tarafından eğitim verildikten sonra alıcı firmanın personelleri tarafından gerçekleştirilecektir.

EK1.11. Veri kaydı doğrulaması: Test üretimleri sırasında proses veri kayıtlarının (Madde 2.6.4) alınabildiği ve dışa aktarılabildiği gösterilecektir.

EK1.12. Kaynak değişim doğrulaması: IR kaynaktan mavi kaynağa ve tersi yönde geçiş, kullanıcı seviyesinde gerçekleştirilerek Madde 2.2.10'da beyan edilen süre ölçülecek; geçiş sonrası optik hizalama gerekmediği gösterilecektir.

EK1.13. Mavi lazer performans baskısı: Mavi lazer kaynağı ile bakır esaslı alaşımdan (CuSn10 veya eşdeğeri) taraflarca kararlaştırılan referans numune basılacak; kesitte bağıl yoğunluk ve altlığa metalurjik bağlanma (füzyon hattında ayrılma/bağlanmama kusuru bulunmaması) uygun yöntemle tespit edilip, değerlendirilecektir.

Gazi Üniversitesi Eklemeli İmalat Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi (EKTAM)

Koordinat Ölçüm Cihazı (CMM) Teknik Şartnamesi

Şartname No/Tarih: DB.S.24 / 09.07.2026

Hazırlayanlar

Öğr. Gör. Dr. Anıl EMİRALİOĞLU

Nurettin AKIN

Asım ARSLANTAŞ

Mustafa Melih BAŞ

Onaylayanlar

Doç. Dr. Hacı Bekir ÖZERKAN

Prof. Dr. Oğuz TURGUT

Prof. Dr. Tuncay KARAÇAY

KOORDİNAT ÖLÇÜM CİHAZI (CMM) TEKNİK ŞARTNAMESİ

1. Kapsam

1.1. Bu şartname, koordinat ölçüm cihazı, odası ve ekipmanlarının teknik özellikleri, performansı, testi, muayenesi ve tedarikine ilişkin gereksinimleri açıklar.

1.2. Bu şartnamede geçen "Sistem", "Cihaz", "Makine", terimleri, tamamen işlevsel bir koordinat ölçüm cihazı ekipmanlarının bulundurduğu her şeyi ifade eder.

1.3. Bu şartnamede kullanılan "Alıcı" terimi Gazi Üniversitesi'ni, "Üretici" terimi cihazın üreticisini, "Satıcı" veya "Yüklenici" terimleri, cihazın alımı için gerçekleştirilen ihaleyi kazanan, cihazı ithal eden, son montajı yapan, testlerini gerçekleştiren firmayı ifade eder. Testlerin gerçekleştirilmesi ve kontrolü için yüklenici firma uluslararası akredite firmalar ile çalışabilir ve kurulum sırasında altyükleniciler ile çalışabilir. Alıcıya karşı tüm sorumluluk yüklenicide olacaktır.

1.4. Bu şartnamede tanımlandığı şekilde Sistem tasarımı, üretimi, performansı, test ve güvenilirliği konusunda Satıcı tarafından genel bir sorumluluk kabul edilecektir. Bu sorumluluk, kurulum süresince gereken teknik desteğin sağlanmasından başlayarak cihazın garanti süresi boyunca devam edecektir. Satıcı altyüklenicilerden tedarik ettiği tüm alt ekipman ve sistemlerin performansı için taşeron firmaların işlerinde sorumlu olacaktır. Satıcı, teklifte belirtilen tüm gereksinimlerin karşılandığına dair sayısal verileri üretici onaylı sağlamak durumundadır. Altyüklenicilerin herhangi bir alt sistem kullanması durumunda alt sistemlerin gereklilikleri karşıladığına dair tüm kontrol, test ve kabul işlemleri satıcı tarafından yapılacaktır ve sayısal veriler alıcıya verilecektir ve garantilerinden sorumlu olacaktır. Satıcı, herhangi bir durumda sevkiyat öncesi tespit edilen uygunsuzlukları, teslim tarihini etkilemeden sorunu düzeltme sorumluluğunu kabul eder.

1.5. Satıcı, bu şartnamedeki bütün kalemleri ve maddeleri teklifinde tek tek belirtir. Her madde ve paragraf "teknik şartnameye cevap" dokümanında teker teker yazılarak uygunlukları açıklanır. Ek açıklamalar ve sayısal bir değer gerektiren her kriter için önerilen sayısal değerler verilir. Teknik şartnameye cevapta her bir madde için yalnızca "Uygun" veya "Uygun Değil" yazılması kabul edilmez.

2. Koordinat Ölçüm Cihazı (CMM) Genel Özellikleri:

2.1. Cihaz, parçaların 3 (üç) boyutlu olarak boyutsal ölçülerini, geometrik toleranslarını ölçmede ve tersine mühendislik işlemlerinde kullanılacaktır.

2.2. Cihaz köprü tipinde olmalı, köprü kısmı 3 eksende hareket edebilir şekilde olmalıdır. Köprü yapısı yüksek rijitlik, düşük kütle ve düşük termal genleşme sağlayacak malzemeden imal edilmiş olmalıdır.

2.3. Cihazın ölçüm tablası granit malzemeden imal edilmiş olmalıdır.

2.4. Sistemin net ölçme kapasitesi aşağıda belirtilen değerlere eşit veya daha fazla olmalıdır.

X ekseni: 890 mm

Y ekseni: 1090 mm

Z ekseni: 790 mm

2.5. Sistem, cihazın manuel kontrolünü sağlayan ergonomik bir el kumandası (joystick) ile birlikte teslim edilmelidir. El kumandası ile üç eksenli manuel hareket kontrolü ve hız ayar kontrolü yapılabilmelidir. Buna ek olarak acil durdurma butonu ve programlanabilir fonksiyon tuşlarına sahip olmalıdır.

2.6. Sistem, noktasal ölçümlerin yanı sıra temaslı sürekli tarama özelliğine sahip olmalı; serbest form yüzeyler, profil toleransları ve eklemeli imalat ile üretilen parçaların yüksek yoğunluklu veri ile ölçülmesine olanak sağlamalıdır.

2.7. Sistem, yüksek dinamik performansa sahip olmalı, otomatik ölçüm modunda yüksek ivmelenme ve hassas eksen kontrolü sayesinde ölçüm doğruluğunu etkilemeden kısa çevrim süreleri sağlamalıdır. Cihaz 100 mm/s tarama hızını sağlayabilmelidir.

2.8. Teklif edilen CMM sisteminin dış boyutları (en × boy × yükseklik), toplam ağırlığı ve kurulum için gerekli minimum alan ile temel gereksinimleri teknik dokümanlarda açıkça belirtilmiş olmalıdır.

2.9. Teklif edilen CMM sisteminin ölçüm tablasının taşıma kapasitesi en az 700 kg olmalıdır. Ölçüm tablasının taşıma kapasitesi üretici tarafından teknik dokümanında açıkça belirtilmiş olmalıdır.

2.10. Ölçüm yazılımı metrik (SI) ve İngiliz birim sistemi (inç) ile çalışabilmelidir. Ölçüm sonuçlarını her iki birim sisteminde raporlayabilmeli ve birimler arasında otomatik dönüşüm yapabilmelidir.

2.11. Teklif edilen sistemin performans doğrulaması ISO 10360 serisi standartlarına göre yapılmış olmalı; üretici tarafından beyan edilen doğruluk değerleri ve tarama performansları bu standartlara uygun olarak belgelendirilmelidir.

2.12. Sistem, aktif sıcaklık kompanzasyon sistemine sahip olmalı ve üretici tarafından belirtilen çalışma sıcaklığı aralığında ISO 10360 standardına göre beyan edilen ölçüm doğruluğunu sağlamalıdır. Çalışma sıcaklığı ve doğruluk performansı üretici teknik dokümanlarında açıkça belirtilmiş olmalıdır.

2.13. Teklif edilen CMM sisteminin ISO 10360-2 standardına göre uzunluk ölçüm doğruluğu, 18–22 °C referans sıcaklık aralığında en fazla (1,7 + L/300) µm olmalıdır.

2.14. Sistem, eksen konumlarının belirlenmesinde yüksek çözünürlüklü doğrusal ölçüm sistemi kullanmalı ve eksen çözünürlüğü en az 0,1 µm olmalıdır.

2.15. Sistem ile birlikte, prob ve prob uçlarının kalibrasyonunda kullanılmak üzere üretici tarafından önerilen, kalibrasyon sertifikalı referans küresi seramik malzemeden imal edilmiş olmalı; montaj aparatı/standı ve muhafaza kutusu standart olarak teslim edilmelidir.

2.16. Prob kalibrasyonunda kullanılacak referans küresinin küresellik (Sphericity) hatası en fazla 0,2 µm olmalı ve bu değer üretici tarafından düzenlenmiş izlenebilir kalibrasyon sertifikasında belirtilmiş olmalıdır.

2.17. Sistem, sabit ve temiz basınçlı hava beslemesi için hava girişinde basınç regülatörü ve uygun hava hazırlama elemanları (filtre ve/veya kurutucu) ile birlikte teslim edilmelidir.

2.18. Sistem, karmaşık geometrili parçaların farklı yönlerden ölçümünü sağlayacak motorize indekslemeli prob kafasına sahip olmalı; prob kafası otomatik olarak farklı açılarda konumlanabilmeli ve sürekli tarama probu ile tam uyumlu çalışabilmelidir.

2.19. Sistem, oluşabilecek prob çarpışmalarına karşı koruma mekanizmasına sahip olmalı ve prob çarpışması durumunda operatörü sesli ve/veya görsel olarak uyarmalıdır.

2.20. Sistem, otomatik prob ve prob ucu değiştirme özelliğine sahip olmalı ve en az 6 farklı prob/prob ucu konfigürasyonunu depolayabilecek prob magazini ile birlikte teslim edilmelidir. Sistem, ilave prob magazini eklenmesine uygun modüler yapıda olmalı ve bu genişletme ilave bir ara donanım gerektirmeden standart ölçüm yazılımı tarafından desteklenmelidir.

2.21. Sistem, farklı çap ve uzunluklarda prob uçlarını desteklemeli; ölçülecek parçaların geometrisine uygun prob konfigürasyonlarının oluşturulmasına imkân sağlamalıdır. Sistem ile birlikte ölçüm uygulamalarında kullanılmak üzere yeterli sayıda farklı çap ve uzunlukta prob ucu standart olarak teslim edilmelidir.

Prob Ölçüleri	Prob Miktarı	Özellikler
Ø1 mm × 20±5 mm	3 Adet	Küçük deliklerin ölçümü için kullanılacaktır.

		Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø2 mm × 30±5 mm	3 Adet	Küçük deliklerin ölçümü ve genel ölçüm için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø3 mm × 50±10 mm	5 Adet	Genel ölçüm için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø5 mm × 50±10 mm	5 Adet	Genel ölçüm ve sürekli tarama için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø5 mm × 100±20 mm	2 Adet	Derin delikler için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø5 mm × 200±20 mm	2 Adet	Büyük parçalar için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø7±2 mm × 60±20 mm	2 Adet	Yüzey pürüzlülüğü yüksek parçaların ölçümü için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø7±2 mm × 100±20 mm	2 Adet	Yüzey pürüzlülüğü yüksek parçaların ölçümü için kullanılacaktır. Yakut küreye sahip olmalıdır.
Ø7±2 mm × 100±50 mm	1 Adet	Pürüzlü ve aşındırıcı yüzeylerin ölçümü için kullanılacaktır. Elmas kaplı veya eşdeğer aşınma ve malzeme yapışma direncine sahip küresi olmalıdır.

2.22. Prob sistemi, motorize prob kafası ile tam uyumlu çalışabilmeli ve otomatik prob değiştirme sistemini desteklemelidir.

2.23. Teklif edilen sistem ile tam uyumlu, sürekli tarama özelliğini destekleyen temaslı prob sistemi standart olarak teslim edilmelidir. Prob sistemi, üretici tarafından önerilen farklı çap ve uzunluktaki prob uçları ile uzatma elemanlarının kullanımına uygun olmalıdır.

2.24. Sistem ile birlikte en az 50 mm, 100 mm ve 200 mm prob uzatma elemanları verilmelidir.

2.25. Sistem ile birlikte, farklı geometri ve boyutlardaki iş parçalarının güvenli, tekrarlanabilir ve ölçüm doğruluğunu etkilemeyecek şekilde bağlanmasını sağlayan

en az 50 parçadan oluşan modüler parça bağlama fikstür seti standart olarak teslim edilmelidir. Set, en az bir adet dişli/delikli taban plakası (en az 400 × 400 mm), farklı yüksekliklerde destek elemanları, bağlama pimleri, ayarlanabilir destekler, kelepçeler, bağlantı elemanları ve montaj aksesuarlarını içermeli, ilave modüllerle genişletilebilir olmalıdır. Set içeriği (adet, tip, nitelik) teklifte listelenmelidir.

2.26. Sistemin korozyona maruz kalabilecek metal yüzeyleri uygun yüzey koruma işlemleri ile korunmuş olmalıdır. İmalattan kaynaklanan çatlak, kırık, çizik, deformasyon, malzeme, kaplama ve boya hataları bulunmamalıdır.

3. Yazılım Özellikleri

3.1. Sistem yazılımı, kullanıcı arayüzü, ölçüm programlama ve raporlama fonksiyonlarında Türkçe ve/veya İngilizce dil desteğine sahip olmalı, kullanıcı tarafından istenildiğinde diller arasında geçiş yapılabilmelidir.

3.2. Sistem, ISO GPS ve/veya ASME Y14.5 standartlarına uygun geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma analizlerini gerçekleştirebilmeli, 3 boyutlu CAD modelleri (STEP, IGES ve/veya eşdeğer formatlar) üzerinden ölçüm programı oluşturabilmeli, serbest form yüzeylerin sürekli tarama yöntemiyle ölçümünü yapabilmeli, ölçülen verileri CAD modeli ile karşılaştırarak yüzey profili ve geometrik sapmaları değerlendirebilmeli, renkli sapma haritaları oluşturabilmeli ve ölçüm sonuçlarını grafiksel ve sayısal olarak raporlayabilmeli ve raporları PDF ve/veya diğer yaygın elektronik formatlarda dışa aktarabilen ölçüm yazılımına sahip olmalıdır.

3.3. Standart ölçüm yazılımına ek olarak, 3 boyutlu CAD modelleri üzerinden otomatik ölçüm programı oluşturabilen yazılım modülü bulunmalıdır. Yazılım, STEP, IGES ve/veya eşdeğer CAD formatlarını kullanarak geometrik elemanları otomatik olarak tanıyabilmeli, uygun ölçüm stratejilerini oluşturabilmeli, otomatik ölçüm programı üretebilmeli ve oluşturulan programların kullanıcı tarafından düzenlenmesine, optimize edilmesine ve yeniden kullanılmasına imkân sağlamalıdır.

3.4. Ölçüm yazılımı, ölçüm sırasında X, Y ve Z koordinatlarını, ölçülen geometrik elemanları ve ölçüm durumunu gerçek zamanlı olarak görüntüleyebilmeli, koordinatlar metrik (mm) veya İngiliz birim sistemi (inç) cinsinden izlenebilmelidir.

3.5. Sistem, serbest form yüzeylerin sürekli tarama yöntemiyle ölçümünü gerçekleştirebilmeli, ölçülen yüzeyleri CAD modeli ile karşılaştırarak profil toleransları ve yüzey sapmalarını değerlendirebilmelidir.

3.6. Ölçüm yazılımı, prob kafası, prob uçları, uzatma elemanları ve prob konfigürasyonlarının grafiksel prob kütüphanesi üzerinden oluşturulmasına, seçilmesine, kaydedilmesine, düzenlenmesine ve yönetilmesine imkân sağlamalıdır. Oluşturulan prob konfigürasyonları ölçüm programlarında yeniden kullanılabilmelidir.

3.7. Ölçüm yazılımı, CAD modeli veya önceden hazırlanmış ölçüm programı bulunmayan parçalar için, operatörün manuel olarak gerçekleştirdiği ölçüm adımlarını kaydederek otomatik ölçüm programı oluşturulmasına imkân sağlamalıdır.

3.8. Ölçüm yazılımı, kullanıcı tarafından tanımlanabilen yerel koordinat sistemlerini desteklemeli, tek bir ölçüm programı ile fikstür, palet veya tabla üzerinde farklı konumlarda bulunan aynı veya farklı iş parçalarının yerel koordinat sistemleri kullanılarak otomatik olarak ölçülmesine imkân sağlamalıdır.

3.9. Ölçüm yazılımı, ölçüm verileri ve koordinat bilgilerinin ASCII, CSV, TXT ve diğer yaygın veri formatlarında içe aktarılması ve dışa aktarılmasını desteklemelidir.

3.10. Ölçüm yazılımı, CAD modeli veya teknik resim esas alınarak otomatik ölçüm programı oluşturabilmeli, nominal ölçü ve tolerans bilgilerini kullanarak ölçüm sonuçlarını değerlendirebilmeli, nominal değerlerle karşılaştırabilmeli ve sonuçları grafiksel ve sayısal raporlar halinde sunabilmelidir.

3.11. Ölçüm yazılımı, kullanıcı tarafından özelleştirilebilir rapor tasarımını desteklemeli, raporlarda firma logosu, parça bilgileri, ölçüm sonuçları, tolerans değerlendirmeleri, grafikler, tablo ve görseller kullanıcı tarafından düzenlenebilir olmalı, oluşturulan rapor şablonları kaydedilebilmeli ve tekrar kullanılabilmelidir.

3.12. Ölçüm yazılımı, kullanıcı tanımlı değişkenler, parametreler ve tolerans değerlerinin oluşturulmasını ve ölçüm programlarında kullanılmasını desteklemelidir. Yazılım, üretici tarafından sunulan ilave yazılım modülleri ile tam uyumlu olmalı, mevcut lisans ve yazılım altyapısı korunarak ilave modüller sisteme entegre edilebilmelidir.

3.13. Ölçüm yazılımı, datum hizalama (Datum Alignment), RPS (Reference Point System) ve Best Fit hizalama yöntemlerini desteklemeli, kullanıcı tarafından bu hizalama yöntemleri oluşturulabilmeli, ölçüm programlarında kullanılabilmeli ve gerektiğinde yeniden düzenlenebilmelidir.

3.14. Ölçüm yazılımı, tarama sonucu elde edilen ölçüm verilerinin değerlendirilmesinde uygun filtreleme yöntemlerini desteklemeli, filtre tipi ve parametreleri kullanıcı tarafından seçilebilir ve değiştirilebilir olmalıdır.

3.15. Sistem ile birlikte teslim edilecek tüm yazılım lisansları süresiz kullanım hakkı sağlamalıdır. Garanti süresi boyunca üretici tarafından yayımlanan hata düzeltmeleri,

güvenlik yamaları ve yeni sürüm güncellemeleri ücretsiz olarak sağlanmalıdır. Garanti süresi sonunda yazılım, mevcut lisans hakları korunarak ilave abonelik, yıllık bakım sözleşmesi veya lisans yenileme zorunluluğu olmaksızın kullanılmaya devam edilebilmelidir.

3.16. Satıcı, yazılım modülünün tüm kabiliyetlerini ve bu kabiliyetin uluslararası standartlara uygunluğunu teklifinde belirtmelidir.

4. Çevresel Ekipmanlar/Bileşenler

4.1. Kurulum esnasında kullanılacak olan sarf malzemeler ve operasyon esnasında kullanılacak olan takım/el aletleri sistemle birlikte teslim edilmelidir.

4.2. CMM sistemi ile birlikte teslim edilecek olan bilgisayar, teklif edilen ölçüm yazılımının tüm modüllerini (büyük montajlı CAD tabanlı ölçüm, sürekli yüksek hızlı tarama, serbest form yüzey analizi, yoğun nokta bulutu işleme ve karmaşık raporlama) herhangi bir performans kaybı, donma veya gecikme yaşatmadan, sorunsuz ve akıcı bir şekilde çalıştırabilecek kapasitede olmalıdır. Teklif edilecek bilgisayar, CMM üreticisi tarafından önerilen minimum sistem gereksinimlerini karşılamalı, en az aşağıdaki teknik özelliklere sahip donanımlar ile birlikte eksiksiz olarak teslim edilmelidir.

4.2.1. İşletim sistemi, yazılımlar ve büyük hacimli ölçüm/tarama verilerinin hızlı okunup yazılmasını sağlamak amacıyla en az 1TB kapasiteli, yüksek hızlı PCIe Gen4 veya Gen5 standardında NVMe M.2 SSD depolama birimine sahip olmalıdır.

4.2.2. Yoğun CAD verileri ve büyük nokta bulutu dosyalarının hızlı işlenebilmesi için en az 64 GB kapasiteli, iş istasyonu standartlarında en az DDR4 veya DDR5 teknolojisinde belleğe sahip olmalıdır.

4.2.3. Teklif edilen CMM ölçüm yazılımı ve donanım sürücüleri ile %100 uyumlu çalışan, lisanslı ve üretici tarafından güncellemeleri desteklenen 64-bit profesyonel işletim sistemine sahip olmalıdır (Windows 11 Pro veya güncel eşdeğeri).

4.2.4. En az 27 inç boyutunda, geniş görüş açısı sunan yüksek çözünürlüklü ekrana sahip olmalıdır.

4.2.5. Türkçe Q dizilimli standart klavye ve hassas CAD kullanımına uygun optik fareye (mouse) sahip olmalıdır.

4.2.6. Yeni nesil mimariye sahip, ağır veri işleme, yoğun nokta bulutu hesaplamaları ve CAD tabanlı ölçüm görevleri için toplamda en az 16 fiziksel çekirdekli profesyonel seri iş istasyonu işlemcisine sahip olmalıdır.

4.2.7. Sistemin genel çalışma performansı ve yazılım-donanım uyumluluğu tamamen yüklenici firmanın sorumluluğunda olup, bilgisayar sistemi tüm bağlantı kabloları ve lisans belgeleri ile birlikte çalışır vaziyette teslim edilmelidir.

4.3. Problar, kalibrasyon küreleri ve aksesuarların muhafazası için kilitlenebilir dolap sağlanmalıdır. Kilitlenebilir dolap, metal veya kompakt laminant malzemeden olup en az 120 cm genişliğe, 50 cm derinliğe ve 2 m yüksekliğe sahip olmalıdır.

5. Elektriksel Özellikler

5.1. Cihazların güç kaynağı 220/380V ±%10, frekansı ise 50-60 Hz yapısına sahip olmalıdır.

5.2. Sistemin kurulumu ve devreye alınması için gerekli tüm elektrik altyapısı, enerji dağıtım panosu, koruma elemanları, enerji ve haberleşme kablolamaları, topraklama bağlantıları, kablo kanalları, bağlantı ekipmanları, elektriksel aksesuarlar ve üretici tarafından gerekli görülen diğer tüm altyapı bileşenleri yüklenici tarafından projelendirilerek temin edilmeli, kurulmalı, test edilmeli ve çalışır durumda teslim edilmelidir.

6. Garanti ve Teknik Destek

6.1. Sistem ve yardımcı ekipmanlar dahil tüm ürünlerin paketlenmesi, nakli ve sigortalanması ile ilgili tüm maliyetler Yükleniciye aittir.

6.2. Teklif edilen CMM sistemi, kabul tarihinden itibaren en az 24 ay süreyle tam garanti kapsamında olmalıdır. Garanti süresi boyunca cihazın mekanik, elektronik, elektriksel ve pnömatik bileşenleri, kontrol ünitesi, bilgisayar, monitör, joystick, motorize prob kafası, prob sistemi, otomatik prob değiştirme sistemi, prob magazini, sistemle birlikte teslim edilen tüm aksesuarlar ile yazılım ve lisansları garanti kapsamında olmalı, bu süre içerisinde oluşabilecek üretim, malzeme veya montaj kaynaklı arızaların giderilmesi için gerekli tüm işçilik, orijinal yedek parça, servis, ulaşım, konaklama ve diğer teknik servis giderleri yüklenici tarafından herhangi bir bedel talep edilmeksizin karşılanmalıdır. Garanti kapsamında gerçekleştirilen bakım, onarım veya parça değişimi sonrasında sistemin doğruluğunu etkileyebilecek durumlarda gerekli ayarlar, doğrulama işlemleri ve yazılım güncellemeleri ücretsiz olarak yapılmalıdır.

6.3. Taşıma, paketleme ve bununla ilgili sigorta işlemleri Eklemeli İmalat Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Akıncı Mahallesi, Akıncılar Sokak, 06980 Kahramankazan/ANKARA adresine yapılacaktır.

6.4. Satıcı verdiği yazılımları süresiz olarak sunmalıdır. Garanti süresi boyunca güncelleme sağlanmalıdır.

7. Kabul Testleri ve Proses İçi Testler

7.1. Satıcı, sistem için uluslararası standartlara uygun muayene ve kabul test programını teklifinde bildirmelidir.

7.2. Kurulum tamamlandıktan sonra, Alıcı personelinin gözetiminde, cihazın kurulduğu yerde ISO 10360-2'ye göre uzunluk ölçüm doğrulama testi (E0) ve ISO 10360-4'e göre tarama performans testi yapılmalıdır. Testlerde ISO 17025 akreditasyonlu kalibrasyon sertifikasına sahip, izlenebilir referans malzemeler (mastar blok, step gauge, halka mastar vb.) kullanılmalıdır. Test sonuçları, üreticinin beyan ettiği MPE değerlerini sağlamalıdır.

7.3. Kabul testlerinin başarıyla tamamlanamaması durumunda Yüklenici, uygunsuzlukları giderdikten sonra testleri masrafları kendisine ait olmak üzere tekrarlayacaktır.

7.4. Cihazla birlikte, üretici tarafından düzenlenmiş kalibrasyon sertifikaları teslim edilmelidir. Periyodik kalibrasyon için kalibrasyon prosedürleri/kılavuzları kurulumdan önce Alıcıya verilmelidir. Satıcı, kalibre edilemeyen alet ve cihazları listesiyle teklifte bildirmelidir.

8. Montaj, Bakım-Onarım ve Yedek Parçalar

8.1. Tüm sistem için önerilen bir yedek parça listesi, alıcının tesisindeki kabul testlerinden 12 hafta önce alıcıya sağlanmalıdır. Bu liste, tüm sistem için alıcı tarafından stoklanmasını sağlayacak yedek parçaları önerir. Bu liste aşağıdaki bilgileri içermelidir:

a) Parça Numarası – OEM (Orijinal Ekipman Üreticisi) ve satıcısı

b) Satıcı fiyatı ve toplam paket fiyatı

c) Birim ve/veya toplam olarak önerilen miktarlar.

8.2. Satıcı, numune hazırlama sistemiyle birlikte bakım aralıklarını (günlük, haftalık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık gibi) ve yöntemlerini kontrol listeleriyle birlikte ayrıntılı olarak sağlamalıdır.

8.3. Tüm bakım prosedürleri bakım personeli için herhangi bir rehberlik ya da teknik destek gerektirmeyecek şekilde baştan sona adım adım, açıklayıcı görsellerle

anlatılmış şekilde (elektronik ortamda hazırlanmış video, elektronik dokümanlarla desteklenmiş olarak) ayrıntılı ve kapsamlı olmalıdır.

8.4. Sistemin işletime alınması sırasında, satıcı aşağıdakiler dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, operatör hata riskini ortadan kaldırmak için ayrıntılı olarak uygun işletme ve bakım prosedürlerini sağlamalıdır.

- Uygun olmayan ekipmanın kullanılması,
- Bileşenlerin hatalı montajı veya yeniden montajı,
- Yetersiz tamir ve modifikasyonları da içeren kötü bakım,
- Sistemleri korumak veya onarmak için yanlış araç veya gereçlerin kullanılması,
- Sistemlerin yanlış kullanılması.

8.5. Satıcı, bakım ve süreçlerle ile ilgili detaylı ve kapsamlı sorun giderme bilgilerini sağlamalıdır (en az 1 basılı kopya ve 1 elektronik kopya ile baştan itibaren adım adım, fotoğraflar ve çizimlerle gösterilen). Sistemle birlikte verilecek olan sorun giderme kılavuzlarının aşağıdaki maddelerden hangilerini kapsadığı teklifte belirtilmelidir:

- Her bir alarm ve hata mesajı
- Olası problemlerin tespiti ve kontrol altına alınma yöntemi
- Problemlerin çözümleri
- Sistemin sıfırlanması (resetlenmesi)
- Yapılması gereken periyodik testler

8.6. Satıcı, sistemin varsa sıklıkla değişmesi gereken kritik bileşenlerini ve bu bileşenlerin malzeme/alaşım tipini teklifinde belirtmelidir.

8.7. Sistemin anahtar teslim olarak projelendirilmesi, kurulumu, çalıştırılması ve çalışır vaziyette teslim edilmesi yüklenici firmaya aittir.

8.8. Kurulum sırasında ihtiyaç duyulursa vinç, forklift, transpalet vb. araçlar yüklenici tarafından sağlanmalıdır. Alıcının üstlenmesi gereken kurulum işlemleri teklifte bildirilmelidir.

8.9. Kurulum sırasında oluşabilecek yükleniciden kaynaklı her türlü hasar yüklenici firmaya aittir ve garanti kapsamında olmalıdır. Oluşan kusur proje planını etkilemeyecek şekilde en geç bir ay içerisinde giderilmelidir.

9. Eğitim

9.1. Sistem tesliminde; sistem operasyonu ve bakım onarım eğitimleri en az 5 kişi için olmalıdır.

9. Eğitim

9.1. Sistem teslimlinde; sistem operasyonu ve bakım onarım eğitimleri en az 5 kişi için olmalıdır.

9.2. Eğitim, malzemelerin teslimat adresinde gerçekleştirilir. Tüm eğitim materyalleri tedarikçi tarafından sağlanır.

9.3. Eğitim notları ayrıca elektronik ortamda teslim edilmelidir.

9.4. Eğitimlerin içerikleri, süresi ve eğitilecek personelin kazanacağı kabiliyetler teklifte açıkça belirtilmelidir.

9.5. Eğitimin başlangıç tarihi her iki tarafın da (alıcı ve satıcı) belirlediği ortak bir zamanda gerçekleştirilmelidir.

9.6. Satıcı, cihazın kullanım eğitimini alacak olan 5 kişi için ulusal veya uluslararası kabul gören bir eğitim sağlayıcısı tarafından geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma (GD&T) eğitimini sağlamalıdır. Eğitim sonunda katılan kişiler için katılım veya başarı belgesi düzenlenmelidir.

10. Dokümantasyon ve Belgeleme

10.1. Cihaz ve ekipmanlarına dair tüm kullanma kılavuzları ve talimatlar sistemle birlikte teslim edilmelidir.

10.2. Tüm cihaz el kitapları, eğitim belgeleri vb. Türkçe ve/veya İngilizce olacaktır.

10.3. Cihazlar periyodik olarak kalibre etmek üzere kalibrasyon prosedürleri/manuelleri ve her bir aletin kalibrasyon sertifikası kurulumdan önce satıcı tarafından verilmelidir. Satıcı kalibre edilemeyen aletleri, cihazları listesiyle ve detaylarıyla teklifte bildirmelidir.

10.4. Satıcı teklif edilen sistemde kullanılan tüm donanım, teçhizat ve kontrol cihazının markasını ve modelini teklifle birlikte verecektir.

10.5. Sistem, diğer tüm alt sistemler ve diğer tüm yardımcı ekipmanlar CE belgesine sahip olmalıdır.

10.6. Satıcı, teklif ettiği makine/ekipmanlara ilişkin olarak üretici firma tarafından yetkilendirilmiş satıcı, bayi veya distribütör olduğunu gösteren geçerli yetki belgesini/yazısını teklif dosyası kapsamında sunmalıdır. Söz konusu belge, teklif edilen marka ve modeli kapsamalı ve teklif tarihi itibarıyla geçerli olmalıdır.