

SESÜSTÜ RÜZGÂR TÜNELİ DENEY MODELİ İÇİN HIZLI PROTOTİPLEME YÖNTEMİ

Cihad KÖSE¹, Ahmet Selim DURNA² ve Lütfü NAMLI³
Samsun Üniversitesi, Samsun

ÖZET

Bu çalışmada Samsun Üniversitesi Aerodinamik Araştırma Laboratuvarında mevcut olan sesüstü rüzgar tüneline deney sistemi çalışmalarının geliştirilmesi aşamasında ihtiyaç duyulan modellerin üretiminde hızlı ve düşük maliyetli bir yöntemin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Deney şartlarına uygun şekilde malzeme seçimi yapılmış olup tasarlanan modelin 3B yazıcıda üretimi ve deney odasına bütünleştirme aşamaları gözlemlenmiştir. Bulgulara göre yapılan değerlendirmelerde ön deneyler aşamasında gerekli olan çabuk ve maliyet etkin bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır.

GİRİŞ

Hızlı prototipleme yöntemlerinin, ön aerodinamik veri tabanlarının üretilmesi için rüzgâr tüneli testlerine sınırlı doğrudan tatbikatta uygulanabilir olduğu gösterilmiştir. Mevcut standart model tasarımı/imalatı uygulamalarıyla karşılaştırıldığında HP (hızlı prototipleme) teknikleri için maliyet tasarrufu ve model tasarımı/imalatı süresinde 4 kattan fazla azalma sağlanmıştır. Bu, rüzgar tüneli testini düşük bütçeli küçük programlar ve eğitim amaçlı uygulamalar için daha uygun fiyatlı hale getirir[Springer vd.,1997].

Malzeme/işlemin, öncü çalışmada test edilen konfigürasyon için tüm test koşulları aralığında tatmin edici sonuçlar ürettiğine dikkat edilmelidir. SLA'nın (Stereolitografi), test koşullarının çoğunda tatmin edici sonuçlar veren en iyi hızlı prototipleme süreci olduğu gösterilmiştir. Konfigürasyon verileri arasındaki farklar, yüzey kalitesi, yapısal sapma ve modellerin "büyüdüklerinde" imalatındaki toleranslar gibi birçok faktöre atfedilebilir[Springer, 1998].

Her üretim aşamasında olduğu gibi, 3B (üç boyutlu) prototiplemenin de geleneksel işlemeye göre üstünlükleri vardır. Başlıca üstünlükleri arasında şunlar yer almaktadır: geleneksel süreçlerin dayattığı geometrik sınırlamalardan arınmış yaratıcılık; parçanın veya modelin üretildiği üretim süresi ve hızı; geometri ve formlarda yenilik; özel kullanım parçaları ve karmaşık geometriler (seri halinde üretilmeyecek) için üretim maliyetlerinin azaltılması; malzeme bertarafının olmaması[Marcos vd., 2017].

Samsun Üniversitesi Aerodinamik Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan 1, 1,4 ve 1,8 Mach değerlerine ulaşabilen 100x25mm kesit alanlı, açık devre sesüstü rüzgar tüneli ve Schlieren optik şok görüntüleme sistemi ile akışı görselleştirme deneyleri yapılacaktır (Resim 1). Akış görselleştirmesi için kullanılacak modeller, 10 cm giriş uzunluğu ve 2,5 cm açıklığa sahip olacak şekilde üretilecektir. Deney düzeneğinde kullanılacak yeni modellere göre değiştirilmesi gereken deney odası pencereleri Resim 1'de görülebilir. Prototip olarak kullanılacak modellerin etkin ve hızlı bir şekilde üretilmesi deneylerde geçirilen zaman kaybının en az indirilmesini sağlayacaktır.



Resim 1: Samsun Üniversitesi'nin sesüstü rüzgar tüneli ve deney odası

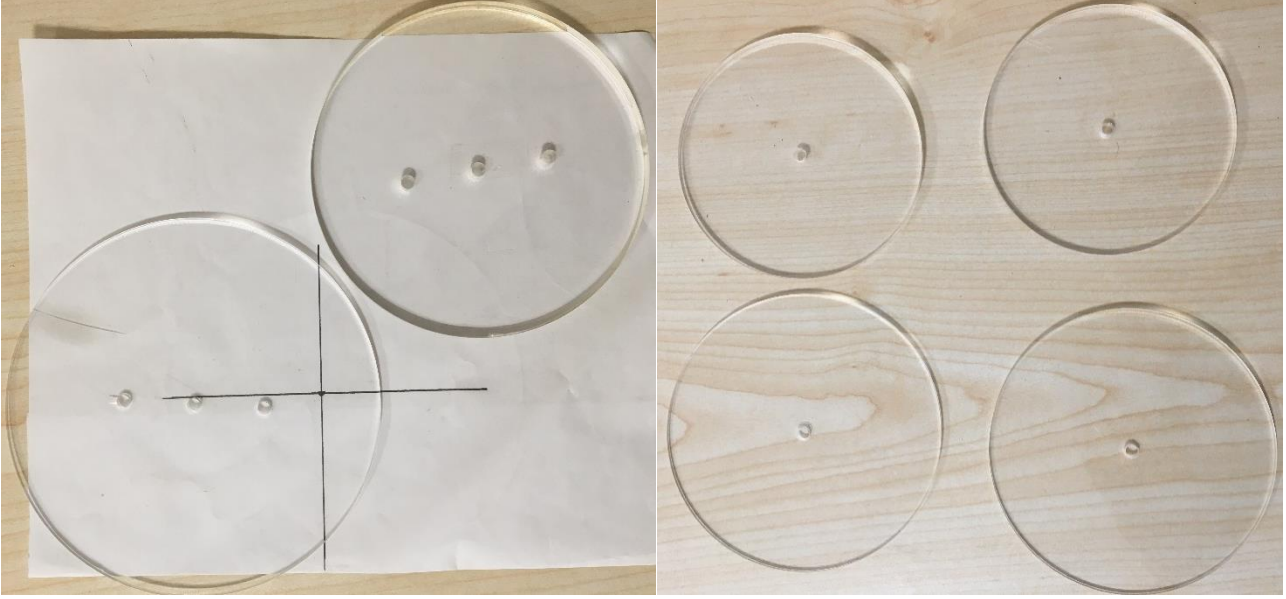
¹ Öğr. Gör., Uçak Bakım ve Onarım Böl., E-posta: cihad.kose@samsun.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Havacılık ve Uzay Müh. Böl., E-posta: ahmetselim.durna@samsun.edu.tr

³ Prof. Dr., Makine Müh., E-posta: lutfu.namli@samsun.edu.tr

YÖNTEM

Deney odası pencere malzemesi (Resim 2) olarak orijinalinden farklı bir şekilde şeffaf pleksiglas levha seçilmiştir. Kullanılacak rampa modeli ilk örnek üretiminde hızlı ve uygun maliyet gözetilerek 3B yazıcıdan alınacak şekilde malzeme seçimi yapılması gerekmektedir.



Resim 2: Çeşitli modeller için pleksiglasdan üretilmiş çift parçalı deney odası pencereleri

İlk deneylerde kullanılan 18 ve 16 derecelik modeller PLA (Polylactic Acid) flamanla 3B yazıcıda üretildikten sonra zımparalanarak sesüstü hızlardaki deneylerde kullanılacak hale getirilmiştir (Resim 3).

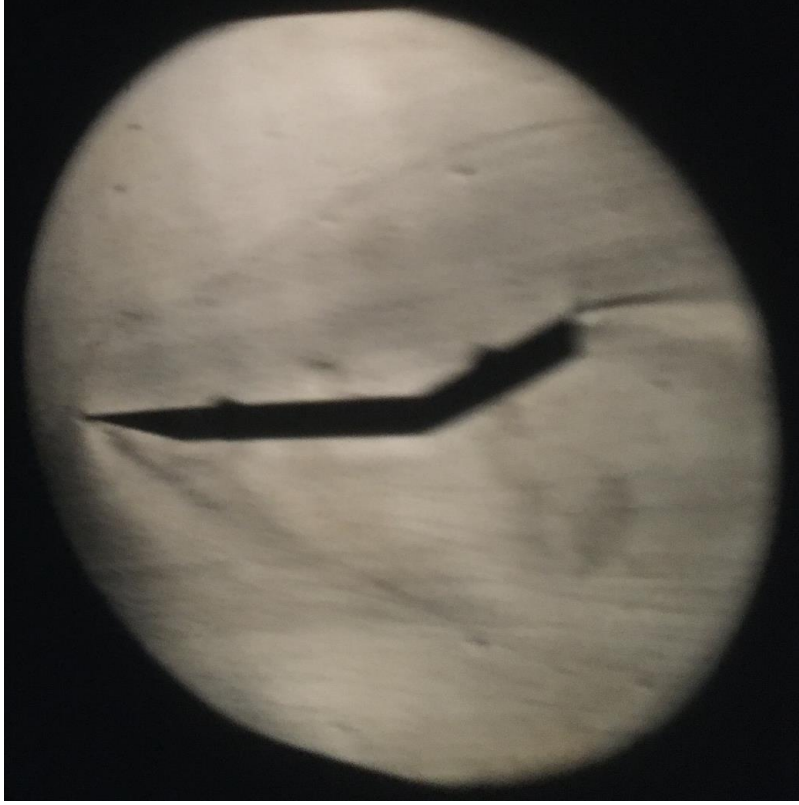


Resim 3: Üretilen modellerin üstten ve yanda görünüşleri

UYGULAMALAR VE DEĞERLENDİRME

Sesüstü rüzgar tüneline monte edilen 3B PLA üretimi modelin şok görselleştirmesi yakalanmıştır (Resim 4). Buna göre seçilen yöntemin deney esnasında malzeme dayanımında ve deney parametrelerinin elde edilmesinde sorunsuz bir şekilde çalıştığı görülmüştür. 3B yazıcı ile yapılan üretimlerde %90'lık bir satın alma-uçuş oranı olabilir. Bunun genel sebebi geleneksel yöntemlerdeki maliyet etkin bileşenler üretmek için hammaddenin atık maliyetidir. Ön ve son işleme maliyetinin genel sürecin maliyetinin %50-%70'i olduğu tahmin edilmektedir, bu nedenle geleneksel işlemlerde daha az atık için en az ön ve son işleme için tasarım yapmak gerekir. Sonunda neredeyse hiç atık malzeme bırakmayan ve geleneksel işlemeye göre %23 hammadde

maliyet oranı olan 3B prototiplemenin kütükten geleneksel işleme yöntemlerine göre 10 kat daha ucuz olduğu görülmektedir. Bunların yanında 3B prototiplemenin toplam üretim zamanı olarak yaklaşık 20 katlık bir avantaj sağlandığı bulunmuştur[Khorasani vd., 2022].



Resim 4: 16° rampa açısına sahip modelin etrafındaki şokların Schlieren yöntemiyle görüntülenmesi

SONUÇ

Yapılan çalışmada görüldüğü üzere HP yönteminin zaman ve iktisadi açılarından kazanç sağlatırken deneyin ve veri alımının sağlığı açısından olumsuz etkisinin görülmemesi ilerleme olarak kaydedilir. Maliyetlerin dışında, üretim sonucu ortaya çıkan atık malzeme miktarı da oldukça yüksektir. Geleneksel yöntemlerin ekonomik ve çevresel sorunlara yol açtığı ve sektörde tartışmalara neden olduğu yadsınamaz bir sorundur. Bu sorunlara çözümler, havacılık sektöründe 3B prototipleme yöntemlerinin üretime entegre edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Son zamanlarda gelişmekte olan HP teknolojisinin, tasarım sürecinde modelin ergonomisinin test edilmesi için kullanılması devasa hız ve üstünlük sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı BAP.HUBF.5501.2022.001 numaralı proje olarak destekleyen Samsun Üniversitesi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Khorasani, M., Ghasemi, A., Rolfe, B., ve Gibson, I. (2022). Additive manufacturing a powerful tool for the aerospace industry. *Rapid prototyping journal*, 28(1), (s. 87-100).
- Marcos, T. V., Martos, J. F., Vilela, R. G., Toro, P. G. D. P., Oliveira, A. ve Rego, I. D. (2017). 3D *Prototyping Model Design for Experimental Investigation in Hypersonic Shock Tunnel*, 21st AIAA International Space Planes and Hypersonics Technologies Conference (s. 2123).
- Springer, A., Cooper, K., Springer, A. ve Cooper, K., 1997. *Comparing the aerodynamic characteristics of wind tunnel models produced by rapid prototyping and conventional methods*, 15th Applied Aerodynamics Conference (s. 2222).
- Springer, A. M., 1998. *Application of Rapid Prototyping Methods to High-Speed Wind Tunnel Testing* (No. NASA/TP-1998-208396).