



Aerodinamik incelemelerde önemli yeri olan rüzgar tünelleri, başta havacılık alanındaki çalışmalar olmak üzere, pek çok alanda hizmet vermektedir. Tünelin çalışma mantığında, yapay olarak oluşturulan rüzgarla, aracın, test edilecek malzeme ya da parçaların, normal rüzgar koşulları altında nasıl bir davranış gösterebileceği incelenmektedir. Geliştirme aşamasında olan araçların, oranlı olarak küçültülmüş modellerinin test edildiği rüzgar tünelleri, yapıları ve işlevleri açısından farklılıklar da göstermektedir.

Çok Yönlü Bir Test Merkezi Ankara Rüzgar Tüneli

YOLDA süzülür gibi giden bir spor araba ya da televizyonda ilginç manevralarını izlediğimiz en son teknolojiyle üretilmiş bir uçak hemen hepimizi heyecanlandırır.

Yarış için tasarlanmış bir sürat motoru, uza-ya fırlatılan bir roket ya da üstün özellikleri olan bir helikopter... Tüm bu ve benzeri araçların mükemmelliği aerodinamik açıdan uygun tasarlanmalarına bağlıdır.

Aerodinamiğin en önemli iki problemi, özellikle uçabilen araçlar için, araç üzerine etki eden aerodinamik kuvvetler ve oluşan momentlerdir. Buna göre etki eden aerodinamik kuvvetleri ve momentleri bulabilmek için gerekli en önemli kriter aracın içinde bulunduğu maddenin (tüm uçan araçlar için bu madde havadır) oluşturduğu akış modellerini görebilmek ya da hesaplayabilmektir. Çünkü akış modelleri, aracın geometrik tasarımına, madde içinde akışa göre bulunduğu konuma, ve madde içindeki hızına bağlıdır. Buna göre belirli bazı fiziksel kuvvetleri hesaplayabilmek için maddenin akışkanlık özelliklerinin ve cismin bu kuvvetlere davranışının iyi bilinmesi gerekmektedir.

Ne varki bu araştırmalar için yapılabilecek deney sistemleri için, çok büyük yapıların inşa edilip, benzer şartların yaratılması gereği ve yüksek maliyet sorunu gündeme gelmektedir. Ancak bu noktada bilim yardımı yetişmektedir. Akışkanlar, fizik kurallarına göre genelde benzer özelliklere sahiptir ya da belirli şartlarla benzer fiziksel davranış özellikleri gösterebilirler. Bunun yanı sıra araçların fiziksel ve geometrik boyutları hesaplamalarla belirli oranlarda küçültüldüğünde gerçek boyuttakilerle aynı özelliklere sahip davranışlar gösterebilmektedir. Bu da gerekli deneylerin daha küçük alanlarda, laboratuvar koşullarında yapılabilmesine, dolaylı olarak düşük maliyetlerle sonuca ulaşılmasına olanak sağlamaktadır. Rüzgar tüneli de bu noktada ha-

The German-Dutch Wind Tunnel (DNW)
Alman-Hollanda Rüzgar Tüneli



yata geçmektedir; en basit anlamda rüzgar tünelleri, bu tür aerodinamik deneylerin, laboratuvar koşullarında yapılabilmesine olanak sağlayan ve defalarca benzer koşulların yaratılabildiği özel amaçlı yapılardır.

Rüzgar tünelleri kullanım açısından; düşük hızlı ses altı (subsonik), ses geçişi (transonik), ses üstü (süpersonik) ve yüksek ses üstü (hiperssonik) tüneller genel olarak beş sınıfa ayrılabilir. Bunun dışında ikinci bir gruplama şekli de, rüzgar tünelinin yapısına göre olan sınıflamadır. Buna göre tüneller açık veya kapalı devreli, açık veya kapalı deney odalı, önden üflemlili ya da arkadan emmeli olarak çeşitli teknik sınıflara da ayrılmıştır. Tüm bu sınıflamaların dışında atmosfer basıncında çalışan, basıncı azaltılmış veya özel olarak basınçlandırılmış rüzgar tünelleri de mevcuttur. Gelişen bilim ve teknolojinin yardımıyla özellikle son zamanlarda içinde havadan başka bir gaz bulunan ve hatta bu gazın -150°C veya daha düşük ısılarla kadar soğutulduğu, özel araştırmalar için kullanılan "Cryogenic" adı verilen tüneller de bulunmaktadır.

Rüzgar tünellerinde genellikle duvarlar ya da başka bir deyişle tüpü meydana getiren yapı, düz levhalardan oluşmaktadır. Ne var ki, bazı rüzgar tünellerinde oluşturulan rüzgar akışını denetleyebilmek ya da yönlendirebilmek için akım çizgilerine göre ayarlanabilen duvarlar, yani hareketli levhalar da kullanılmaktadır. Ancak rüzgar tünellerinin hepsindeki ortak nokta, hava akışının aerodinamikle uğraşan mühendislerin kontrol edileceği şekilde tasarlanmış olmasıdır. Böylece istenen incelemeler rahatlıkla hemen hemen istenen tüm deney şartları altında yapılabilmektedir.

Rüzgar tünellerinde incelenmesi düşünülen modeller, deney odasına bir takım çubuklar ve teller yardımıyla yerleştirilebilir. Bu bağlantılar sayesinde deney yapılacak modele istenen konum verilebilmekte ve istenen inceleme yapılabilmektedir. Böylece model boyutları küçük bile olsa gerçek hayatta kullanıldığında olabilecek fiziksel konumlamalar gerçekleştirilebilmektedir. Modelle doğrudan bağlı olan bu çubuk ve/veya teller yardımıyla hareketliliği sağlanan modeller özel olarak tasarlanmış



ve programlanmış ölçü aletlerine de bağlanmakta ve deney sırasında gerekli ölçümler rahatlıkla yapılabilir. Günümüz açısından, rüzgar tüneli teknolojisindeki en son noktada da yüksek ve denetimli manyetik alanlardan yararlanarak, herhangi bir çubuk ve/veya tel kullanmadan hareketlendirilebilen model üzerinde oluşan kuvvetler ve etkili olan momentlerle ilgili gerekli aerodinamik ölçümler yapılabilmektedir. Böylece en son teknolojiyle, tel ya da çubukların önemsenmeyecek kadar küçük de olsa yaratabileceği etkiler bile yok edilebilmektedir.

Tarihte bilinen ilk rüzgar tüneli İngiltere'de 1871 yılında F.H. Wenham isimli bir gemi mühendisi tarafından inşa edilmiştir. Bu,

46 cm x 46 cm

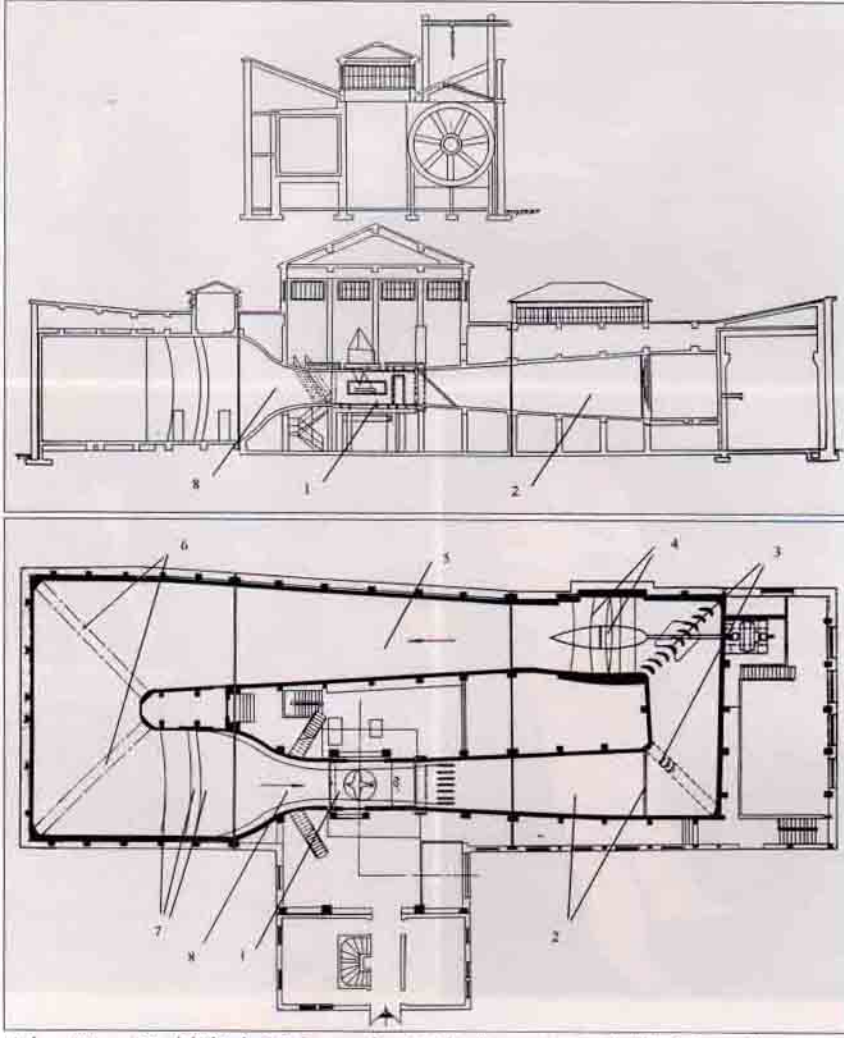
kesitinde deney odasına sahip önden üflemlili bir tüneldir. Tünelin üfleme gücü, buharlı makineyle çalışan bir fan tarafından gelmekteydi. Fan çalıştığı anda saniyede 18 metrelik hızla rüzgar akışı üretebilmekteydi. Wenham bu rüzgar

tünelini kullanarak, düz levhaların taşıma ve sürüklenme kuvvetlerini ölçmeyi başarmıştır. Havacılık açısından ilk sayılan rüzgar tüneli deneyi ise havacılığın öncülerinden olan Wright kardeşlerin, 1901 de inşa ettikleri rüzgar tüneline gerçekleştirdikleri deneylerdir. Yapılan bu deneyde kullanılan rüzgar tüneli,

40 cm x 40 cm

kesitinde, yine önden üflemlili bir tüneldir. Tünelin üfleme gücü, iki beygir gücündeki benzinli bir motordan gelmekteydi. Saniyede 12 metrelik rüzgar akış hızı olan bu tünelde yapılan deneylerde Wright kardeşler, tasarladıkları uçaklara ait kanat kesitlerini ve kanat geometrilerini incelemişlerdir.

Havacılığın öneminin her geçen gün arttığı ülkemizde ilk uçak fabrikası askeri amaçla Cumhuriyet'in ilanımdan şaşılacak kadar kısa bir süre sonra, 1926 yılında Kayseri'de kurulmuştur. 1937'de kurulan Nuri Demirağ Fabrikası ise bu amaçla kurulan ilk özel fabrikadır. 1941 yılında kurulan Türk Hava Kurumu'nun



Ankara Rüzgar Tüneli bölümleri: 1. Deney odası, 2. Çıkış dağıtıcısı ve metal elek, 3. Birinci iki sıra dönme kanatçıkları, 4. Pervane ve doğrultucu kanatçıklar, 5. İkinci dağıtıcı ya da arka deney odası, 6. İkinci iki sıra dönme kanatçıkları, 7. Perdeler, 8. Toplayıcı (Daralma Konisi)

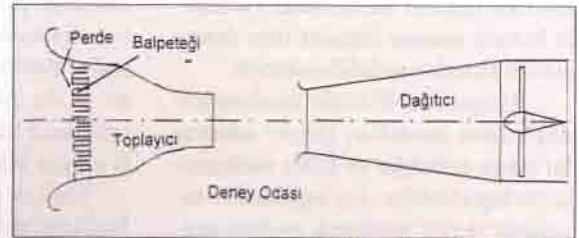
(T.H.K.) uçak fabrikası ise havacılığa yönelik bir diğer yapılanmadır. Kurulan bu iki fabrika da hem tasarım hem üretim yapılmaktaydı. Böyle bir gelişimin kaçınılmaz sonucu olarak Nu. D. 36 (iki kişilik çift kanatlı eği-

tim uçağı), Nu.D.38 (altı kişilik tek kanatlı prototip), T.H.K. 11 (üç kişilik gezi amaçlı hafif tek kanatlı uçak), T.H.K. 5A (çift motorlu taşıma amaçlı hafif uçak), T.H.K. 5 (çift kanatlı hafif ambulans uçak), T.H.K. 2 (tek

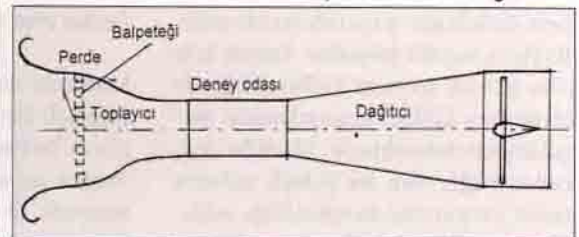
kişilik akrobatik eğitim amaçlı uçak) ve T.H.K. 13 (tek kişilik deneme amaçlı kuyruksuz uçak) benzeri zamanının ilerisinde pek çok uçak üretilmiştir. Üretimde elde edilen başarılar, Nuri Demirağ ve Türk Hava Kurumu uçaklarına, dönemin dünyadaki uçaklarını tanıtan "Jane's All The World's Aircraft" kitabının 1949 yılı baskısında iki buçuk sayfa ayrılması, Türk havacılığının o yıllarda ne kadar ileride olduğunu göstermektedir. Günümüzde de, başta F-16 olarak bilinen Savaşan Şahinler'in Türkiye'de üretilmesiyle bu süreç tekrar yakalanmaya çalışılmakta ve önemli adımlar atılmaktadır.

Atatürk'ün "İstikbal Göklerde" görüşü doğrultusunda, 1941 yılında dönemin başbakanı Şükrü Saraçoğlu, Milli Eğitim Bakanı Hasan Ali Yücel ve Türk Hava Kurumu Başkanı Şükrü Koçak tarafından bir uçak mühendisliği bölümü, uçak motoru fabrikası ve havacılık araştırma merkezi kurulması kararlaştırılmıştır. Bu bağlamda ilk Uçak Mühendisliği Bölümü 1941 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde Makine Mühendisliği Bölümüne bağlı olarak bilimsel eğitim vermeye başlar. Planlanan uçak motoru fabrikası ise 1948 yılında faaliyete geçer. Tüm bu çabalar arasında dönemin Türk Hava Kurumu başkanı ve Milli Eğitim Bakanının çabalarıyla 1944 yılında Türkiye'nin ilk rüzgar tüneli olan "Ankara Rüzgar Tüneli" nin yapımı için İngiliz Holst Firması'yla anlaşılır ve inşaatın teknik kontrolü yine bir İngiliz firması olan Miles Aircraft'a verilir. Havacılık alanında dönemin ve günü-

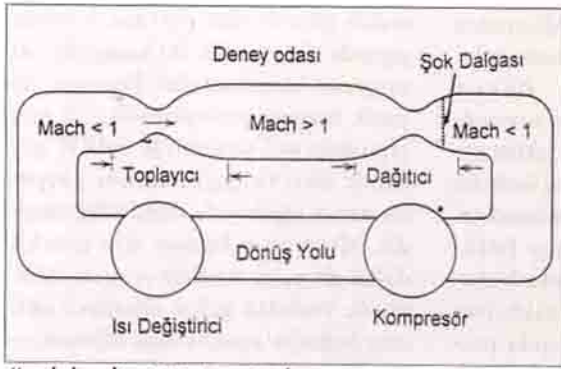
Ankara Rüzgar Tüneli (ART) deney odası. Akıma ters yönde, çıkış dağıtıcısından daralma konisi başlangıcındaki üçüncü perdeye doğru bakış



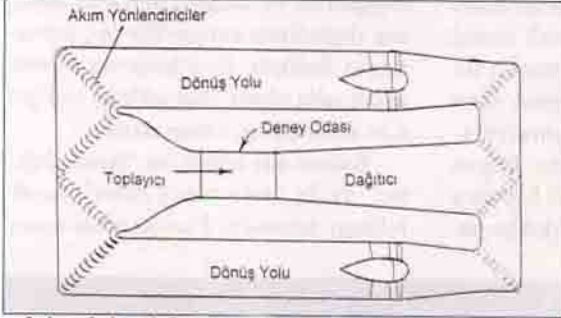
Açık devreli sesaltı rüzgar tüneli



Açık devreli ve açık deney odalı sesaltı rüzgar tüneli



Kapalı devreli sesüstü rüzgar tüneli



Çift dönüşlü kapalı devreli sesüstü rüzgar tüneli

li Savunma Bakanlığı'nın Tünel'in Türk havacılık sanayii açısından önemli ve değerli bir kuruluş olduğu yönünde görüş bildirmesi sonucu üniversitelerle temasa geçilmesi kararlaştırılır. Ancak bu temaslarda sonuçsuz kalınca 1956 yılında Tünel Milli Savunma Bakanlığı'na devredilir. 1965 yılına kadar ARGE (Araştırma Geliştirme) tarafından işletilmeye çalışılan Ankara Rüzgar Tüneli hakkında dönemin önemli bilim adamları olan Von Karman ve T. Stern tarafından olumlu görüş bildirilmiştir. Daha sonra 1967 yılında

müzün en ciddi atılımlarından olan Ankara Rüzgar Tüneli inşaatına 1947'de başlanır. 1949 yılında pervane ve motor grubunun montajına başlanan Ankara Rüzgar Tüneli'nin kesin kabulü yani çalışır haldeki teslimi 1950 yılında gerçekleşir. İnşa döneminde ülkemizin bir yıllık bütçesine eşdeğer bir masrafla gerçekleştirilen Ankara Rüzgar Tüneli'nin kesin kabulünün yapıldığı yıl Türk Hava Kurumu Uçak Fabrikası, Makina Kimya Endüstrisi'ne devredilir ve gelişmekte olan Türk havacılık sanayiine büyük bir darbe indirilerek bu fabrikada 1956 yılında tarım araçları üretilmeye başlanır. Bu da Ankara Rüzgar Tüneli'nin anlamsız bir yapı haline gelmesine yol açar.

Yapımı henüz bitirilmiş olan ve döneme göre oldukça yüksek bir maliyetle inşa edilmiş Ankara Rüzgar Tüneli'nin, "sökülmesi ve yıkılması" tartışılmaya başlanır. Bu noktada Mil-

Tünel'in geleceğiyle ilgili tartışmalar yoğunlaşır. Fransız tünel uzmanlarından J. Brocard aynı yıl Türkiye'ye gelerek Tünel hakkında bir rapor hazırlar. Bu sıralarda Tünel'in Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ne devredilmesi gündeme gelirse de bu gerçekleşmez. 1972 yılında Tünel, TÜBİTAK-MSB ARGE işbirliğiyle kurulan Güdümlü Araçlar Teknolojisi ve Ölçme Merkezi'ne (GATÖM) devredilir. GATÖM'ün önce Balistik Araştırma Enstitüsü'ne (BAE), daha sonra da Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'ne (SAGE) dönüştürülmesi sonucu Ankara Rüzgar Tüneli çalışmaları SAGE bünyesinde devam eder. İç ve dış onarımlarının yapılması için altı ay süreyle devre dışı kalan Tünel, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Elektromekanik Aygıtlar Fabrikası'nın (EMAF) da katkılarıyla 16 Mart 1994 günü tekrar faaliyete geçirilir. Halen TÜBİTAK-SAGE ça-



(ART) çıkış dağıtıcısı. Dağıtıcının çıkış alanındaki metal elekten sonra, ilk sıra dönme kanatçıkları görülüyor.



(ART) İkinci dağıtıcı ve sonundaki dönme kanatçıkları

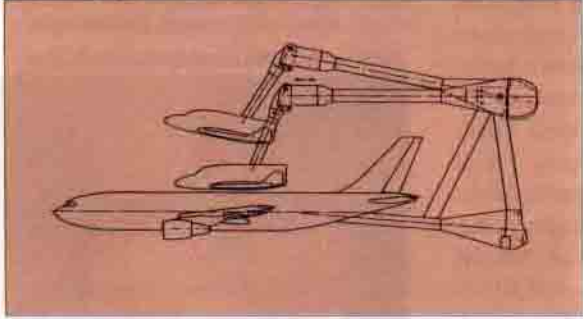
tısı altında çalışmalarını sürdüren Ankara Rüzgar Tüneli'nin 1994 yılında tekrar faaliyete geçirilmesi, Tünel'in yeniden doğuşudur.

Yetiştirilmekte olan kadrosuyla ve yapılabilecek deneyler açısından dünyada benzer özellikteki rüzgar tünelleri arasında bulunan Ankara Rüzgar Tüneli, kapalı devre olarak tasarlanmış bir ses altı rüzgar tünelleridir. Ülkemizin sahip olduğu ilk rüzgar tünelleri olması açısından önemli konumda bulunan Ankara Rüzgar Tüneli, Türkiye'deki en büyük deney odasına sahip tünel olma özelliğine de sahiptir. Yapı olarak benzer rüzgar tünellerinde olduğu gibi; yolcu uçağı, kargo uçağı, askeri amaçlı uçaklar ve helikopterlerin tasarımları sırasında ses altı deneyleri yapabilecek bina altyapısına sahiptir. Bunların dışında; gövde, kanat, profiller, kuyruk düzenleri, yüksek taşıma elemanları, mevcut tasarımlara eklemeler, değiştirmeler, salınım problemleriyle ilgili her türlü uçak parçalarının; ayrıca araba, kamyon, otobüs benzeri kara araçlarıyla, denizaltı ve batacık araçların denemesi de gerekli ekipman sağlandığında gerçekleştirilebilir.

Binaların, köprülerin ve yüksek yapıların testlerinin de tasarlanabileceği merkezde, makina mühendisliği, inşaat mühendisliği ve mimarlık problemleri, yapıların akıma bağlı titreşimlerinin hesaplanmasıyla ilgili deneyler de yürütülebilecektir. Tüm sa-



(ART) Doğrultucu kanatçıklar ve pervane



ılan, çoğunluğu özel yapılarla ilgili deneylerin yanı sıra hava kirliliği problemleri, atmosfer sınır tabakası ve türbülans araştırmaları gibi çok farklı disiplinler için de deneyler tasarlanması mümkündür. Sayısal model testlerinin yapılabilmesi ve/veya geliştirilebilmesi için deneysel sonuçların da elde edilebildiği Tünelde farklı amaçlar için yeni deneysel teknikler de geliştirilebilir.

Ankara Rüzgar Tüneli, özellikleri açısından temel sekiz ana bölüm halinde incelenebilir (ana bölümlerin tümü Ankara Rüzgar Tüneli'ni üstten ve yandan olmak üzere verilmiş kesit çizimlerinde de görülebilir). Birinci bölüm, modellerin test edildiği "deney odası"dır. Bu oda

3.05 m x 2.44 m x 6.10 m boyutlarında bir odadır.

İkinci ana kısım ise "çıkış dağıtıcısı" ve buna bağlı olarak düşünülebilecek "metal elek"tir. Buna göre, deney odasında akım yönünde ilerleyince bir çeşit dağıtıcı bulunduğu görülür. Bu dağıtıcıyla birlikte Tünel'in kesit boyutları da kademeli olarak artırılarak akımın yavaşlatılması sağlanır. Dağıtıcının genişleme açısı 3°-5° olup uzunluğu 8.7m'dir. Küçük genişleme açısı, akımın bütün halde

kalmasını sağlamakta yani ayrılmasını önlemektedir. Bunun amacı deney sırasında istenmeyen akım etkilerinin en aza indirilebilmesini sağlamaktır. Bu ikinci ana bölümün sonunda bulunan metal elek ise, deney sırasında modelden kopabilecek ve oldukça hızlı hareket edebilecek metal parçaların tünelin diğer bölümlerine zarar

vermesini önlemek amacıyla yerleştirilmiştir. Aksi halde, kopan parça akımın etkisiyle tünel boyunca sürüklenerek onarılması oldukça pahalı olan arızaların oluşmasına ve dolayısıyla başka deneylerin yapılabilmesi için uzun bir sürenin geçmesine neden olabirdi.

Üçüncü bölme "birinci iki sıra dönme kanatçıkları" adı verilen ve deney odasından sonraki iki köşeye yerleştirilen parçalardan oluşmaktadır. Bu parçalar, rüzgar akımının köşelerden düzgün dönmelerini sağlamak amacıyla yerleştirilmiştir. Adı geçen kanatçıklar, ilk köşede aynı kesitli olmak şartıyla onüç adet, ikinci köşede ise değişik kesitli dokuz adettir. Kanatçık kesitleri ve bulunmaları gereken konumlar mühendislik hesaplamalarıyla belirlenmiştir.

Dördüncü ana bölme ise, bir anlamda rüzgar tünelinin kalbi sayılabilecek olan "pervane ve doğrultucu kanatçıklar"dır. Hava akımını oluşturu-

makla görevli olan pervane 5 metre çapında olup herbiri iki kanatçıklı iki parçadan oluşmaktadır. Pervane, uç yatak üzerine yerleştirilmiş 220 mm çapındaki mil yardımıyla 750KW gücünde olan ve doğru akımla çalışan bir motor yardımıyla döndürülmektedir. Motorun çalışması için gerekli doğru akım, bir tristörlü çevirici yardımıyla, trafodan gelen alternatif akımın doğrultulmasıyla elde edilmektedir. Pervaneden çıkan akımın istenen doğrultuda ve düzgün olmasını sağlayan doğrultucu kanatçıklar ise, pervanenin önünde ve arkasında olmak üzere sabit olarak inşa edilmiş yedişer adet kanatçıktan oluşmaktadır.

Beşinci ana bölme ise "ikinci dağıtıcı" ya da "arka deney odası" olarak bilinen kısımdır. Pervaneden sonra



yerleştirilen ikinci dağıtıcı yardımıyla tünel kesiti daha da genişletilerek pervane sonrası akım yavaşlatılır. Dağıtıcının genişleme açısı 8 dir ve 24.5 metre uzunluğundadır. Özellikle bina aerodinamiği testlerinde kullanılabilen ve ikinci deney odası olarak da adlandırılan bu bölmeden sonra yine bir sıra dönme kanatçığı yer almaktadır.

Altıncı kısım "ikinci iki sıra dönme kanatçıkları"ndan oluşmaktadır. Bu bölgede her iki sira aynı kesitli yirmiki dönme kanatçığı yerleştirilmiş olup bu kanatçıkların yapısı pervaneden önce gelen ilk iki sıra kanatçığıyla aynıdır.

Yedinci bölme ise, akım içindeki girdapları kıran ve hızlı akan ortadaki akımın kenarlara akarak akım ayrılması denenen olayı engelleyen "perdelere"



(ART) Daralma konisi ve başlangıcındaki üçüncü perde

dir". Buna göre yapılan gerekli mühendislik hesaplamaları sonucu, tünel içinde dönme kanatçıklarından sonra birer metre arayla üç sıra perde yerleştirilmiştir.

Rüzgar Tünelinin sekizinci ve en son kısmı sayılabilecek bölme ise "toplayıcı" ya da "daralma konisi" olarak bilinen kısımdır. Perdelerle deney odası arasında bulunan toplayıcı, gelen akımı hızlandırarak akım yönündeki türbülans düzeyinin düşmesini sağlar. Giriş kesit alanının çıkış kesit alanına oranı olarak bilinen toplayıcının daralma oranı 7.5'tir. Bu, dünyada bulunan benzer özellikteki diğer rüzgar tünellerininkiyle karşılaştırıldığında oldukça iyi bir orandır.

Tüm bunlara rağmen akımın deney odasına girmeden önce düzelme-



sini sağlayan perdeler ve toplayıcı, düzeltme işinde yetersiz kalabilir. Bu olası sorunu çözmek için ikinci dağıtıcının çıkışına yani tünel içinde bulunan en geniş alana, en düşük hız kısmına "petek" adı verilen yapı yerleştirilebilir. Uzunluğu yaklaşık 8-10 petek çapı olarak kullanılan petekler akımın içinde oluşan girdapların düzelmesini sağlarlar. Petek şekli önemli değildir; yani kesitler yuvarlak ya da tam petek şeklinde olabilir ancak düzenli ve düzgün yüzeyli olmaları bir zorunluluktur.

Benzer rüzgar tünellerinde olduğu gibi Ankara Rüzgar Tüneli'nde de; hava yüklemesinin ölçülmesi bağlı olarak taşıma, sürüklenme, yanal kuvvetler ve sapma, yuvarlanma ya da yalpa, yunuslama momentleri,

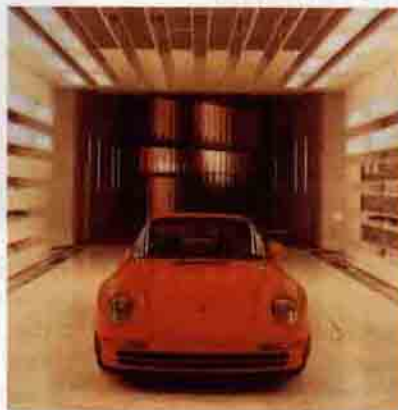


(ART) Deney odasının tünel binası içinde dıştan görünüşü

duman ya da yüzey boya yardımıyla yapılan akım görünürlüğü deneyleri, manometre veya elektronik dönüştürücülerle yapılan durgun ve değişken basınçların ölçülmesi, sabit ve değişken hızların ölçülebilmesi için sıcak tel anemometresi ve sıcak tel anemometresiyle aynı amaçlı lazer anemometresi ölçümleri gibi belli başlı teknik ölçümlerin hepsi uygun ekipmanlar sağlandığında yapılabilecek yeterliliktedir.

Türkiye'nin ilk rüzgar tüneli olan Ankara Rüzgar Tüneli, günümüzde de Türkiye'deki en büyük deney odalı tünel olma özelliğini halen korumaktadır. Buna bağlı olarak böyle bir rüzgar tüneline sadece yüksek hız deneylerinde yararlanılmayacağı kesindir. Şehirlerde oluşan hava kirliliği, yüksek binaların aerodinamik yapıları ve yerleşim konumlarının incelenmesi gibi mimarlık ve şehircilik uygulamaları, ve tüm bunların dışında yerli tasarım kara araçlarının aerodinamik denemeleri de, Ankara Rüzgar Tüneli'nde yapılabilecek; ülkemiz açısından önemli olan konulardan yalnızca birkaç tanesidir.

Havacılık teknoloji ve endüstrimizin yabancı lisanstan bağımsız ve özgün olarak tasarlanabilmesi ve yerli



imalatını yapabilecek yeterliliğe ulaşabilmesi açısından araştırma ve geliştirme yönüyle yardımcı bir kuruluş olan Ankara Rüzgar Tüneli'nin önemli bir konumda olduğu görülmektedir. TÜBİTAK-SAGE'de kurulmuş olan sayısal akışkanlar grubuyla birlikte Ankara Rüzgar Tüneli'nde başlatılmış deneysel çalışmalar Aerodinamik Araştırma Enstitüsü için uygun bir alt yapıyı ve çerçeveyi oluşturmaktadır.

1950 öncesinde, Cumhuriyet'in ilanından çok kısa bir süre sonra havacılık alanına girmeye çalışan idealist ve öncü kuşağın atılımlarını, 2000'li yılların Türkiye'sine taşımak ve sahip çıkarak Ankara Rüzgar Tüneli'nin çalışmalarına verilecek destek bu alanda çalışan kuruluşlar için de önem taşımaktadır.

Türkiye'de uçak fabrikalarının tarihçesi konusunda Sn. Prof. Dr. Cahit ÇIRAY'a, yazının hazırlanması için yardımda bulunan Sn. Doç. Dr. Mehmet Kavsaoglu, Sn. Doç. Dr. Özden Turan, TÜBİTAK-SAGE Araştırmacılarından Sn. Uçak Yük.Müh. Necati Telçeker'e teşekkür ederiz.

Babür Eryalçın

- Kaynaklar**
 Bradsha P., Pankhurst R.C., "The Design of Low Speed Wind Tunnels", Prog. Aerospace Sci., 1969.
 Bridgman L., "Jane's All the World's Aircraft", 1949.
 Chuckkapali G., "An Experimental and Numerical Investigation of An Increasing Adverse Pressure Gradient Turbulent Boundary Layer", M. Eng. Thesis, McMaster University, 1993.
 Farrell C., Wia, L., "A note on the design of screen-filled wideangle diffusers", Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Cilt 33, 1990.
 Gorlin S.M., Slezinger I.I., "Wind Tunnels and Their Instrumentation", Kütüs, 1966.
 Külgore R.A., "Advanced Experimental Techniques for Transonic wind Tunnels", Japonya, 12-23 Eylül 1987.
 Laws E.M., Livesey J.I., "Flow through screens", Ann. Rev. Fluid Mech., Cilt 10, 1978.
 Mehta R.D., "The aerodynamic design of blower tunnels with wideangle diffusers", prog. Aerospace Sci., cilt 18, 1977.
 Pankhurst R.C., Holder D.W., "Wind Tunnel Technique", Londra, 1952.
 Premeli Ö.E., Tolun S., Buğdaycı H., "Ankara Hava Tünelinden Yararlanma Olanaklarının Saptanması", TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Proje No: ÖE-474/A, Nisan 1979.
 Pope A., Harper J.J., "Low Speed Wind Tunnel Testing", 1966.
 Shapiro A.H., "The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Flow", New York, 1953.
 Su Y., "Flow analysis and design of three-dimensional wind tunnel construction", AIAA Journal, 1991.
 TÜBİTAK Taslak Çalışması, "Havacılık Teknoloji ve Araştırma Geliştirme Politikaları", Eylül 1994.