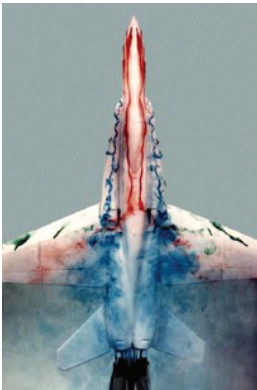


AKIŞ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ

Bir akışkanın hareket etmesi için basınç farklılığı, yerçekimi, atalet ve yüzey kuvvetleri gibi birtakım etkilerin olması gerekir. Hareket eden akışın hızı, ivmesi ve akışkanın da sıcaklığı, viskozitesi (ağdalılık, kıvam) ve yoğunluğu gibi bazı özelliklerinde değişimler meydana gelir. Akış ve akışkandaki bu değişimlerden faydalanarak doğada, endüstride yada vücudumuzda herhangi bir akışı anlayabilmek, çözümlenebilmek için çalışmalar yapıyor. Akışkanın üzerine etkileyen bu kuvvetler Navier-Stokes adıyla bilinen denklemle ifade ediliyor. Bu denklemin genel bir analitik çözümünün bulunmaması dolayısıyla, sayısal çözümler ya da akışı görüntülemek gibi alternatif yollar, özellikle tıp ve savunma sanayi alanında son yıllarda giderek önem kazanmış bulunuyor. Akış görüntüleme tekniklerinden bazıları şunlar:

Mürekkep ve Duman Tekniği

Bu bilinen en basit görüntüleme tekniklerinden biri ve uygulaması da oldukça kolay. Hareket eden bir su birikintisine mürekkep damlatarak suyun hareketini veya hava akışı olan bir yere duman üfleyerek hava hareketinin fotoğrafını çekmeyi mümkün kılıyor. Bu çalışmalar, şekil 1'de de gösterildiği gibi genellikle hareketli bir

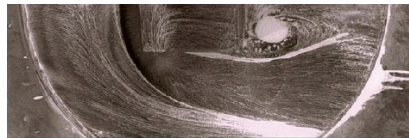


Şekil 1. Mürekkep kullanarak bir uçak modeli etrafında akışın görüntülenmesi ve duman kullanarak bir aracın aerodinamik testleri.

nesne etrafındaki akışın incelenmesi amacıyla yapıldığı için engel etrafındaki akış önemli bilgiler sağlayabilir.

Yağ Tekniği

Yağ tekniği kullanılırken, üzerinde akışkan davranışının inceleneceği nesne üzerine yağ damlacıkları bırakılır. Örneğin Şekil 2'de olduğu gibi bir hızlı tren modeli üzerinde akışın nasıl yollar izleyeceği veya rüzgarlı bir günde bir bina etrafında akışın hareketleri hakkında fikir edinilebilir. Bu basit çalışmalar, bazen bir aracın tasarım aşamasında, bazen kurama uygunluğunun sınanması aşamasında önem kazanıyor.



Şekil 2. Hızlı tren modeli üzerinde ve bina etrafında akış.

İp tekniği

İp tekniğiyle akış görüntülenirken, küçük boyutlarda kesilmiş iplik parçacıkları, akışın üzerinde etkili olacağı



Şekil 3. İp tekniği ile rüzgar tünellerinde akış görüntüleme çalışmaları

nesne üzerine bir uçlarından yapıştırılır. Bu ip parçaları akışla birlikte hareket edeceğinden, akışın hareketinin görüntülenmesi için bu olayın sadece fotoğrafını çekmek yeterli.

PIV Tekniği

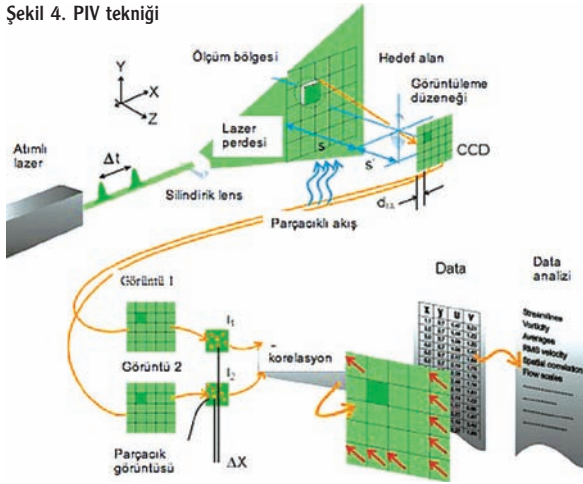
Akış alanındaki parçacıkların peşe peşe fotoğrafı çekilerek, hareket eden parçacıkların piksel piksel incelemesi yapılarak, bir sonraki fotoğraftaki konumlarına bağlı olarak akış alanının hız vektörleri ile ifade edilmesine çalışılır.

Bu tekniği kullanabilmek için optik düzenek yardımıyla bir lazer perdesi oluşturabilecek lazer kaynağına ve CCD kamerasına gereksinim var. Atımlı lazer kaynağı ile her bir Δt zaman aralığında, akışın resmi çekiliyor ve sinyal analizleri sonucu vektör haritaları çıkartılıyor.

Gölge ve Schlieren Tekniği

Akış alanında kırılma indisi farklılıkları oluşturacak herhangi bir etki, o noktalardan geçen ışığın sapmasına neden olur ve bu sapmalardan elde edilecek görüntü, gölge ve Schlieren optik yöntemleriyle kolayca görüntülenebilecek hale getiriliyor. Kırılma indi-

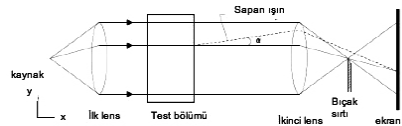
Şekil 4. PIV tekniği



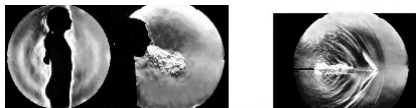
si farklılığı yaratmak için, havadaki belirli bir alanı ısıtmak ya da yoğunluk farklılıkları oluşturmak gerekiyor. Bazen bu farklılıklar doğada kendiliğinden gerçekleşiyor ve size sadece optik düzeneği kurarak güzel görüntüler resmetmek kalıyor. Şekil 5, Schlieren metodunun basit optik düzeneğini gösteriyor. Test bölümündeki kırılma indisi, diğer bölümlerden farklı ve görüntülenecek nesne bu bölgeye yerleştirilmiş durumda. Şekil 6'daysa, Schlieren tekniğiyle elde edilmiş insanın görüntüsü ve öksürüğüyle merminin hareketinin görüntülediği anlar fotoğraflanmış. Aralarında küçük optik düzeneğe farklılıkları olan her iki teknik de genellikle yoğunluk farklılıkları görüntülemek esasına dayanıyor Akışı görüntülemek için akış içerisinde başka parçacıklar katmaya gerek olmaması, bu tekniklerin avantajı sayılabilir.

İnterferometrik Hologram Tekniği

İnterferometrik yöntem ya da interferometrik hologram olarak da bilinen bu teknikle, lazer kullanarak akış görüntülenebiliyor. Bir hologram oluşturabilmek için iki elektromanyetik dal-



Şekil 5. Schlieren optik düzeneği



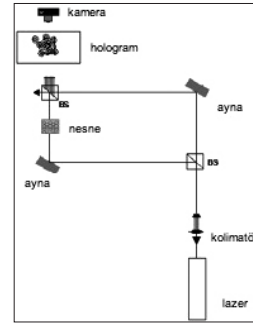
Şekil 6. İnsanın Schlieren görüntüsü, öksürüğü ve mermi hareketi

ğanın ışığa duyarlı bir malzeme üzerinde girişimde bulunması gerekiyor. Bu durumda, elektromanyetik dalga olarak lazer ışığı kastediliyor ve ikiye ayrılmış bu lazer ışığının birisi, orijinal faz bilgileriyle yoluna devam ediyor diğeryse nesne üzerinden geçerken bir takım modülasyonlara uğrayarak holograma ulaşıyor. Şekil 7'de bu olayın gelişimi

Mach-Zender interferometresi olarak verilmiştir ve interferometrik hologram tekniği kullanılarak süpersonik hızlarda bir uçak kanadı modeli etrafında sabit yoğunluk çizgilerinin elde edilmesi gösteriliyor.

Bilgisayar Destekli Akış Görüntüleme

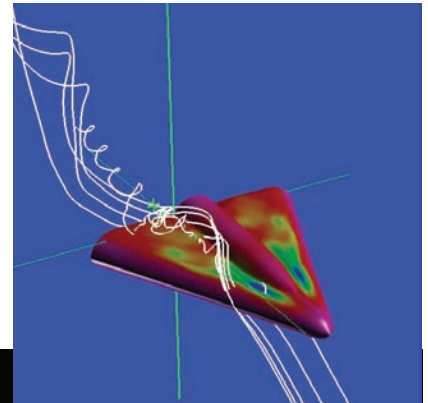
Sayısal yöntemler, akışkanlar mekaniğinde problem çözümlerini oldukça kolaylaştırıyor ve bu nedenle de özellikle tasarım aşamasında oldukça önemli bilgiler sağlıyor. Kimse bir gemiyi ya da arabayı deneme-yanılma yöntemiyle yapmak isteme. Bu nedenle, olası problemlerin ortaya çıkartılması ve sonuçlar hakkında ilk tahminlerin yapılabilmesi bakımından bilgisayar destekli bu çalışmalar önemli. Hesapla-



Şekil 7. İnterferometrik hologram tekniği ve süpersonik hızlarda bir uçak kanadı modeli etrafında sabit yoğunluk çizgilerinin görüntülenmesi

malı akışkanlar dinamiği (CFD) olarak da bilinen bu görüntüleme tekniğiyle ağ yapısına ayrılmış akış alanındaki başlangıç ve sınır şartlarına bağlı olarak söz konusu nesne etrafında hız ve basınç gibi akış parametrelerinin değişimi incelenir. Şekil 8'de bir uçak modeli etrafında akım çizgilerinin gösterildiği bu çalışmalardan bir örnek görülüyor.

Hakan Kaykısızlı
TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü
hakank@ume.tubitak.gov.tr



Şekil 8. Bilgisayarlı akış görüntüleme tekniği

