

BİR KANAT PROFİLİ ÜZERİNDEKİ GİRDAP TUZAĞININ AKIŞ YAPISI ÜZERİNE ETKİSİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Adnan ÖZTÜRK¹
Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas

Mehmet ÇOBAN²
Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas

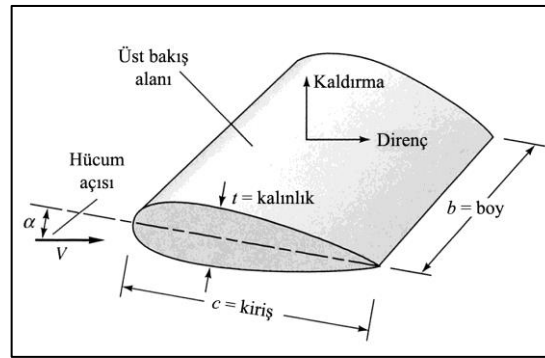
ÖZET

Bu çalışmada, bir kanat üzerindeki girdap tuzağının akış yapısı üzerine etkisi, parçacık görüntülemeli hız ölçme yöntemi (PIV) kullanılarak deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler boşluğu olan ve olmayan iki farklı kanat modeli üzerinde farklı hücum açıları için yapılmıştır. Düşük ve yüksek hücum açılarında girdap tuzağının akış yapısı üzerine etkisi, boşluklu ve boşluklu olmayan kanat profilleri için $Re=10\ 000$ de gerçekleştirilmiştir. Deneylerde dolu alüminyumdan malzemedan imalatı yapılan, giriş uzunluğu 165 mm olan simetrik bir profil olan NACA 0018 kullanılmıştır. Kapalı çevrim çalışan, açık yüzeyli bir su kanalına yerleştirilen modeller üzerindeki deneylerden, akış alanının zaman ortalamalı ve anlık hız vektörleri, girdap eş eğrileri, ve akım çizgileri edilmiştir.

GİRİŞ

Aerodinamik ve hidrodinamik ile ilgili konuların önemli bir kısmı cisimlerin uçmasını, yüzmesini veya kararlı bir şekilde hareket etmesini sağlayan, taşıyıcı kanatlar ile ilgilidir. Bu kanatlar üzerindeki akışın kontrolünün sağlanması, kanadın beklenen görevi yerine getirmesi açısından önemlidir.

Taşıyıcı kanat profilleri veya yönlendiriciler, serbest akıma dik büyük bir kuvvet ve mümkün olduğu kadar küçük direnç sağlamak üzere tasarlanırlar. Şekil 1 bir kanada ait tanımlanan boyutları göstermektedir.



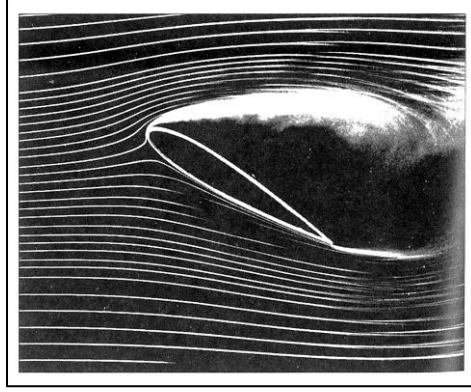
Şekil 1: Bir taşıyıcı kanat için tanım şeması [White, 1998]

Kanat profillerinde kaldırma ve direnç hücum açısı ile değişir. Düşük hücum açısında, arka yüzeyler önemli derecede sınır tabaka ayrılmasına neden olmayacak ters bir basınç gradyeni sahiptir ve akışın şekli düzgün, direnç küçük, kaldırma mükemmeldir. İyi huylu gradyende dönüm noktası yoktur ayrılma olmaz. Bir ters gradyende, cidardan uzaklığı ters gradyen şiddeti ile artan bir dönüm noktası sınır tabakanın içinde oluşur. Çünkü daha kuvvetli herhangi bir gradyen cidarda

¹ Yrd.Doç.Dr., Makine Müh. Böl., E-posta: aozturk@cumhuriyet.edu.tr

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Fen Bilimleri Enstitüsü, E-posta: cobanmehmett@yandex.com

geri akışa neden olacaktır. Sınır tabaka büyük bir şekilde kalınlaşır ve ana akım cidardan kopar ve ayrılır. Hücum açısı arttıkça, üst yüzey ters gradyeni daha kuvvetli hale gelir ve genellikle bir ayrılma kabarcığı üst yüzeyde ileriye doğru sürünmeye başlar. Bazen kabarcık yavaş hareket etmez, ani olarak sıçrar ve tam ayrılma hızlı ve tehlikeli bir şekilde oluşur. Belirli bir açıda akış üst yüzeyden tamamen ayrılır. Bunun sonucunda koparak cidardan ayrılır ve geniş çalkalanan art izi meydana gelir, kaldırma belirgin bir şekilde düşer, direnç belirgin bir şekilde artar. Ana akım bu art izi tarafından saptırılır (Şekil 2).



Şekil 2: Yüksek hücum açısında, taşıyıcı kanat üzerinde tam ayrılmış akış [White, 1998]

Akışın kontrol edilmesi ve yüzey üzerinde akışın ayrılmasını engellemek ya da geciktirmek için çeşitli aktif ve pasif yöntemler kullanılmaktadır. Pasif yöntemler genellikle şeklin geometrisini optimum hale getirme veya sabit girdap üreticiler koyma şeklinde olmaktadır. Geometriyle ilgili çalışmaların biri kısmı da kanat üzerinde girdap tuzağı olarak adlandırılan bir boşluk oluşturarak, oluşan girdabı tuzağa düşürerek, kanat üzerindeki ayrılmayı geciktirmek veya engellemek suretiyle akışın yüzeye tutunmasını sağlayan çalışmalardır.

YÖNTEM

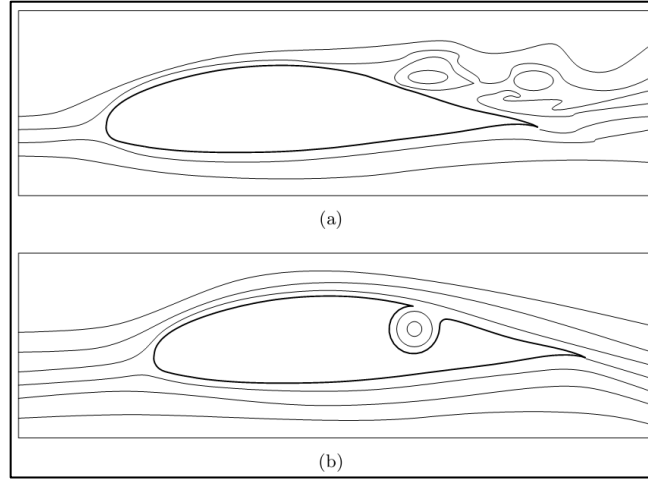
İlk girdap tuzağı kavramı için Kasper'in girdap kanat dizaynından esinlenilmiştir. Kasper, girdap tuzağının bir kanat üzerindeki aerodinamik verimi (direnç kuvveti ve kaldırma kuvveti) üzerinde etkili olacağını iddia etmiştir. Ancak yapılan rüzgâr tüneli testleri bunun tersi sonuçlar ortaya koymuştur. Hatta bu kanat modelinin veriminin geleneksel kanatlardan bile daha düşük olduğunu göstermiştir [Kruppa, 1977]. Kasper'in önerisi ve Kruppa'nın deneyleri arasındaki uyumsuzluğun, düşük Reynolds sayısından kaynaklandığı öne sürülmüştür. Rüzgâr tüneline yapılan deneylerde daha yüksek bir aerodinamik verim yakalanmamasına rağmen, teorik olarak yapılan çalışmalar geleneksel bir kanat yüzeyinde açılan boşluğun, akış üzerinde önemli iyileştirmeler sağlayabileceğini ortaya koymuştur [Saffman, 1977; Rossow, 1978; Huang, 1982]. Bu teorik sonuçlar, girdap tuzaklı kanat modelleri için ilginç ve çalışmaların devam etmesini sağlamıştır.

Literatürde düzlem duvarlar üzerinde dikdörtgen benzeri şekilde açılmış boşluklar ile birçok çalışma bulunmasına rağmen, kanatlar üzerinde dairesel geometriye sahip girdap tuzaklı çalışma sınırlı sayıda. Konu üzerinde daha sonraları kayda değer birçok çalışma yapılmıştır [Fletcher, 1986; Baranov, 2000; Isaev, 2000]. Bouferrouk A. ve Chernyshenko Discrete Vortex Method (DVM) kullanarak bir Lighthill kanat profili üzerindeki girdap tuzağının aktif kararlılık kontrolüyle ilgili çalışmalar yapmışlardır [Bouferrouk, 2004]. Girdap tuzağına sürekli olarak girdapların girdiğini, girdapların tuzakta tutularak ayrılmının engellendiğini ve direnç kuvvetinin azaldığını, lift kuvvetinin ise arttığını gözlemlemişlerdir. Chernyshenko ve ark. yaklaşık 30 parametre kullanarak kanat üzerindeki boşluğun şeklini ve yerini optimize etmeye çalışmışlardır [Chernyshenko, 2008]. Gregorio ve Fraioli çalışmalarında bir girdap tuzağında emme ve üfleme yaparak aktif olarak ve yapmadan pasif yöntem kullanarak kanat üzerinde ayrılmayı incelemişlerdir [Gregorio, 2008].

Kanatta ayrılmayı geciktirmek için kullanılan yöntemlerden biride kanat üzerinde bir boşluk oluşturarak akışın yüzeye tutunmasını sağlamaktır. Kanat üzerinde oluşturulan boşluk literatürde

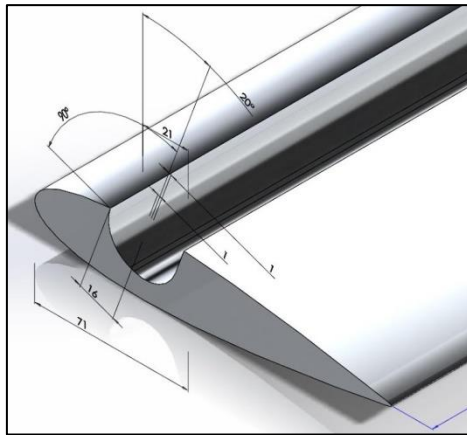
girdap tuzağı olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3 de aynı kanat profili üzerinde oluşturulan bir boşluğun etkisi gösterilmiştir. Yapılan teorik çalışmalarda ayrılmayı engelleme anlamında oldukça iyi sonuçlar alınırken, deneyler boşluğun etkisini tam ortaya çıkaracak şekilde sonuçlar ortaya koyamamıştır. Yapılan çalışmaların sonuçlarında boşluğun yapısı, yeri, hücum açısı ve Reynolds sayısı önemli parametreler olmaktadır.

Olsman NACA0018 bu çalışmada referans olarak alınan oyuk kanat üzerinde, rüzgâr tüneline, su kanalında boya deneyleri ve sayısal çalışmalar yapmıştır. Daha çok düşük negatif ve pozitif hücum açılarındaki yapılan çalışmada, boşluğun ön kısmında ayrılmanın başladığını ve akışın boşlukla etkilendiğini ve tuzak bulunmayan kanada göre daha küçük durgunluk bölgeleri oluştuğunu gözlemlemiştir. Boşluğun büyüklüğünün veter uzunluğuna göre büyük olması halinde tuzağın daha etkili olacağını iddia etmiştir [Olsman, 2010, 2011].



Şekil 3: Bir kanada ait akım çizgileri (a) klasik boşluksuz (b) girdap tuzaklı [Olsman, 2010]

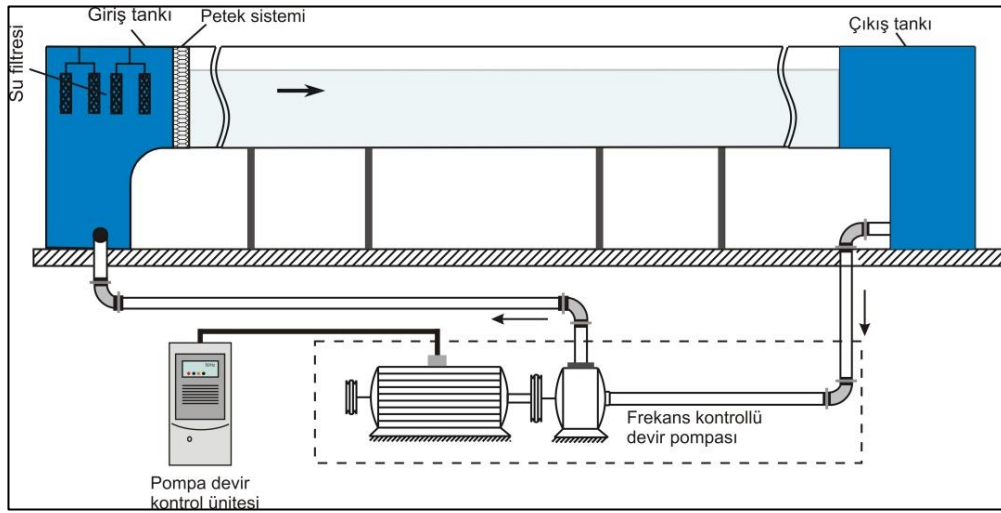
Bu çalışmada simetrik bir kanat profili olan NACA0018 üzerinde öncelikle boşluksuz model, daha sonra boşluğu dairesel geometriye sahip olan, ölçüleri Şekil 4 de verilen 165 mm kiriş uzunluğuna sahip model üzerindeki akış yapısı incelenmiştir. Olsman'ın çalışmalarında kullandığı bu geometri, düşük hücum açılarındaki karşılaştırmalar yapabilme açısından bu çalışmada da kullanılmıştır [Olsman, 2010]. Hücum açıları dolu ve boşluklu kanat modeli için, $Re= 10\ 000$ de, $\theta=0^\circ-24^\circ$ belli açılar arasında taranmıştır.



Şekil 4: NACA 0018 Kanat profili üzerinde girdap tuzağının yapısı [Olsman, 2010]

Deneyel yöntem olarak parçacık görüntülemeli hız ölçme yöntemi (Particle Image Velocimetry (PIV)) kullanılmıştır. Bu yöntemde, akış alanındaki ölçüm bölgesine ait aynı anda birçok noktada hız ölçümü, yani anlık hız alanları elde edilebilmektedir. PIV yönteminde, akış alanındaki bir kesite ait iki veya üç boyutlu anlık hız alanlarının elde edilebilmektedir. Bu çalışmada iki boyutlu PIV kullanılmıştır. Kanat modelleri üzerinde elde edilen sonuçlarından, akış alanına ait zaman ortalama ve anlık hız vektörleri, akım çizgileri ve girdap eş eğrileri gibi özellikler elde edilmiştir.

PIV deneyleri, Şekil 5’de görülen Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarında kurulu olan kapalı devre açık yüzey su kanalında gerçekleştirilmiştir. Su kanalı iki adet su deposu ve bu iki depo arasında bulunan akrilik malzemeden imal edilmiş, 750mmx1000mmx8000mm (yükseklik x en x boy) boyutlarında saydam ölçüm alanından oluşmaktadır. Kanal içerisindeki akış hızı, hız kontrol ünitesi yardımıyla değişik devirlerde çalışabilen bir pompa ile ayarlanmaktadır. Kanal içerisine Şekil 6 da görülen boyutları verilen kanat modeli, iki adet 500x500 mm boyutlarındaki, akrilik plakadan yapılan aparatla, iki uçtan bağlanarak yerleştirilmiş ve deneyler yapılmıştır. Hücum açıları akrilik malzeme üzerine işaretlenmiş açılara göre ayarlamak suretiyle, modeller istenilen hücum açısına getirilerek civatayla sabitlenmiştir. Kanaldaki serbest akım su hızı kanal boş iken Reynolds sayısı $Re=10^4$ olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 5: Kapalı çevrim çalışan açık su kanalının şematik görünümü



Şekil 6: Deney aparatına bağlanmış oyuk model ve perspektif görünüşü

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

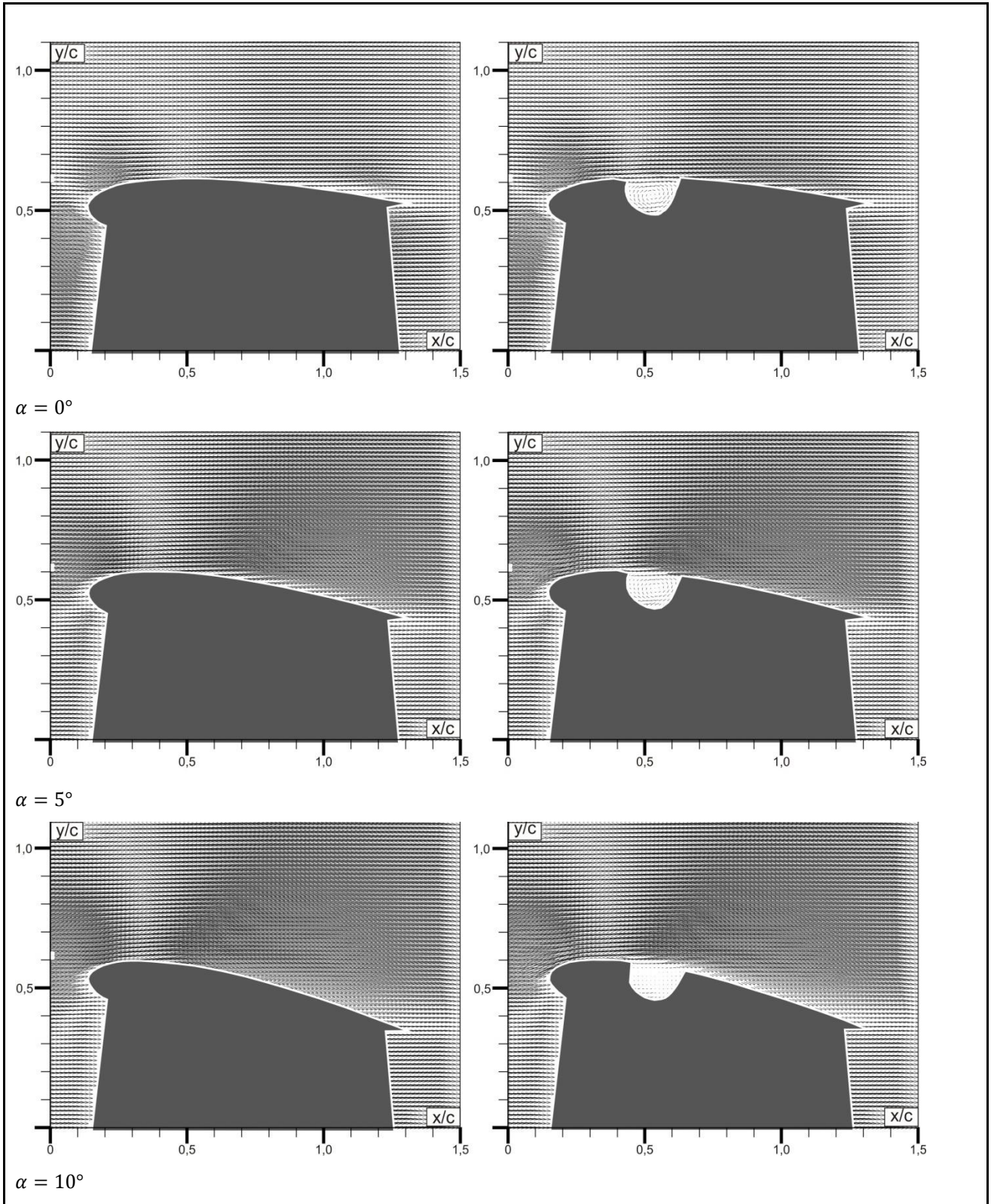
Akışkanlar mekaniği uygulamalarında belirli bir akış alanı içerisinde, anlık hız ölçümü yaparak akışın yapısını anlamak oldukça önemlidir. Çoğu hız ölçme yöntemlerinde, farklı noktalarda farklı zamanlarda yapılan ölçümlerle ortalama akış değerleri belirlenebilmekte ve elde edilen veriler akışın yapısını tanımlamada yeterli olmamaktadır. PIV yönteminde, ise akış alanındaki ölçüm bölgesine ait aynı anda birçok noktada hız ölçümü, yani anlık hız alanları elde edilebilmektedir. Bu yöntemde, akış alanındaki bir kesite ait iki veya üç boyutlu anlık hız alanlarının elde edilebilmektedir. PIV yöntemiyle elde edilen veriler çeşitli istatistik ve matematik yöntemler kullanarak çalışan bilgisayar programları ile analiz edilerek, elde edilen veriler grafik programlar kullanılarak görsel hale getirilmektedir. Anlık hız değerleri kullanılarak, girdap eş eğrileri, akım çizgileri ve türbülans nicelikleri gibi akış yapısı hakkında bilgi veren diğer parametreler elde edilebilmektedir.

Bu çalışmadaki boşluk yapısına benzer olarak, önceki çalışmalarda farklı boşluk yapısına sahip girdap tuzaklı deneysel ve nümerik çalışmalar mevcuttur. Ancak yapılan çalışmalarda, farklı boşluk yapısı, boşluğun yeri, farklı Reynolds sayısı gibi farklı parametreler nedeniyle ortaya çıkan sonuçlar zaman zaman birbiriyle farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan boşluğun yeri ve yapısı şimdiye kadar olan çalışmalardan daha farklı olduğundan, bu çalışmada Olsman'ın [Olsman, 2010] düşük hücum açılarında boya deneyleri ve nümerik incelemeler yaptığı boşluk yapısı ve yeri esas alınmıştır.

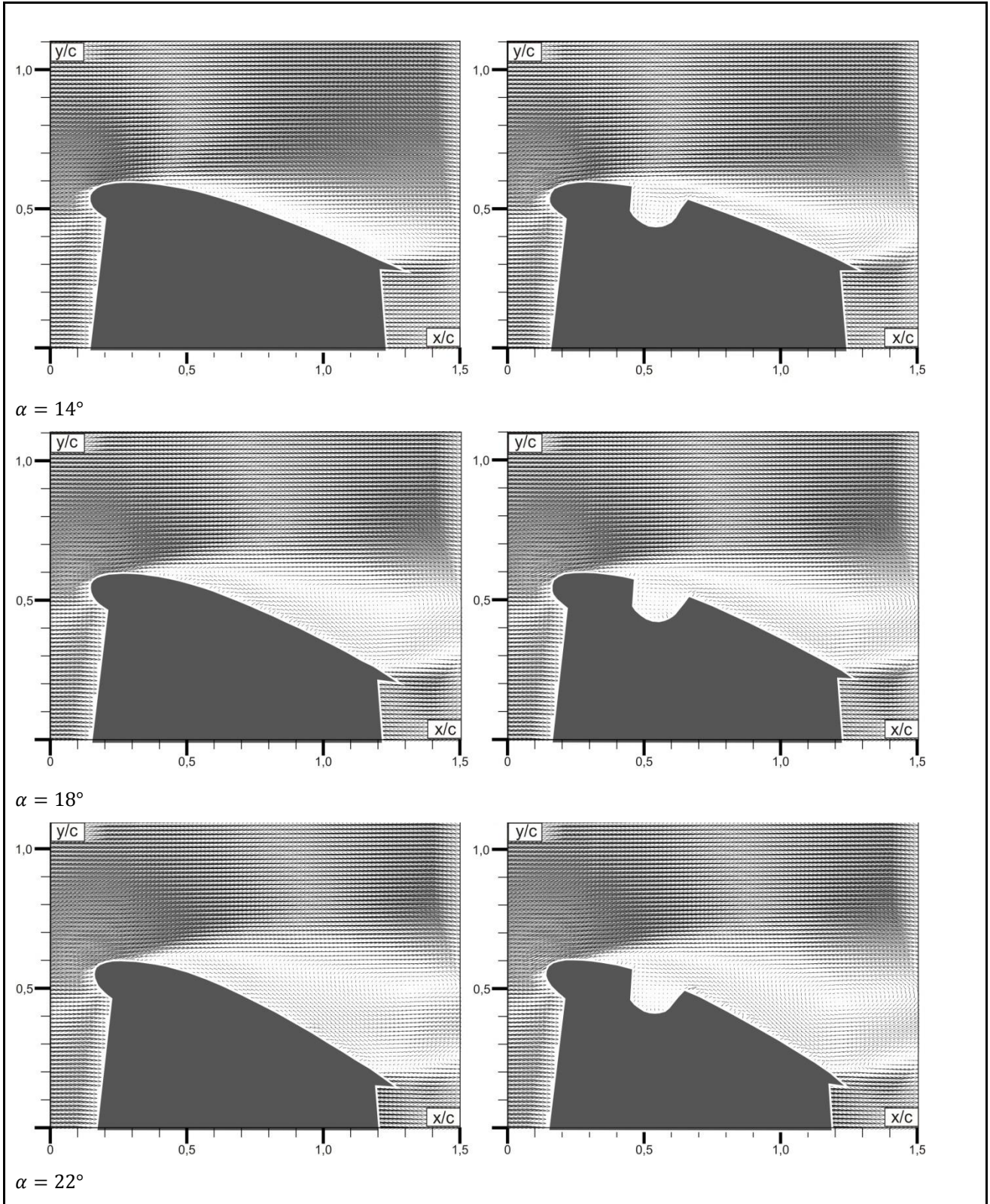
PIV deneylerinde 1200x1600 piksellik alanda ölçümler yapılmış olup, kamera bakış açısı ile hüzmeye arasında 90° lik fark vardır. Lazer hüzmelerini gönderen bölüm kanalın alt kısmına yerleştirilmiştir ve kamera kanala yandan bakmaktadır. Deneyde modellerin öncelikle lazer ışığını geçirebilen akrilik malzemeden yapılması düşünülmüş, ancak tasarlanan modele uygun kalınlıkta malzeme bulunmaması ve malzemeyi işleyecek bir tesisin bulunmaması nedeniyle alüminyum malzemeden yapılmasına karar verilmiştir. Deneyde kullanılan modellerin alüminyumdan yapılması ve lazer hüzmelerinin alüminyumda geçmemesinden dolayı, lazer hüzmeleri modelin arka kısmında kalan bölgeyi aydınlatamamaktadır. Bu nedenle modeller yerleştirilirken, boşluklu modellerde lazer hüzmelerinin boşluk bölgesini aydınlatabilmesi için boşluk kısımları lazere bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu nedenle modelin arka kısmında kalan bölge karanlık olarak görülmektedir. Boşluğun akış yapısı üzerine etkisi incelendiğinden bu bölgenin karanlık kalmasının deneysel açıdan herhangi bir sakıncası yoktur. Ancak veriler işlenirken bu bölgede oluşan verilerin temizlenmesi ve ham veriler için bir ön hazırlık gerektirmektedir. Lazer hüzmeleri kanalın alt kısmından 500 mm uzunluğundaki modelin orta kısmına gelecek şekilde gönderilmiştir. Deneyde kullanılan modellerin bağlandığı plakaların akışı etkilememesi ve kanal içerisinde sürüklenmeden kalabilmesi için ağırlık oluşturması amacıyla model, dolu alüminyum malzemeden 500 mm boyunda imal edilmiştir. Deneyde modeller kanal içerisine, kanala girişten itibaren 2.20 m ye bağlantı aparatı kanal ortasına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Keskin köşelerden oluşabilecek akış düzensizliklerini önlemek amacıyla akrilik bağlantı plakalarının uç kısımları yuvarlatılmıştır. Deneyde kullanılan modeller iki-boyutta akış incelemesi için tasarlanmış olup, kurgulanan deneyin doğası gereği üçüncü boyutta değişimler olmadığı, olan küçük değişimlerin de akışı etkilemeyeceği varsayılmıştır. Kanalın türbülans yoğunluğu %0.5 civarındadır. Deneyler $Re=10^4$ Reynolds sayısında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada 0°, 5°, 10°, 14°, 18° ve 22° gibi geniş aralıktaki hücum açıları için hız vektörleri, akım çizgileri ve girdap eş eğrileri sonuçları verilmiştir. Deneylerin sonuçlarında üzerinde dolu model (herhangi bir değişiklik yapılmamış olan NACA0018 modeli) ve oyuk model karşılaştırılmıştır. Deneyde kullanılan oyuk yapısı için Olsman'ın çalışmalarında kullandığı yapı referans alınmıştır. Olsman çalışmalarını rüzgâr tüneline ve boya deneyleriyle yapmış PIV kullanmamıştır [Olsman, 2010, 2011]. Karşılaştırma açısından bir referans olacağı düşünülerek aynı yapıdaki kanat modeli kullanılmıştır.

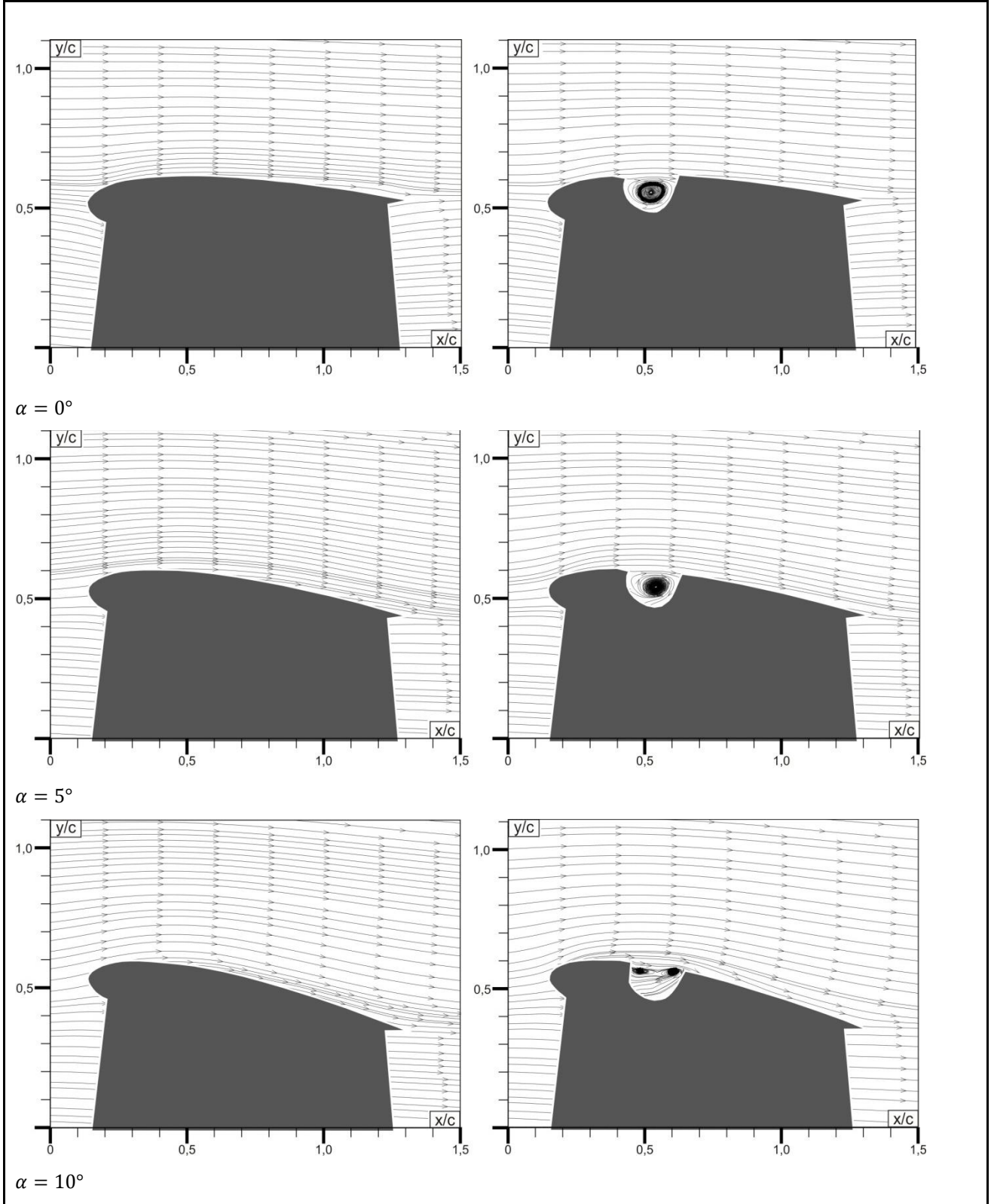
Aerodinamikte hız alanlarının belirlenmesi akışın yapısının anlaşılması ve verimin belirlenebilmesi bakımından önemlidir. Elde edilen grafiklerde modelin oyuk yüzünün aşağıya doğru bakması nedeniyle, hücum açısının yanlış bir algıya neden olmaması için grafikler ters çevrilmiştir. Kanadın saat yönünde döndürülmesi pozitif hücum açısı olarak bilinmektedir.



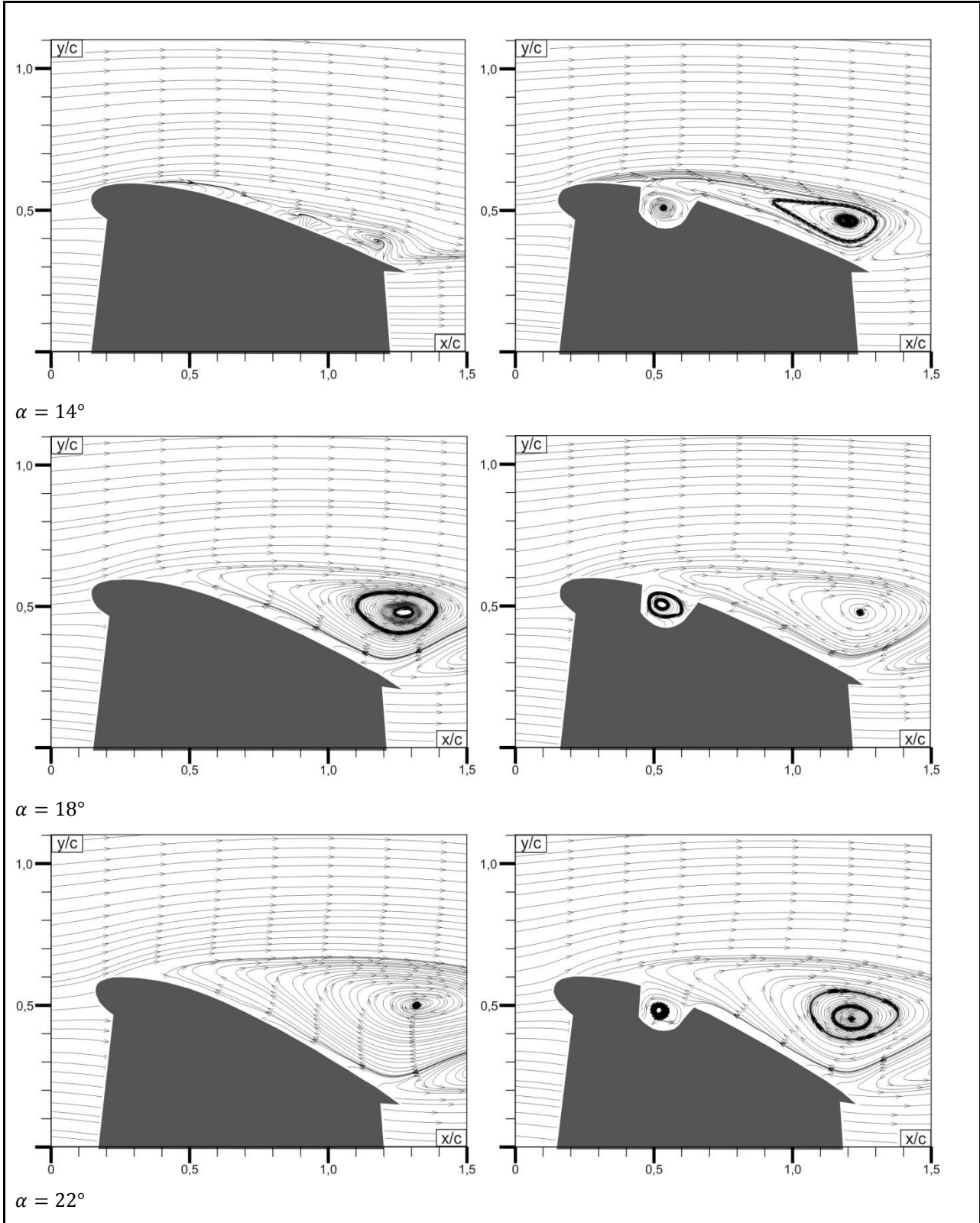
Şekil 7: Farklı hücum açılarında $\alpha = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ dolu ve oyuklu model üzerinde hız vektörleri



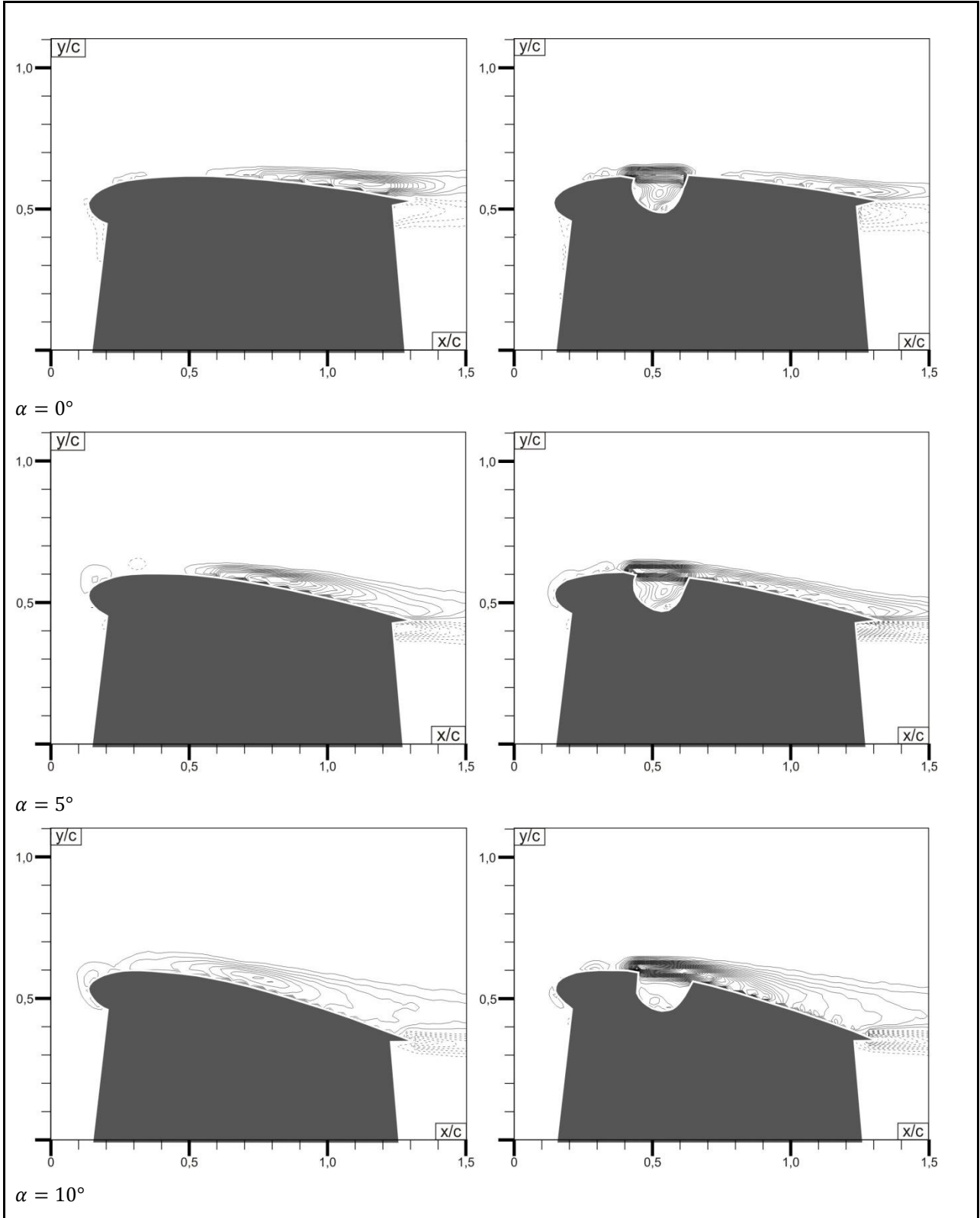
Şekil 8: Farklı hücum açılarında $\alpha = 14^\circ, 18^\circ, 22^\circ$ dolu ve oyuklu model üzerinde hız vektörleri



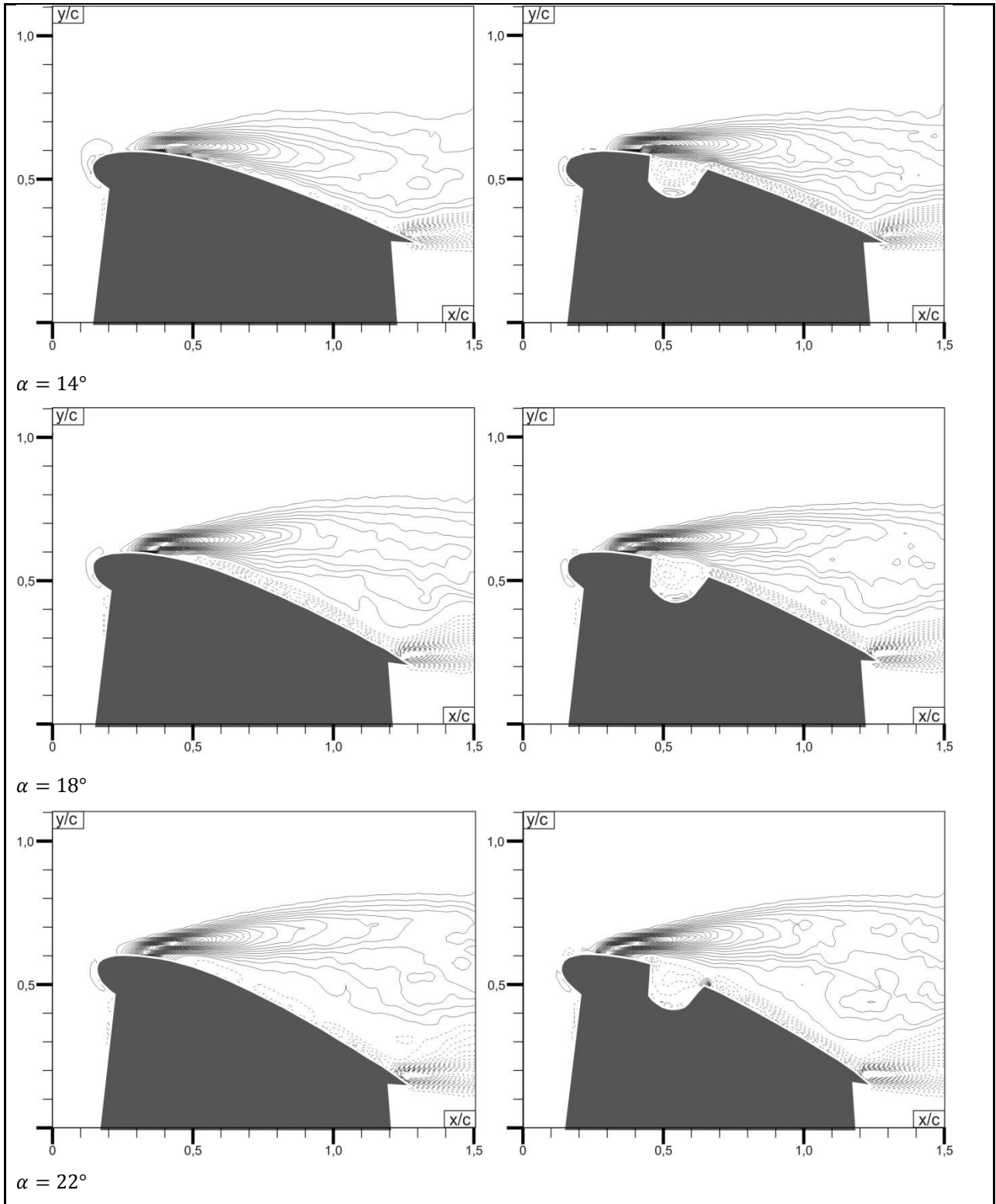
Şekil 9: Farklı hücum açılarında $\alpha = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ dolu ve oyuklu model üzerinde akım çizgileri



Şekil 10: Farklı hücum açılarında $\alpha = 14^\circ, 18^\circ, 22^\circ$ dolu ve oyuklu model üzerinde akım çizgileri



Şekil 11: Farklı hücum açılarında $\alpha = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ dolu ve oyuklu model üzerinde girdap eş eğrileri



Şekil 12: Farklı hücum açılarında $\alpha = 14^\circ, 18^\circ, 22^\circ$ dolu ve oyuklu model üzerinde girdap eş eğrileri

Verilen grafiklerde, grafik eksenlerini daha kolay anlaşılır hale getirmek ve boyuttan bağımsız hale getirmek için uzunluklar giriş uzunluğuna bölünmüştür.

Şekil 7 ve 8 dolu ve oyuk model için farklı hücum açılarındaki zaman ortalamalı hız vektörlerini göstermektedir. Grafiklerde kanat yüzeyinde kaymama koşulu nedeniyle, kanada yakın bölgelerde hız vektörlerinin küçüldüğü kanat üzerinde ise sıfır olduğu görülmektedir. Dolu ve oyuk model karşılaştırıldığında, 0° , 5° gibi düşük hücum açılarındaki hız vektörlerinde kanat yüzeyinde belirli bir farklılık görünmemekte olup 10° ve üzerindeki hücum açılarındaki oyuğun etkisi görülmektedir. Oyuk içerisindeki hızların oldukça düşük olduğu görülmektedir. 10° lik hücum açısında firar kenarı yakınında art izinin belirginleşmeye ve büyümeye başladığı ve oyuk içerisindeki düşük hızlı bölgenin oyuğun dışına doğru kaymaya başladığı görülmektedir. 14° hücum açısında hem dolu kanat yüzeyinde hem de oyuk kanat yüzeyinde hücum kenarına yakın bölgede düşük hızlı bir akış bölgesi oluşması nedeniyle ayrılmanın başladığı görülmektedir ($x/c=0,4$). Oyuk içerisindeki düşük hızlı akışın oyuğun dışına doğru taşıdığı ve dolu kanat geometrisine göre daha büyük bir düşük hızlı akış bölgesi oluşturduğu görülmektedir. 18° ve 22° hücum açılarındaki oyuğun etkisinin azaldığı ve girdap bölgesi büyüklüklerinin ve ayrılmanın başladığı yerin hemen hemen aynı noktalar olduğu görülmektedir ($x/c=0,3$). Yüksek hücum açılarındaki kanat üzerinde ters bir gradyan oluşumu ve geri akış daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bölgenin hemen dışında kalan bölgede hızın arttığı görülmektedir.

Şekil 9 ve 10 dolu ve oyuk model için farklı hücum açılarındaki akım çizgilerini göstermektedir. 0° , 5° lik hücum açılarındaki akım çizgilerinde hız vektörlerine benzer biçimde belirgin bir fark görülmemiş olup, oyuk içerisinde düşük hızlı akımın bulunduğu bölgede kapalı akım çizgilerinin oluşturduğu sürekli dolanım, merkezi oyuğun merkezinde bulunan saat yönünde dönen bir girdap olduğu görülmektedir. 10° de ise oyuk içerisindeki girdabın daha küçük iki girdaba ayrıldığı ve girdapların oyuğun merkezinden dışına doğru taşındığı görülmektedir. 14° de dolu modelde kanat yüzeyi üzerinde $x/c=0,35$ civarında ayrılmanın başladığı ve firar ucuna yakın bölgede ters akışın oluşturduğu bir girdap bölgesi görülmektedir. Oyuk modelde ise ayrılmanın daha önceki bir kısımda başladığı ($x/c=2$), oyuk içinde ve firar ucuna yakın bölgede iki girdap olduğu görülmüştür. Girdap bölgesinin, oyuk olan modelde, dolu modele göre daha büyük olduğu görülmüştür. 18° de dolu modelde ayrılan akış bölgesinin ve buna bağlı olarak girdap bölgesinin de büyüdüğü, art izi bölgesinde bir ters akışlı girdap bölgesinin bu girdabın büyümesinde etkili olduğu ve aynı etkinin oyuk modelde de görülmektedir. Ayrılmanın her iki model için $x/c=0,3$ civarında başladığı görülmektedir. 22° de ise her iki modelde $x/c=0,25$ civarında olduğu girdap merkezinin dolu modelde $x/c=1,35$, oyuk modelde ise $x=1,25$ civarında olduğu, girdap bölgesinin oyuk modelde kanada daha yakın olduğu ve nispeten daha küçük olduğu görülmektedir.

Şekil 11 ve 12 girdap eş eğrilerinde düz çizgiler saat yönündeki girdapları kesik çizgiler ise saat yönünün tersine olan girdapları göstermektedir. 0° , 5° hücum açılarındaki girdap eş eğrileri dolu model ve oyuk modelde kanat yüzeyinde ve firar kenarı yakınında benzer girdap bölgelerini oluşturmaktadır. Oyuk modellerde büyük girdaplı akış bölgesinin başlangıcı $x/c=0,4$ civarında iken, dolu modelde bu bölge $x/c=0,55$ de başlamaktadır. 10° hücum açısında ise hem dolu model hem de oyuk olan modelde bu bölge hücum kenarına doğru taşınmakta ve büyüklüğü artmaktadır. Kanat yüzeyi yakınındaki girdaplar saat yönünde iken, firar kenarından sonra art izi bölgesinde meydana gelen girdaplar saat yönünün tersi yöndedir. Hem hız vektörlerinde hem de akım çizgilerinde görülen hücum açısıyla büyüyen ayrılmış akış bölgesi girdap eş eğrilerimde de görülmektedir. 14° hücum açısında dolu modelde kanat yüzeyi üzerinde sınır tabaka içinde oluşan girdaplar saatin tersi yönünde, bu bölgenin hemen üstünde saat yönünde ve firar kenarında ise tersi yönde oluşmaktadır. Oyuk modelde oyuk içerisinde dip kısımda negatif bir girdap oluşurken, oyuğun üst kısmında kanat üzerindeki sınır tabaka içerisinde ve firar kenarının çıkışında hâkim olan pozitif girdaplar görülmektedir. 18° ve 22° hücum açısında her iki kanat üzerinde sınır tabaka içinde pozitif girdaplar oluşurken, ayrılmanın etkisiyle bu bölge dışında kalan alanda negatif girdap bölgesinin büyüdüğü görülmektedir.

SONUÇ

Kanat üzerinde meydana gelen ayrılma hücum açısına ve kanat üzerindeki boşluğun yapısına ve yerine göre değişmektedir. Önceki yapılan benzer çalışmalar, genellikle rüzgâr tüneline veya boya deneyleri ile yapılan çalışmalardır. Bu çalışmada oyuk boşluk yapısının akış üzerine etkisini incelemek amacıyla, kanat üzerine olan akış, farklı hücum açıları için PIV yöntemiyle deneysel olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, dolu kanat yapısı, dairesel boşluklu olan modelle karşılaştırılmıştır.

Oyuk modelde oyuğun etkisinin 10° nin üzerindeki kanat açılarında ortaya çıktığı görülmüştür. Her iki modelde de hücum açısına bağlı olarak, akışın yapısı, ayrılmanın gerçekleştiği yer değişmektedir. Elde edilen deney sonuçlarında, boşluklu kanat yapısının akış ayrılması üzerine olumlu etkisi tespit edilememiştir. Kanal içerisindeki akışkan hızının sınırlı olması ve akışkan olarak su kullanılması, PIV deneylerinde Reynolds sayısının, hava içerisindeki deneylere göre çok küçük kalması boşluğun akış yapısı üzerine etkisini yeterince göstermesini engelleyen önemli bir parametre olmaktadır. Deneysel olarak çalışma olanakları bulunduğu, boşluğun etkisini tam olarak görebilmek için, çalışma yüksek Reynolds sayılarında rüzgâr tüneline tekrarlanmalıdır. Bu gerçekleştirilemediği aynı zamanda çalışmaya Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği kullanılarak, hem düşük hem de yüksek Reynolds sayılarında çalışmaya devam edilecektir. Elde edilen sonuçlara göre, boşluğun yeri ve yapısı için çalışmalara devam edilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından M-496 proje numarası ile desteklenmiştir.

Bu çalışmada, yardım ve desteklerini esirgemeyen Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü elemanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Baranov, P.A., Guvernyuk, S.V., Zubin, M.A. ve Isaev, S.A., 2000. *Numerical and physical modeling of the circulation flow in a vortex cell in the wall of a rectilinear channel*, J. Fluid Mech. 35, 663-673

Bouferrouk A. ve Chernyshenko S. I., 2004. *Stabilisation of a trapped vortex for enhancing aerodynamic flows*, 15 th Australasian Fluids Mechanics Conference,

Chernyshenko S. I., Castro I. P., Hetsch T., Iollo A., Minisci E. ve Savelsberg R., 2008. *Vortex cell shape optimization for separation control*, 8 th World Congress on Computational Mechanics (WCCM8)

De Gregorio F. ve Fraioli G., 2008. *Flow control on a high thickness airfoil by a trapped vortex cavity*, 14 th Int Symp on Applications of Lasers Techniques to Fluid Mechanics Lisbon, Portugal,

Fletcher, C.A.J. ve Stewart, G.D.H., 1986. *Bus drag reduction by the trapped vortex concept for a single bus and two buses in tandem*, J. Wind Eng. Ind. Aerod. 24, 143-168

Huang, M.K. ve Chow, C.Y., 1982. *Trapping a free vortex by Jonkowski airfoils*, AIAA J. 20, 292-298

Isaev, S.A., Guvernyuk, S.V., Zubin, M.A. ve Prigorodov, Yu.S., 2000. *Numerical and physical modeling of a low-velocity air flow in a channel with a circular vortex cell*, J. Eng. Phys. Thermophys. 73, 337-343

Kruppa, E.W., 1977. *A wind tunnel investigation of the Kasper vortex concept*, AIAA (115704)

Olsman W. F. J., 2010. *Influence of a cavity on the dynamical an airfoil*, TU Eindhoven

- Olsman W. F. J., 2011. *Numerical simulation of flow over an airfoil with a cavity*, AIAA Journal Vol. 49, No1
- Rossow. V.J., 1978. *Lift enhancement by an externally trapped vortex*, J. Aircraft 15, 618-625
- Saffman, P.G., Sheffield J.S., 1977. *Flow over a wing with an attached free vortex*, Stud. Appl. Maths 57, 107-117
- White F. M., 1998. *Fluid Mechanics 4 th edition*, McGraw-Hill