

Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi

İşin Konusu: Akademik Rüzgar Tüneli Teknik Şartnamesi

Bu şartname, aşağıda **belirtilen malların satın alınmasına** ilişkin uyulması zorunlu standart ve kalite hususları ile bunlarla ilgili her türlü iş ve işlemlere ait esas ve usulleri kapsamaktadır.

A) Rüzgar Tüneli Yapısal Donanımı, Fan, Motor ve Motor Kontrolcü

1. Akademik ve eğitim amaçlı bu rüzgâr tüneli açık-çevrim, ses altı rüzgâr tüneli kategorisinde olacaktır.
2. Tünelin taşıyıcı yapısı (tekerlekli) olmalı cihaz istenildiği takdirde farklı yerlere taşınabilmesi için hareket ettirilebilir unsurlara sahip olacak şekilde dizayn edilmelidir, ancak tekerlekler kullanım durumunda sabitlenmelidir.
3. Rüzgâr tüneli aşağıdaki kısımlardan ibaret olacaktır:
 - a. Akış dinlendirme bölümü
 - b. Daralma konisi
 - c. Test odası
 - d. Difüzör
 - e. Fan, Motor ve Motor Kontrolcü
4. Rüzgâr tünelinin uzunluğunun 8.0 m ile 15.0 m arasında, yüksekliğinin 2.5 m ile 4.0 m arasında, genişliğinin 2.0 m ile 3.5 m arasında olması gerekmektedir.
5. Fan motorunun gücü 15 kW ile 50 kW arasında olmalıdır.
6. Fan motoru maksimum çıkış hızı dakikada en az 1000 devir en fazla 3000 devir (rpm) olmalıdır.
7. Motor kontrolcü motorun hedeflenen çalışma frekansını ayarlamaya imkân tanıyan düğme, dijital ekran vb. unsurları içeren bir kullanıcı arayüzü sağlanmalıdır.
8. Motor kontrolcü arayüzünde sıcaklık, motor yükü ve hız bilgileri bulunacaktır.
9. Pervane çapının 75 cm'den az 150 cm'den fazla olmaması gerekmektedir.
10. Pervanede kullanılan kanat yapısı kesitinin aerodinamik kanat kesiti formunda olması gerekmektedir.
11. Pervane pallerinin hatvelerinin 35 derece ile 45 derece arasında olması gerekmektedir.
12. Pervane pal sayısının en az 5 en fazla 8 olması gerekmektedir.
13. Test odasının kesitinin kare şeklinde, boyutlarının en az 75 cm x 75 cm x 150 cm (genişlik x yükseklik x uzunluk) olması gerekmektedir.
14. Test odası tabanının zeminden yüksekliği 1.0 m ile 1.3 m arasında olmalı, test odasının altında kalan kısım üç bileşenli balans sisteminin yerleştirilmesine uygun olmalıdır.
15. Test odası yan duvarları içerisinde görünmesine uygun şeffaf malzemeden yapılmalıdır.

16. Test odası duvarlarında odanın içine cihaz ve numune yerleştirmeye izin verecek şekilde kapaklar bulunacaktır. Duvarlar kablo vb. bağlantıların geçirilmesi için gerekli kapak ve deliklerin açılmasına uygun olacaktır.
17. Test odası tüm duvarları değiştirilebilir veya kolay işlenebilir malzemeden olacak, model ve ölçüm cihazları yerleştirilmesi ve bağlanmasına uygun şekilde desteklenmiş olacaktır.
18. Daralma konisi, difüzör ve test odası aşağıdaki şartları sağlamalıdır:
 - a. Akım ayrılmasına izin vermeyecek şekilde tasarlanacaktır.
 - b. Hava akışını bozacak titreşimlere neden olmayacaktır.
 - c. 5. Dereceden uygun polinom geometrisinde sahip olan rüzgar tünelinin daralma konisine dair formülasyonu tünelle birlikte sunulmalıdır.
19. Difüzör yarı açısı en fazla 3 derece olmalıdır.
20. Test odası girişindeki hava akışı aşağıdaki şartları sağlamalıdır:
 - a. Hava hızı test odası eksenine paralel olmalıdır. Diğer doğrultulardaki hız bileşenleri 2 m/s'nin altında olmalıdır.
 - b. Azami hava akış hızı en az 40 m/s olmalıdır.
 - c. Hava akış hızı 5 m/s'den 40 m/s'ye kadar 2 m/s'den fazla olmayacak aralıklarla ayarlanabilmelidir.
 - d. Ortalama hava hızı en az 1 saat süresince ortalamadan en çok 2 m/s sapacaktır.
 - e. Test odası kesit alanının en az %70'inde, 30 m/s hava akış hızında, türbülans yoğunluğunun %1'in altında olduğu uygun bir yöntem ile gösterilebilmelidir.
21. Akış dinlendirme odasının içerisinde en az bir adet bal peteği ve bir adet mesh geometrisi (ızgara) bulunacaktır.
22. Bal peteği plastik, alüminyum veya paslanmaz çelik malzemeden üretilmiş olması gerekir.
23. Mesh geometrisinin galvanizli kaplı çelik veya paslanmaz çelik telden üretilmiş olması gerekmektedir.
24. Dinlenme odası bal peteği ve ızgaralar gerektiğinde yerinden çıkartılabilir şekilde olmalıdır.
25. Rüzgar tüneli kurulumu sonrasında onay için daha sonra tarafımızdan belirlenecek bir aerodinamik kanat profilinin testleri firma tarafından yapılacaktır ve doğruluğu akademik kaynak ile karşılaştırılıp alım buna göre onaylanacaktır.
26. Rüzgâr Tünelinin kurulumu ve kabul testleri yapıldıktan sonra yüklenici firma tarafından 2 gün kullanım eğitimi verilmelidir.
27. Rüzgar tünelinin tasarım ve kurulumu kapsamında yüklenici firma hizmet listesinde havacılık ve uzay mühendisi bulunmalıdır ve tasarım ve kurulum onayları yine aynı mühendis tarafından verilen bir onay belgesi ile sonlandırılmalıdır.

B) Üç Bileşenli Balans

1. Rüzgâr tüneline takılıp sökülebilen üç bileşenli harici bir balans sistemi olmalı ve bu sistem ile test odasına yerleştirilen model üzerine etkiyen aerodinamik taşıma kuvveti

- (lift), sürüklenme kuvveti (drag), ve yunuslama momenti (pitching moment) ölçülebilmelidir.
2. Balans sisteminin ölçme aralığı taşıma kuvveti için en az 0 — 100 N, sürüklenme kuvveti için en az 0 — 50 N, ve yunuslama momenti için en az 0 — 2.5 Nm olmalı; ölçme çözünürlüğü (resolution) her bileşenin ölçme skalasının yüzde 0.50'sinden (%0.50) büyük olmamalıdır.
 3. Test bölümü, içerisine yerleştirilecek modelin istenilen hücum açlarına ayarlanmasına imkân veren donanıma sahip olmalıdır.

C) Üç Eksenli Travers Sistemi

1. Rüzgar tüneline takılıp sökülebilmek kabiliyetine sahip 3 eksen üzerinde hareket kabiliyeti olan bir travers (pozisyonlama sistemi) olmalıdır.
2. Her ekseninde geçerli olmak üzere en az 0.25 mm hassasiyet ve tekrarlama özelliklerine sahip olmalıdır.
3. Sistemin her eksenin enkoder ölçümü olmalıdır.
4. Her eksen için en az 750 mm strok boyu olmalıdır.
5. Bilgisayar üzerinden arayüz yazılımı ile kontrol edilmelidir.

D) Çok Tüplü Analog Manometre

1. Çok tüplü manometrede 32 tüp bulunacak, bütün tüplerin açısı değiştirilebilecek ve sıvı haznesinin yüksekliği ayarlanabilecektir.
2. Sütun yüksekliği en az 30 cm olmalıdır.
3. Her bir tüpün ucunda test modelinin basınç portlarından gelen hortumların kolayca takılabileceği bir bağlantı aparatı bulunmalıdır.
4. Manometre üzerinde sıvı yüksekliğinin ölçülebileceği cetvel olmalıdır.
5. Sıvı haznesinin yüksekliği ayarlanabilmeli ve titreşimden etkilenmeyecek ayak yapısına sahip olmalıdır.
6. Manometre sıvısı sağlığa zararsız su bazlı olmalıdır.

E) Aerodinamik Ölçüm Modelleri

1. Rüzgar tüneli ile birlikte toplamda 12 adet model birlikte verilmelidir.
2. Modeller:
 - a. Silindir modeli,
 - b. NACA 0012 kanat profili,
 - c. Basınç ölçüm boruları bağlantılı düz plaka sınır tabaka modeli,
 - d. Basınç ölçüm boruları bağlantılı NACA 0012 kanat profili,
 - e. Sürüklenme gövdesi – küre,
 - f. Sürüklenme gövdesi – çukur yüzeyli küre (golf topu gibi),
 - g. NACA 0015 kanat profili - slat ve slot flap ekli,
 - h. NACA 2415 kanat profili - slat ve slot flap ekli,

- i. Araba modeli,
- j. Sürükleme gövdesi - damla modeli,
- k. Yolcu uçağı modeli,
- l. Delta kanat modeli,

olmalıdır.

- 3. Ölçüm modelleri test odasına kolayca takılıp sökülebilmelidir.
- 4. Tüm kanat profili modelleri ve silindir modeli yüzeyleri üzerinde statik basınç delikleri bulunmalıdır ve bu deliklerden manometreye basınç ölçüm borusu bağlantısı sağlanmalıdır.
- 5. Silindir profil alüminyum malzemeden yapılmalı, çapı 8 cm ile 10 cm arasında, uzunluğu 20 cm ile 25 cm arasında olmalıdır.
- 6. Silindir profilin yüzeyinin sadece bir yarısında 18 derecelik aralıklarla toplam 11 adet statik basınç deliğı bulunmalıdır; delikler silindir yüzeyi ile hemiyüz olmalı, delik çevresi pürüzsüz olmalıdır.
- 7. Delikler silindir tabanından 14 cm ile 16 cm arasında aynı yükseklikte olmalıdır.

Diğer Bilgiler:

F) DENEY SETİ İLE BİRLİKTE

- 1.Bu teknik şartnameyi karşılayan rüzgar tünelinin ürün broşürü sunulmalıdır.
- 2.Rüzgar tünelinin anlatımı, çalıştırılması ve tüm deneylerin anlatıldığı deney föyü çalışma kitapçığı İngilizce olarak verilmelidir.
- 3.Eğitim setinin üniversiteye teslimatı yüklenici firma tarafından ücretsiz yapılmalıdır.
- 4.Yüklenicinin teklifine montaj ve her türlü giderler dahil olacaktır.
- 5.Alımı yapılacak olan cihaz ile ilgili, alım süreci içerisinde ayrıntılı bir sunum yapılmalıdır.
- 6.İdarece belirlenen muayene komisyonu için eğitim seti yüklenici tarafından kullanımı ve bakımı ile ilgili teknik üyelere uygulamalı eğitim verilecektir. Muayene ve kabul aşamasında ise eğitim setinin tüm fonksiyonlarının çalışır olduğunun gösterilmelidir.
- 7.Sistemin sağlıklı çalışabilmesi amacı ile tüm aksesuarları verilecektir.
- 8.Deney setinde kullanılan ölçüm aletlerinin ölçüm hassasiyetleri literatürde kabul gören aralıklarda olmalıdır.
- 9. Rüzgar tüneli için kurulum sonrası verilecek 2 günlük eğitimler ücretsiz olmalıdır.

G) GARANTİ ŞARTLARI

- 1.Montaj sırasında gerekli olabilecek aksesuar, alet, parça, temini yüklenici tarafından karşılanmalıdır.
- 2. Teklif edilen tüm donanım birimleri orijinal ve kullanılmamış olacaktır. Rüzgar tüneline nakliye esnasında darbe, ezilme gibi durumlar olmamalıdır.

3. Donanım parçalarının tek tek veya birbirleri ile bağlanmış halde çalışabilmeleri için gerekli her türlü aksesuarlar, ara bağlantı ile birlikte teslim edilecektir.
4. Bütün cihazlar en az 2 (iki) yıl garanti kapsamı içinde olmalıdır. Bu garanti üreticiye, Türkiye temsilcisi varsa yüklenici firma tarafından verilecektir. Garanti süresince kullanıcı hatası olmayan tamir, onarım ve yedek parça gereksinimlerinden ücret talep edilmeyecektir.
5. 10 yıl ücreti mukabili yedek parça ve servis garantisi olmalıdır.

H) İSTENEN BELGELER

1. Firma üretici firma ise;
İmalat Belgesi ya da TÜR belgesi,
2. Firma satıcı ise;
Yetkili satıcı ya da distribütörlük belgesi,

Tedarikçi firmanın aşağıdaki belgelere sahip olması gerekmektedir;
ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Belgesi,
ISO 10002:2018 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Belgesi