

Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi

İşin Konusu: Aerodinamik Eğitim Seti 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. Gaziantep Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Mühendisliği Bölümü Aerodinamik Laboratuvarında öğrencilerin eğitim öğretimi ve deneyleri için ihtiyaç olan ve aşağıdaki listede isim ve miktarları belirtilen “Aerodinamik Eğitim Seti” bu şartname hükümlerine göre tek bir paket halinde satın alınacaktır.

I- TEKLİF VERME:

İstekliler, aşağıdaki listede isim ve miktarları belirtilen setin tamamına teklif vereceklerdir. Bu sistemdeki modüller birbirini tamamlayacağı için verilen teklifteki ürünler birbirleriyle uyumlu çalışmalıdır. Teklif edilen deney seti taşıma, kurulum, eğitim gibi tüm masrafları kapsayacaktır.

II- TALEP EDİLEN MODÜL, SET VE SİSTEM LİSTESİ:

Modüler tipteki Dikey Hava Akış Rüzgar Tüneli Eğitim ve Deney Seti ana ünite ve üzerine takılan deney modül ve üniteleri sırasıyla aşağıda tanımlanmıştır. İstekliler bunların tamamına, eksiksiz ve set olarak teklif vermelidirler.

1	DİKEY HAVA AKIŞ ANA DÜZENEGİ	1 adet
2	BERNOULLİ DENKLEMİ DENEY MODÜLÜ	1 adet
3	SÜRÜKLEME KUVVETİ DENEY MODÜLÜ	1 adet
4	YUVARLAK TÜRBÜLANSLI JET DENEY MODÜLÜ	1 adet
5	SINIR KATMANI DENEY MODÜLÜ	1 adet
6	DİRSEK ETRAFINDAKİ AKIŞ DENEY MODÜLÜ	1 adet
7	COANDA JETİ DENEY MODÜLÜ	1 adet
8	AKIŞ GÖRSELLEŞTİRME DENEY MODÜLÜ	1 adet
9	KANAT ÜZERİNDE BASINÇ ÖLÇÜM DENEY MODÜLÜ	1 adet

III- SİSTEM MODÜL VE ÜNİTELERİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ:

DİKEY HAVA AKIŞ ANA DÜZENEGİ:

- Dikey tipte yerleştirilen ve çeşitli hava akışı deney modülleri için temel ünite olarak hava akışı sağlayan mobil tipte bir tezgah olmalıdır.
- Aerodinamik prensiplerin öğretilmesine yönelik kapsamlı bir sistemin temel ünitesi olmalı ve çoklu basınç ölçüm manometresi ile birlikte verilmelidir.
- Her biri belirli bir hava akışı prensibini veya olayını öğrenciye göstermek üzere tasarlanmış deney modülleri üzerine takılabilmeli ve bu sekiz farklı ünite yapılacak deneye göre kolaylıkla değiştirilebilir tipte olmalıdır.
- Modüller kolay kurulum yapılabilecek özellikte bağlantılara sahip olarak ana üniteye bağlanarak hızlıca takılıp çıkarılabilir, basit ve güvenli olmalıdır.
- Dikey Hava Akış Ana Düzenegi üzerinde elektrikli fan ve ayarlanabilir hava akışı kontrolü bulunmalıdır.
- Bu düzenek, küçük ölçekli ve tekerlekli ayakları ile hareketli olmalıdır.
- Düzenek, raflar ve depolama alanı içeren çelik bir çerçeveye monte edilmiş olmalıdır.
- Her bir deney modülü, mafsallı kelepçeler ile tünel ağzına takılabilmelidir.

- Basınç ölçümü bağlantıları için hızlı takılan kaplinler bulunmalıdır.
- Düzenek, aerodinamik tasarımda üretilmiş olmalıdır.
- Test bölümünden tahliye tezgahın tepesine doğru yönlendirilir tipte olmalıdır ve burada havayı toplamak için dairesel bir delik bulunmalıdır. Böylece hava, bir kanal yoluyla tezgahın arkasına doğru iletebilmelidir.
- Hava akışı yaklaşık 100 x 50 mm çalışma bölümünde yaklaşık 30 m/s ($9 \text{ m}^3/\text{dk}$) olmalıdır.
- Akış tezgahının boyutları yaklaşık 950 mm genişliğinde, önden arkaya 740 mm boyutunda ve 1900 mm yüksekliğinde olmalıdır ve toplam ağırlığı 130 kg'dan fazla olmamalıdır.
- Sistem ile birlikte verilecek olan Çok Tüplü Manometre üzerinde birden fazla hava basıncını ölçmek için tasarlanmış olmalıdır.
- Manometre, eğilebilir tipte olup 14 adet tüp içermelidir.
- Manometre içinde ölçüm yapmak üzere güvenliği ve basit olması için su kullanılmalıdır. Su seviyelerini net bir şekilde görmek için toksik olmayan renkli boya bulunmalıdır.
- Manometrede ayarlanabilir yükseklik sistemi ve dengeleme ayakları bulunmalıdır. Etkili ölçüm aralığı en az 260 mm olmalıdır.
- Manometre sıvısının deposu, uygun bir yüksekliğe ayarlanabilecek şekilde dikey bir çubuk üzerine monte edilmiş olmalıdır.
- Manometre neredeyse yatay olacak şekilde 80° eğilebilir olmalı ve aşağıdaki gibi bir ölçek büyütmesi sağlayacak şekilde herhangi bir açıda yerleştirilebilmelidir:
 - 0° , 1,00 ölçek büyütme sağlamalıdır (okuma $\times 1,0$)
 - 60° , 2,00 ölçek büyütme sağlamalıdır (okuma $\times 0,5$)
 - 78° , 5,00 ölçek büyütme sağlamalıdır (okuma $\times 0,2$)
- Ölçek aralığı 0 - 260 mm olan su yükseltisi, 2 mm'lik aralıklarda gözlemlenebiliyor olmalıdır.
- Manometrenin yaklaşık boyutları en az 640 mm genişlikte x 160 mm derinlikte x 470 mm yükseklikte ve boya şişesi dahil yaklaşık ağırlığı 6 kg olmalıdır.

BERNOULLİ DENKLEMİ DENEY MODÜLÜ:

- Yakınsak - ıraksak bir kanaldaki basınç dağılımını ölçmesine olanak tanınmalıdır.
- Bernoulli'nin hava denklemini ve sınır tabakası etkilerinden kaynaklanan sınırlamalarını hızlı ve basit bir şekilde gösterir bir tasarıma sahip olmalıdır.
- Hızlı ve kolay montaj için Modüler Hava Akışı Tezgahının daraltılmasına yönelik manivellalı kelepçe bağlantıları bulunmalıdır.
- Deney modülü üzerinde Manometreye hortumlar ile hızlı ve güvenilir basınç bağlantılarının yapılabileceği kaplinler bulunmalıdır.
- Test nozulunun profilinin ve Pitot statik tüpünün konumunun açıkça görülebilmesi için kanalın ön tarafı şeffaf olmalıdır.
- Deney modülü ile; Bernoulli denkleminin doğrulanması, Pitot statik tüp ve su manometresinin kullanımı yapılabilmeli ve öğrenciye gösterilebilmelidir.
- Modül üzerindeki dikdörtgen kesitli kanal ana ünite üzerindeki daralma çıkışına takılmalıdır. Kanalın iç duvarındaki astarlar paralel boğazda daralma ve ardından orijinal genişliğe genişleme sağlamalıdır.
- Pitot-statik tüpün kullanımını öğrencilere gösterebilecek özellikte olmalıdır.
- Yakınsak-ıraksak bir geçit boyunca akışın Bernoulli teoremine uygulanmasını araştırmalıdır.
- Basınç kademeleri hava kutusundan ve Pitot-statik probdan çok tüplü manometreye hortumlarla bağlanabilmelidir.

SÜRÜKLEME KUVVETİ DENEY MODÜLÜ:

- Çeşitli şekillerdeki sürüklenmenin doğrudan ve dolaylı ölçümünü araştırmasına olanak tanıyan bir deney modülü olmalıdır.
- Çeşitli cisimlerin sürüklenmesinin, bir silindir etrafındaki basınç dağılımının ve farklı cisimlerin izlerinin incelenmesine olanak sağlamalıdır.

- Ölçülen basınç dağılımından sürüklemeyi hesaplama yapmasına, doğrudan ölçülen ve hesaplamaları karşılaştırmasına olanak sağlamalıdır.
- 1 adet silindir, 1 adet düz plaka ve 1 adet NACA0020 kanat profili deney modülü ile birlikte verilmeli ve bu modellerin sürüklenme kuvvetinin karşılaştırılmasına olanak verilmelidir.
- Test kanalının şeffaf yüzeyi ile rahat gözlem yapılabilmesi ve net bir şekilde basılmış ölçekleri bulunmalıdır.
- Deneyi yapan kişinin deneyi ve modelleri görmesine ve ayrıca Pitot Tüpünü doğru şekilde konumlandırmasına olanak vermelidir.
- Deney modülü ile; Silindir etrafındaki basınç dağılımının ölçülmesiyle direnç katsayısının belirlenmesi, sürüklenme katsayısının belirlenmesi, silindir çevresindeki sürüklenme katsayısının doğrudan ölçüm yoluyla belirlenmesi ve basınç dağılımı ve elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması, modeller arasındaki direnç katsayısının doğrudan ölçümü ve karşılaştırılması yapılmalıdır.
- Ana ünitenin yan tarafında bir denge kolu bulunmalıdır ve modeller ana ünitenin içine rahatça yerleştirilebilmelidir.
- Cihazla birlikte; basınç dağılım deneyi için silindir ve iletke modeli, sürüklenme kuvveti deneyleri için diğer iki model olan düz plaka (ters prizma) ve kanat açıklığı en az 49 mm, kord uzunluğu en az 63 mm ve etkin yüzey alanı en az $0,0031 \text{ m}^2$ olan NACA0020 simetrik kanat profili verilmelidir.

YUVARLAK TÜRBÜLANSLI JET DENEY MODÜLÜ:

- Bir tüpün ucundan çıkan hava jetini incelenmesine olanak sağlayan bir tasarımda yapılmış olmalıdır.
- Bir tüpün ucundan çıkan jetin hızı üzerinde bir dizi test yapılmasına olanak sağlamalıdır.
- En iyi sonuçların alınabilmesi için tüpün özenle tasarlanmış bir girişinin olması gereklidir.
- Hızlı ve kolay montaj için Modüler Hava Akışı Tezgahının hava çıkış odasına geçişli kelepçelerle bağlantı yapılabilmelidir.
- Pitot tüpünün Manometre ile rahat bağlantı sağlaması için kolay bir sistem olmalıdır.
- Deney modülü ile; Merkez hat hızının azalması, Jet boyunca çeşitli mesafelerdeki hız profili ve jetin yayılmasının gelişimi, Jetteki kütle akışının nasıl arttığını, kinetik enerji akışının nasıl azaldığını ve momentum akışının jet uzunluğu boyunca nasıl sabit kaldığını göstermek için hız profillerinin analizinin yapılmasına olanak vermelidir.
- Deney modülü üzerinde aerodinamik olarak yuvarlatılmış girişe sahip bir silindirik tüp bulunmalıdır.
- Pitot tüpünün jette istenilen konuma getirilebilmesi için tüp üzerinde bir hareketli mekanizma ile desteklenmiş olmalıdır.
- Jetin eksen etrafındaki simetrisini kontrol etmek için mekanizma bir bütün olarak istenilen konuma getirilebilmelidir.
- Jet tüpünün çapı 51,6 mm olmalıdır.

SINIR KATMANI DENEY MODÜLÜ:

- Düz bir plaka üzerinde sınır tabakası deneylerinin yapılması ve gözlemlenmesi için tasarlanmış bir deney modülü olmalıdır.
- Farklı basınç derecelerine sahip pürüzlü ve pürüzsüz yüzeylere sahip olan laminar ve türbülanslı sınır katmanlar üzerinde çeşitli akış deneylerinin yapılmasına olanak tanınmalıdır.
- Sınır tabakası hız profilini ölçmek üzere deney modülü üzerinde iyi sonuçları elde etmeye yarayan ince mikrometre ayarlı bir Pitot Tüpü bulunmalıdır.
- Modüler Hava Akışı Tezgahının üzerine hızlı ve kolay montaj için manivelalı kelepçe bağlantı sistemi bulunmalıdır.
- Manometreye hortumlar ile hızlı ve güvenilir basınç bağlantılarının yapılabileceği kaplinler bulunmalıdır.
- Test bölümünün ön kısmı şeffaf olmalıdır. Öğrenciler deneyi ve Pitot tüpünün konumunu net bir şekilde görebilmelidir.

- Deney modülü ile; Laminer ve türbülanslı sınır katmanlarında hız profilinin ölçümü, hem pürüzlü hem de pürüzsüz plakalar üzerinde oluşan sınır tabakasındaki hız profilinin ölçümü, plakanın ön kenarından çeşitli mesafelerde sınır tabakasındaki hız profilinin ölçümü, basınç değişik derecelerdeki sınır tabakasının hız profili üzerindeki etkisi deneylerinin yapılmasına olanak vermelidir.
- Deney modülü, bir sınır tabakası oluşturmaya için karşıdan gelen akışa bakan keskin kenarlı düz bir plaka, şeffaf bir çalışma bölümüne yerleştirilmiş olmalıdır.
- Plakanın bir tarafı pürüzsüz diğer tarafı pürüzlü olmalı ve plaka ters çevrilerek her iki yüzeyde de test yapılarak deney sonuçları alınmalıdır.
- Mikrometreye monte edilen kama şeklindeki pitot tüpü, öğrencilerin sınır tabakasındaki hızı hassas şekilde ölçmesine olanak vermelidir.
- Borunun ucu, akışa dar bir yarık açıklığı sunacak şekilde düzleştirilmiş olmalıdır.
- Mekanizma, geri tepmeyi önlemek için yaylı olmalıdır ve pitot tüpünün yer değiştirmesini mikrometre üzerinden okunacak şekilde olmalıdır. En az 150 mm uzunluk, 1,2 mm iç çap boyutlarında olmalıdır.
- Bağlantı yapılarak genel olarak hızlanan serbest akış koşulları, genel olarak yavaşlayan serbest akış koşulları, düzgün serbest akış koşulları, hem laminer hem de türbülanslı katmanlar için deneyler de yapılabilir.

DIRSEK ETRAFINDAKİ AKIŞ DENEY MODÜLÜ:

- Deneyi yapan kişinin düzgün dikdörtgen bir dirsek üzerindeki basınç dağılımını ölçmelerine olanak tanıyan bir deney modülü olmalıdır.
- İç akış sorunlarına örnek olarak basınç dağılımını deney olarak göstermek üzere düzgün bir dikdörtgen kıvrım olarak tasarlanmış deney modülü verilmelidir.
- Modüler Hava Akışı Tezgahının üzerine hızlı ve kolay montaj için manivelalı kelepçe bağlantı sistemi bulunmalıdır.
- Manometreye hortumlar ile hızlı ve güvenilir basınç bağlantılarının yapılabileceği kaplinler bulunmalıdır.
- Manometre üzerinde basınç profilinin rahat görülebilmesini sağlamalıdır.
- Deney modülü ile; Kavisli iç ve dış duvarlar boyunca basınç dağılımı, radyal basınç dağılımı ve serbest girdap hızı dağılımını varsayarak tahmin edilenle karşılaştırmasının yapılması, sürtünme kaybı katsayısının (K) hesaplanması gibi konuları yapılabilir.
- 90 derece düzgün dairesel kıvrıma sahip en az 50 mm x 100 mm'lik dikdörtgen daralan bir kanala sahip olmalıdır.
- Bükülmenin iç yarıçapı en az 50 mm, bükülmenin dış yarıçapı en az 100 mm olmalıdır. Dirsek duvarı boyunca önemli noktalarda basınç ölçüm tapaları yerleştirilmiş olmalıdır.
- İç kavisli duvar boyunca 10'lu set, dış kavisli duvar boyunca 10'lu set, dirsek köşesinin 45° radyal bölümünde 55 mm ve 95 mm arasında çeşitli yarıçaplarda ve eşit aralıklı 9'lu set, girişin yakınındaki yan yüzde 1 adet referans basınç ölçüm tapası bulunmalıdır.
- Daralma bölümünden gelen hava kanal boyunca üflenmeli ve atmosfere atılmalıdır.

COANDA JETİ DENEY MODÜLÜ

- “Coandă” etkisinin araştırılmasına olanak sağlayan bir deney modülü olmalıdır.
- Modüler Hava Akışı Tezgahının üzerine hızlı ve kolay montaj için manivelalı kelepçe bağlantı sistemi bulunmalıdır.
- Açıkça basılmış ölçeklere sahip şeffaf önlü test kanalı bulunmalıdır ve deneyin net bir şekilde görülmesini ve bileşenlerin doğru şekilde konumlandırılmasını sağlanmalıdır.
- Deney modülü ile; “Coandă” etkisinin gösterilmesi, akışkan “flip-flop” gösterimi deneyleri yapılabilir.
- Deney modülünde nominal boyutları en az 10 mm x 100 mm olan dikdörtgen besleme nozulunu barındıran nozul plakası bulunmalıdır.

- Nozül ayarlanabilir en - boy oranı; 10:1, 12,5:1, 20:1 olmalıdır.
- Bağlantı duvarları; -4 mm ile 20 mm arasında ofset olarak, açısız konumu 0 – 120 derece, esnek sızdırmazlık şeritleri ile kapatılabilen tipte ve çıkarılabilir ayırıcı blok bulunan tamamen ayarlanabilir tipte olmalıdır.

AKIŞ GÖRSELLEŞTİRME DENEY MODÜLÜ:

- Duman çizgileri kullanılarak çeşitli şekillerdeki modeller etrafındaki hava akışlarını görsel olarak izlemeye olanak veren bir modül olmalıdır.
- Deney modülünde kesif şekilde duman üreten bir duman jeneratörü verilmelidir.
- Modüler Hava Akışı Tezgahtının üzerine hızlı ve kolay montaj için manivelalı kelepçe bağlantı sistemi bulunmalıdır.
- Deney modülü ile farklı şekilli iki boyutlu modellerden oluşan bir set verilmelidir.
- Açısız ölçeğe sahip şeffaf önlü test kanalı bulunan ve modellerin net bir şekilde görülmesini ve doğru şekilde konumlandırılmasını sağlayan bir test odası bulunmalıdır.
- Dumanın Modüler Hava Akış Tezgahtı tarafından kolayca ve güvenli bir şekilde uzaklaştırılmasına olanak tanıyan yeterli uzunlukta tahliye kanalı ile birlikte teslim edilmelidir.
- Deney modülü ile; 1 adet silindir, 1 adet düz plaka, 1 adet kanat profili ve keskin kenarlı bir delik / yarık etrafındaki akış modellerinin gösteriminin yapılacağı aparatlar verilmelidir.
- Sistem geniş bir çalışma bölümü ve şeffaf pencereye sahip, özel olarak şekillendirilmiş bir kanaldan oluşmalıdır.
- Çeşitli modellerin etrafındaki akışın görselleştirilmesini sağlamak için, duman jeneratöründen gelen duman, esnek borulardan geçerek girişteki kanal sayesinde test çalışma bölümüne kadar uzanan aerodinamik bir manifolda geçmelidir. Kanal, türbülansı azaltacak yapıda çalışma bölümüne doğru geçmelidir.
- Kanal, çalışma bölümüne monte edilen iki boyutlu modellerin etrafından duman filamanlarının çıktığı ve aktığı bir boruya sahip olmalıdır.
- Duman akış eğimi çizgilerinin model yüzeyine belirli ilgi noktalarında temas etmesini sağlayacak şekilde ayarlanabilir özellikte olmalıdır.
- Duman çizgileri, sabit ve kararsız akış alanlarını, kalınlaşan sınır katmanlarını ve ayrılma alanlarını görsel olarak gösterecek şekilde olmalıdır.
- Duman egzoz çıkışı esnek bir hortum bağlantısı ile Modüler Hava Akışı Tezgahtından dışarıya atılabilir.

KANAT ÜZERİNDE BASINÇ ÖLÇÜM DENEY MODÜLÜ:

- Deneyi yapan kişinin iki boyutlu bir kanat profili etrafındaki basınç dağılımını araştırmasına olanak sağlayan bir deney modülü olmalıdır.
- Modüler Hava Akışı Tezgahtının üzerine hızlı ve kolay montaj için manivelalı kelepçe bağlantı sistemi bulunmalıdır.
- Manometreye hortumlar ile hızlı ve güvenilir basınç bağlantılarının yapılabileceği kaplinler bulunmalıdır.
- Manometre okumaları basınç dağılımının hem modelini hem de büyüklüğünü açıkça gösterdiğinden öğrencilere hem görsel hem de analitik bir deneyim sağlayacak tasarımda olmalıdır.
- Baskılı ölçeğe sahip test kanalının şeffaf ön ve arka kısmı deneyin net bir şekilde görülmesini ve kanat profili açısının doğru şekilde ayarlanmasını sağlamalıdır.
- Deney modülü; Bir kanat profili etrafındaki basınç dağılımının görselleştirilmesi ve ölçülmesi, bir kanat profilinin kaldırma özellikleri ve durma açısının görülmesine olanak verilmelidir.
- Deney setinde şeffaf kenarları olan bir kanala monte edilmiş 1 adet NACA0020 simetrik kanat profili verilmelidir.

- Kanat profilinin üst ve alt yüzeylerinde, her yüzeyde altışar adet olmak üzere basınç ölçüm delikleri bulunmalıdır. Bu bağlantı noktaları ile sistemdeki manometreye manifoldlar vasıtasıyla bağlantı yapılabilmelidir.
- Cihazla birlikte; verilecek olan kanat modeli kanat açıklığı en az 49 mm, kord uzunluğu en az 63 mm ve etkin yüzey alanı en az 0,0031 m² olan NACA0020 simetrik kanat profili olmalıdır.
- Kanat profili üzerinde bulunan 12 adet basınç ölçüm tapalarının mm olarak konumu sırası ile (Ön Kenardan Kılavuz Çekme Numarası Konumu: 1. manifold 2.2 / 2. manifold 3,9 / 3. manifold 6.1 / 4. manifold 8.7 / 5. manifold 11,8 / 6. manifold 14,8 / 7. manifold 20.0 / 8. manifold 25,6 / 9. manifold 31.4 / 10. manifold 37.3 / 11. manifold 43.4 / 12. manifold 49,5) şeklinde olmalıdır.

IV- YAPILACAK DENEYLER:

Yukarıda sayılan deney seti ve modüller kullanılarak aşağıda belirtilen deneylerin yapılabilmesi gerekmektedir. Ayrıca her deneyin İngilizce deney anlatım kılavuzları (deney föyleri) set ile birlikte teslim edilmelidir.

- Bernoulli denkleminin doğrulanması (Confirmation of Bernoulli's equation).
- Pitot statik tüp ve su manometresi kullanımı (The use of a Pitot static tube and water manometer).
- Silindir etrafındaki basınç dağılımının ölçümü ile sürükleme katsayısının belirlenmesi (Determination of the drag coefficient by measurement of the pressure distribution around the cylinder).
- Art izi traversi ile sürükleme katsayısının belirlenmesi (Determination of the drag coefficient by wake traverse).
- Silindir etrafındaki sürükleme katsayısının doğrudan ölçümle belirlenmesi ve basınç dağılımı ve art izi traversi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması (Determination of the drag coefficient around the cylinder by direct measurement and comparison to results obtained by pressure distribution and wake traverse).
- Silindir, düz plaka ve kanat profili sürükleme katsayısının doğrudan ölçümü ve karşılaştırılması (Direct measurement and comparison of drag coefficient between a cylinder, flat plate and aerofoil).
- Merkez hat hızının bozulması (Decay of the centre-line velocity).
- Jet boyunca çeşitli mesafelerde hız profili ve jetin yayılmasının gelişimi (Velocity profile at various distances along the jet and the development of the spread of the jet).
- Jet içindeki kütle akısının nasıl arttığını, kinetik enerji akısının nasıl azaldığını ve momentum akısının jet uzunluğu boyunca nasıl sabit kaldığını göstermek için hız profillerinin analizi (Analysis of the velocity profiles to show how the mass flux in the jet increases, the kinetic energy flux decreases and the momentum flux remains constant along the jet length).
- Laminer ve türbülanslı sınır katmanlarda hız profilinin ölçülmesi (Measurement of the velocity profile in laminar and turbulent boundary layers).
- Hem pürüzlü hem de pürüzsüz plakalar üzerinde oluşan sınır tabakadaki hız profilinin ölçülmesi (Measurement of the velocity profile in the boundary layer formed over both rough and smooth plates).
- Plakanın ön kenarından çeşitli mesafelerde sınır tabakadaki hız profilinin ölçülmesi (Measurement of the velocity profile in the boundary layer at various distances from the leading edge of the plate).
- Basınç gradyanının sınır tabaka hız profili üzerindeki etkisi (Effect of the pressure gradient on the boundary layer velocity profile).

- Kavisli iç ve dış duvarlar boyunca basınç dağılımı (Pressure distribution along the curved inner and outer walls).
- Radyal basınç dağılımı ve serbest girdap hız dağılımı varsayımıyla tahmin edilenle karşılaştırılması (Radial pressure distribution and comparison with that predicted assuming free vortex velocity distribution).
- Kayıp katsayısının (K) hesaplanması (Calculation of loss coefficient (K)).
- Coanda etkisinin gösterilmesi (Demonstration of the Coanda effect).
- Akışkan flip-flopunun gösterilmesi (Demonstration of the fluidic flip-flop).
- Bir silindir, düz plaka, kanat profili ve keskin kenarlı bir delik/yarık etrafındaki akış modellerinin gösterilmesi (Demonstration of the flow patterns round a cylinder, flat plate, aerofoil and a sharp-edged orifice/slit).
- Bir kanat profili etrafındaki basınç dağılımının görselleştirilmesi ve ölçülmesi (The visualisation and measurement of the pressure distribution around an aerofoil section).
- Bir kanat profili kaldırma özellikleri ve perdövites açısı (Lift characteristics and stall angle of an aerofoil)

V- GENEL ŞARTLAR:

- Sistemler ve aksesuarları birbiriyle uyumlu şekilde çalışan, modüler ve bir arada kullanılabilecek ünitelerinden oluşmalıdır.
- Bu teknik şartnameyi karşılayan ürün broşürü sunulmalıdır.
- Modüler tipteki deney üniteleri; basit ve güvenli kullanım olanağı sağlamalı, yapılacak deneye göre deney modülleri rahat ve hızlı olarak takılıp sökülerek değiştirilebilmelidir.
- Genel olarak Deney Sistemleri sayesinde yapılacak deneyler ile teori ve pratik arasındaki karşılaştırma incelenebilmelidir.
- Tüm setin anlatımı, çalıştırılması ve tüm deneylerin anlatıldığı deney föyü çalışma kitapçıkları (deney anlatım kılavuzları) bölüm IV'deki deneyler için ayrı ayrı ve İngilizce olarak verilmelidir.
- Deney anlatım kılavuzlarında hem teorik bilgiler geniş olarak anlatılmalı ve hem de öngörülen deneylerin yapılış şekli ile elde edilecek sonuçlar detaylı olarak her kitapçıkta anlatılmalıdır.
- Düzenekleri tedarik eden firma tarafından cihazlar belirtilen adrese eksiksiz ve çalışır vaziyette teslim edilmelidir.
- Cihaz yukarıda belirtilen deneylerin yapılabilmesini sağlayacak tüm aksesuarlar ile birlikte komple ve çalışır vaziyette teslim edilmelidir.
- Cihazların tesliminde deney setlerin kurulumu sonrası firma tarafından bazı deneyler yapılarak kullanıcı eğitimi kapsamlı bir şekilde verilmelidir.
- Tedarikçi firmanın ISO9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Belgesi ve ISO10002:2018 Müşteri Memnuniyeti ve Şikayetleri Yönetim Sistemi Belgesi bulunmalıdır ve güncel tarihli belgesini göstermelidir.
- Tedarikçi firmanın ISO9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Belgesi TURKAK (Türk Akreditasyon Kurumu) tarafından akredite edilmiş olmalıdır.
- Söz konusu cihazlar; satıcı ve üretici firma tarafından fabrikasyon (imalat), işçilik ve montaj hatalarına karşı 5 (BEŞ) yıl parça ve işçilik garantisinde olmalıdır.
- Bu garanti süresi üretici firmanın resmi belgelerinde de gösterilebilmelidir.

VI- MUAYENE:

- Teknik şartnameye uygun olmayan Deney Sistemi ve Modüler Setleri tespit edildiği takdirde ret edilecektir.

VII- GARANTİ SÜRESİ:

- İstekli, teklif ettiği Aerodinamik Eğitim Setinin Gaziantep Üniversitesi tarafından uygunluğunun kabul edildiğini belirtir muayene raporu tarihinden itibaren başlamak üzere söz konusu cihazlar; satıcı firma tarafından fabrikasyon (imalat), işçilik ve montaj hatalarına karşı 5 (BEŞ) yıl parça ve işçilik garantisine sahip olmalıdır.
- Bu garanti süresi üretici firmanın resmi belgelerinde de gösterilebilmelidir.
- Garanti sonrası en az 5 (BEŞ) yıl yedek parça temini hususunda güvence verilmelidir.