

# 6 – Neden Rüzgâr Altında, Güvenli Tarafta Kalmak İşe Yarar?

Arvel Gentry bu taktiğin ardındaki prensipleri analiz ediyor

Arvel Gentry – SAIL Magazine Eylül 1973 sayısından tercümedir

*ticari amaçlı değildir, amatör denizcilerin kendi amaçlarına yönelik yararlanmaları amacıyla tercüme edilmiştir*

Bir teknede yelkenlerin birbirleriyle etkileşimi çoğu yelkençi için kafa karıştırıcıdır. Bu karışıklığın, iki ayrı tekne arasındaki yelkenler düşünüldüğünde de devam etmesi ise şaşırtıcı değildir ki, teknelerden birisi diğerinin rüzgâr altında, güvenli pozisyonundadır. Aynı teknedeki iki yelken arasındaki aralık etkisinin eski açıklaması ve yelkenlerin iki ayrı teknede olması ile ilgili tecrübelerimiz bir çelişkiye sebep oluyor gibi görünür.

Aynı teknedeki yelkenlere baktığımızda, eski teori, ön yelkenin hızlı bir hava venturisi yaratarak ana yelkene yardımcı olduğu şeklinde idi. Fakat birbirlerine yakın, birisi rüzgâr altında, güvenli pozisyonunda iki ayrı tekne olduğunda, arkada ve rüzgâr üstünde olan (ana yelken gibi) tekne, rüzgâr altındaki teknedeki olumsuz şekilde etkilenmektedir. Nasıl böyle bir yelken etkileşimi bir durumda yardımcı olurken, diğer durumda engelleyici olabilmektedir?

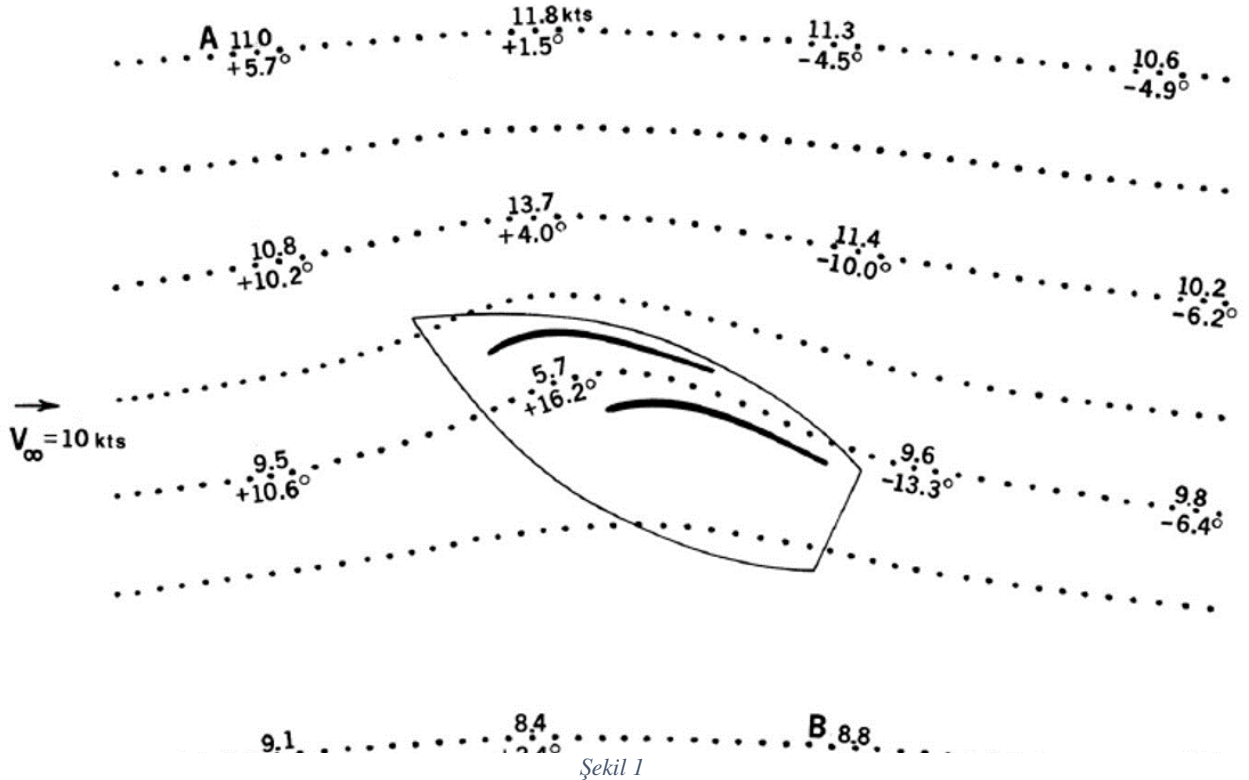
Bu serinin önceki makaleleri eski venturi aralık-etkisi açıklamasının tamamen yanlış olduğunu kanıtlamıştı ve

ön yelkenin ana yelkeni nasıl etkilediği ve buna mukabil ana yelkenin nasıl ön yelkene yardımcı olduğunu görmüştük. İki tekne arasındaki yelkenlerde de bunun tam olarak aynı gerçekleşir ve bu makalede bunu keşfedeceğiz.

Kuşkusuz rüzgâr altında, güvenli pozisyon ile bir teknenin iki yelkenindeki aralık-etkisi arasında bir çelişki yoktur. Eğer doğru akış çizgisi ve akış çözümleri kullanılırsa, her şey birbiriyle tutarlıdır.

Şimdi bir teknenin çevresindeki akış alanına bakalım (Şekil-1). Noktalı çizgiler teknenin etrafındaki akış çizgileridir ve bu çizgiler boyunca aralıklı olarak sayılar vardır. Üsteki sayı, akışın o noktadaki rüzgârın hızıdır. Gerçek rüzgâr hızını ve teknenin suda ilerlemesinden doğan hızı bir araya getirdiği için, tüm bu değerler zahiri (görece/rölatif) değerlerdir.

Aşağıdaki sayı ise o noktadaki akışın açısıdır<sup>1</sup>. Artı işaretli olan sayılar zahiri serbest akış açısından yukarıya doğru



<sup>1</sup> (ç.n.) Yazar Şekil-1’de sol taraftan, diyelim ki tekneye göre 30 derece iskeleden 10 knots zahiri rüzgârı eşit aralıklı toplam yedi akış çizgisi ile gösteriyor. Sonra bir matris halinde belirli

noktalarda zahiri rüzgârın yerel yönünü ve hızını şekle işliyor. Örneğin alttan üçüncü akış çizgisine sol taraftan itibaren bakarsak, önce tekneye göre 30 derece iskeleden 10 knots ile

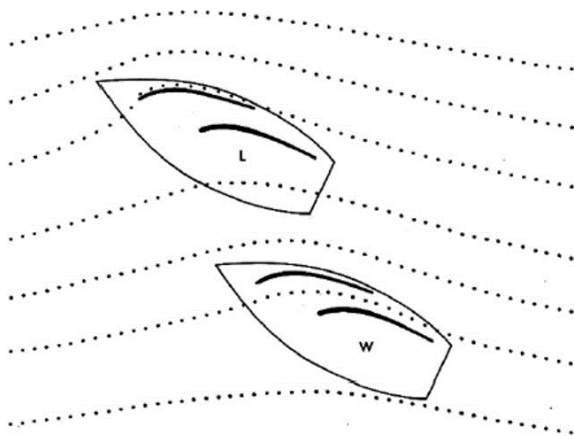
olan akışları (ing. upwash) ve eksi olan sayılar da aşağıya doğru olan akışları (ing. downwash) temsil ediyor. Bu örnekte teknenin önündeki serbest akış şartları sıfır derece ve 10 knots olarak alınmıştır. Bu şartlara ulaşmak için teknenin birkaç boy önüne bakmak gerekir.

Hava, teknenin çevresinde, ciddi miktardaki uzaklıklarda, rüzgâr üstünde, rüzgâr altında ve akışın arkada kalan kısmında önemli derecede etkilenmektedir. Bu etkiler tekneye yakın yerlerde en yüksek değerlerde iken, geride bıraktıkça azalmaktadır. Rüzgâr hızı veya açısındaki küçük farklılıklar tekne performansını önemli miktarda değiştirdiği için, rüzgâr altında güvende olma durumunun, gerçekte yelkenlerin birbirleriyle etkileşiminin dinamik bir sonucu olması sürpriz değildir.

Şekil-1’de tercih edilen rüzgâr altındaki güvenli pozisyon, akış alanı içinde A ile işaretlenmiştir. Bu noktadaki akış şartları rüzgâr hızının 11.0 knots ve açısının da +5.7 derece olduğu şeklindedir (ç.n. Şekil-1’de sol üst köşe). Bu demektir ki, güvenli-rüzgâr altı pozisyonunda olan bir tekne, serbest akış hızından daha yüksek bir rüzgâr hızına ve itme kuvvetine karşılık gelecek bir rüzgâr kaymasına (rüzgâr altına doğru, yukarıya doğru rüzgârın kaymasına) maruz kalır.

Güvenli-rüzgâr altı teknesi arka tarafında (ç.n. arkasından gelecek bir tekneye göre) orsalaran bir rüzgâr kayması ve rüzgâr hızında azalmaya neden olacak şekilde aşağı doğru bir hava akışı yaratır (akış alanındaki B noktası). Burada rüzgârın hızı sadece 8.8 knots’a gerilemiş ve akış açısı da 4.7 derece azalmıştır (ç.n. Şeki-1’de sağ alt köşe). Doğal olarak burası olmak isteyeceğimiz iyi bir yer değildir.

İki teknenin çevresindeki akış alanı Şekil-2’de gösterilmiştir. Her iki tekne de aynı açıdaki serbest (zahiri) rüzgâr açısına göre konumlandırıldığı için iki yelken seti arasındaki etkileşim hakkında yorum yapabiliriz. Şekil-1’deki bir teknenin akış alanı ile iki tekne etrafındaki akış alanı karşılaştırıldığında, rüzgâr üstündeki



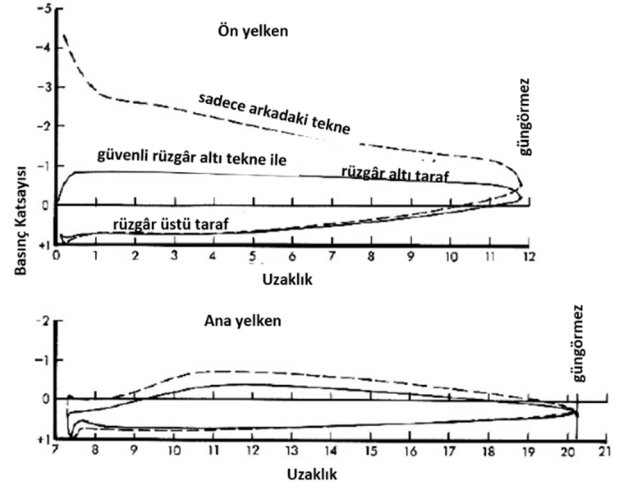
Şekil 2

W teknesinin Şekil-1’dekine göre çok daha az rüzgâr üstüne kaymış hava akışı (ing. upwash) aldığını

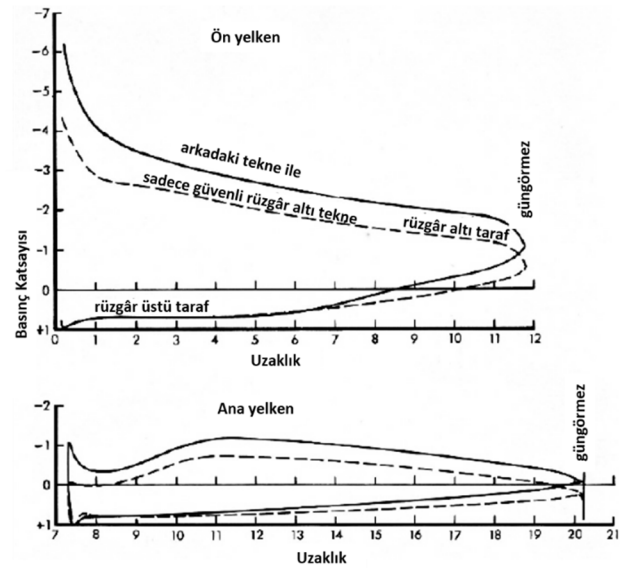
geliyor, tekneye yaklaşırken hızı 9.5 knots’a düşüyor, yönü tekneye göre  $30+10.6=40.6$  dereceye değişiyor. Bir sonraki adımda aralığa girerken ise hızı 5.7 knots’a düşüyor, yönü

görüyoruz. Bunun sebebi rüzgâr altındaki L teknesinin bıraktığı aşağı yönlü hava akışına (ing. downwash) maruz kalmasıdır.

Akış alanındaki bu değişiklikler W teknesinin yelkenleri üzerindeki basınçları nasıl etkilemektedir? Bunun cevabı Şekil-3’teki basınç dağılım grafiklerinde yatmaktadır. Kesik çizgiler arkada – rüzgâr üstünde seyreden W teknesinin tek başına iken ki basınç dağılımlarını, kesiksiz çizgiler de güvenli-rüzgâr altındaki L teknesi varken basınç dağılımlarını temsil etmektedir.



Şekil 3 Arkada rüzgâr üstündeki tekne – W teknesi



Şekil 4 Güvenli-rüzgâr altı tekne – L teknesi

Negatif basınç katsayıları serbest akış değerinden daha küçük basınçları (emme basınçlarını) temsil etmekte olup, değeri (ç.n. mutlak değeri) arttıkça yelkenin rüzgâr altı tarafında emme basıncı artmakta ve itme kuvveti de büyümektedir. L teknesi ile birlikte bakıldığında ise W

$30+16.2=46.2$  dereceye dönüyor. Yani 10 knots zahiri rüzgârda 30 derece iskele seyreden teknenin baş ıstralya-direk arasında hava 5.7 knots ve 46.2 derece iskele oluyor!

teknesinin yelkeninin rüzgâr altı tarafında daha az emme basınçları ve dolayısıyla daha az itme kuvveti oluşmaktadır. Burada, W teknesinin ön ve ana yelkeninin L teknesinden ciddi şekilde olumsuz etkilendiğini görüyoruz.

Diğer taraftan W teknesinin L teknesine olan etkileri de eşit derecede önemlidir. Daha önce görmüş olduğumuz ilk etki, arkadaki teknenin rüzgârı hızlandırması ve havayı rüzgâr altı teknenin yararına olacak şekilde kaydırmasıdır. Arkadaki W teknesinin, L teknesinin rüzgâr üstüne doğru havayı hızlandırmasının, rüzgâr altındaki bu L teknesine zarar verip vermeyeceğini sorabilirsiniz.

Eğer bu tekneler ayrı ayrı seyrediyor olsaydılar, bu etkinin güvenli-rüzgâr altı bölgedeki L teknesinin rüzgâr üstü kesiminde havayı az da olsa hızlandıracağı doğrudur. Dolayısıyla L teknesinin rüzgâr üstü kesiminin itme kuvvetine olan katkısının azalmasına sebep olacak bir olumsuzluk ile karşı karşıya kalacaktır. O halde neden L teknesi, rüzgâr üstündeki W teknesini halâ geride bırakabilmektedir?

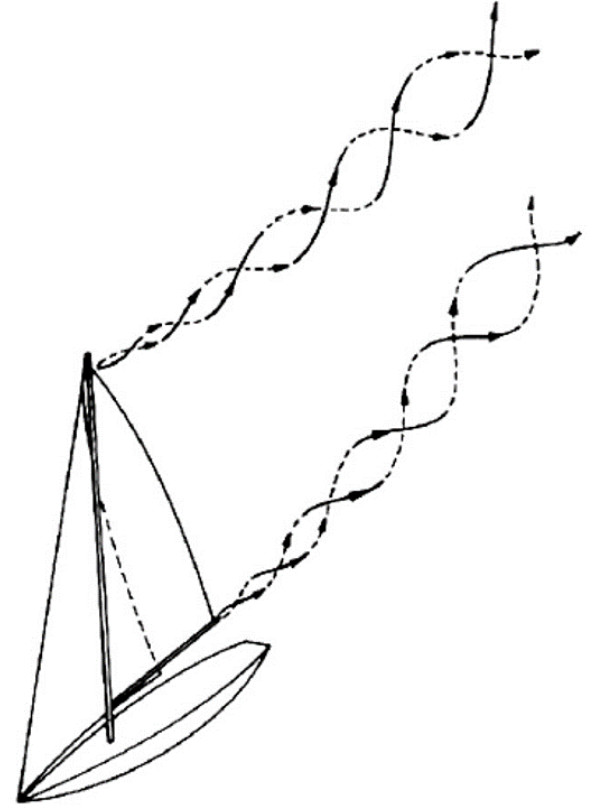
Bunun açıklaması L teknesinin yelkenlerinin rüzgâr altı tarafındaki hızlarda yatmaktadır. Birincisi, L teknesinin sadece bir yelkenin basılı olduğunu ve güngörmez yakasının da arkadaki rüzgâr üstü W teknesinin sebep olduğu yüksek hız bölgesinde olduğunu varsayalım. Bu yüzden, L teknesinin güngörmezindeki hızların, ana yelken ile basılı olduğu zamandaki gibi serbest hava akış hızına düşmesi gerekmez. Bu, geçtiğimiz makalede ele aldığımız gibi ön yelkenin, ana yelken etkisi altına girmesi ile aynı durumdur.

L teknesinin yelkeninin rüzgâr altı tarafındaki hava akışı, güngörmezde serbest hava hızına dönmez. Buradaki hız çok daha fazladır. Rüzgâr altı taraftaki yüksek hava hızının sebebi, rüzgâr üstündeki W teknesinin yarattığı yüksek hız bölgesinde Kutta Şartının sağlanması gereğidir. Dolayısıyla, L teknesinin yelkenlerinin rüzgâr altı tarafındaki havanın dağılımı, W teknesi olmadığı durumdakine göre daha yüksek olmaktadır.

L teknesinin yelkenlerinin rüzgâr altı tarafındaki yüksek hızlar ve dolayısıyla azalan basınçlar, bu yelkenlerin rüzgâr üstü tarafında azalan itme kuvvetini<sup>2</sup> karşılar, hatta fazlasını sağlar. Önceki makalede tanımladığımız gibi buna “dumping velocity” ya da çekecek etkisi (ing. bootstrap effect) denir.

Yalnız bu sefer, yelkenler iki ayrı teknededir ve arkada-rüzgâr üstündeki W teknesi, rüzgârın hızını ve açısını artırarak ve L teknesinin yelkenlerinin rüzgâr altındaki hızları yüksek tutarak, güvenli-rüzgâr altı taraftaki L teknesine yardım etmektedir.

Eğer L teknesinde hem ön yelken, hem de ana yelken basılı ise, çekecek etkisi iki misli fazla olur (ing. double



Şekil 5

bootstrap effect). W teknesi, L teknesinin ana yelkenine yardım etmekte, o da kendi ön yelkenine daha fazla yardımcı olmaktadır. Bunun ispatı Şekil-4’teki basınç dağılımı grafiğinde görülmektedir.

Bu grafikler göstermektedir ki, W teknesinin varlığı ile L teknesinin hem ön yelkenin, hem de ana yelkenin güngörmezindeki basınçlar daha da negatif değerlere (daha yüksek hızlara) ulaşmakta ve her iki yelkenin rüzgâr altı yüzeyindeki emme basınçları da (havanın hızının yükselmesi ile) artmaktadır. Yelkenlerin rüzgâr üstü tarafındaki pozitif basınçlar da, az da olsa yükselmektedir. Buna rağmen, bundan dolayı itme kuvvetindeki azalma, rüzgâr altı taraftaki emme basınçlarının ciddi şekilde artması ile telâfi edilmekte, hatta üzerine çıkmaktadır.

Bu durum her iki tekneyi nasıl etkiler? Birincisi, arkada-rüzgâr üstünde olan W teknesinin gördüğü zahiri rüzgâr hızı, güvenli-rüzgâr altı taraftaki L teknesine göre daha azdır; ayrıca daha düşük zahiri rüzgâr açısında seyretmek zorunda kalmaktadır. Yelkenlerini orijinal zahiri rüzgâr

<sup>2</sup> (ç.n.) L teknesinin yelkenlerinin rüzgâr üstü tarafında (W teknesinin rüzgârı yukarı itmesinden dolayı) havanın hızı arttığından dolayı, L teknesinin yelkenleri arasında eskisi kadar basınç farkı olmaz gibi görünse de, yazar L teknesinin

yelkenlerinin rüzgâr altında da tek başına olduğuna nazaran çok daha yüksek hızlar olacağı için bu olumsuz durumun telâfi edildiğini söylüyor.

açısına getirmek için, eski rotasına göre rüzgârdan açması gerekmektedir ve dolayısıyla VMG<sup>3</sup> hızı düşer.

Diğer taraftan güvenli-rüzgâr altı bölgesindeki L teknesi, havanın bu bölgede daha hızlı akması ve arkada-rüzgâr üstündeki W teknesinin sebep olduğu “upwash” sebebiyle daha fazla orsalayabilir. L teknesi yelkenlerinin rüzgâr üstü tarafında itme kuvveti bileşeninin azalmasından zarar görse de, rüzgâr altındaki daha yüksek emme basınçları ve daha yüksek hızlar ile bunu fazlası ile telâfi eder. Bunun sonucu olarak daha fazla orsalayabilir ve W teknesinden daha hızlı gidebilir. Şurası gerçek ki, W teknesinin varlığı sayesinde, L teknesi kendi başına seyrediyor olduğundan daha fazla orsalayabilir ve daha hızlı gidebilir hale gelmiştir.

Yaptığım analizler, her iki teknedeki yelkenlerin en iyi şekilde trim edildiği ve akışların ayrılmadığı varsayımına dayanmaktadır. Analiz, iki boyutlu aerodinamik kesitleri, yani her iki teknenin yelkenlerinde eşit yükseklikte kesitleri kullanmaktadır. Gerçek bir teknede, güverteden direk başına kadar kesitlerin şekli ve boyutları değişir. Yani tartıştığımız sonuçların görece etkileri güvertenin üzerindeki farklı yüksekliklerde değişiklik gösterir. Ancak her seviyede etki aynı şekilde devam eder, ancak görece büyüklükleri (ing. magnitude) değişir.

Şekil-1'e tekrar bakın. Teknenin çevresindeki akış alanında havanın hızında ve akış açısında büyük değişiklikler oluyorsa da, kısa mesafelerde ani değişiklikler görülmemektedir. O halde, bir diğer teknenin ardından geçerken neden beklenmedik değişiklikler görüyoruz. Bunun bir açıklaması diğer teknedeki yelkenlerin üzerinde büyük ayrılma bölgeleri oluşması neticesinde teknenin ardında kalan geniş ve kararsız (ing. unstable) bir vorteks<sup>4</sup> olabilir. Bilhassa apaz seyreden bir tekneyi geçerken bunu daha çok hissedersiniz.

Bir diğer sebep de yelkenin üç-boyutlu olmasıdır. Alt yakası ve mandar köşesi ile uçaklardaki gibi firar kenarı köşelerinde vortekse sebep olur. Köşelerdeki vorteks sistemi Şekil-5'te gösterilmiştir; gerçi bu şeklin son derece karmaşık bir olayın basit bir gösterimi olduğunu vurgulamalıyım. Şekil, yelkenin mandar ve iskota köşelerinden ayrılan girdap şeklinde bir hava vorteksini göstermektedir. Her yelken kendi vorteks sistemine sahiptir ve ön yelkenden çıkan vorteksler muhtemelen ana yelkenden çıkanlara karışmaktadır.

Her bir vorteks yelkenin rüzgâr üstü tarafındaki yüksek basınçlı havanın güngörmezde düşük basınçlı rüzgâr altı tarafa dönmeye çalışmasından kaynaklanır<sup>5</sup>. Bu burkulma hali bir yere kadar tüm güngörmez boyunca oluşursa da, asıl dikkate değer etkisi yelkenlerin uçlarında (ç.n. mandar

ve iskota köşelerinde) görülür. Eğer bir tekne yakınından geçerse, yelkenleri bu güngörmez vorteks girdaplarının içinden geçerken ani hava akışı değişiklikleri hisseder. İlginç bir şekilde, yelkenin orta kesimi akış hızları ve açıları bu vorteks sistemlerinden çok fazla etkilenmezler ve Şekil-1 ve Şekil-2'deki karakterlerini korurlar.

<sup>3</sup> (ç.n.) VMG – Velocity Made Good. Yelkenli teknenin ilerlediği rota boyunca olan hız vektörünün, gerçek rüzgâr yönüne olan izdüşümü. Teknenin gerçek rüzgâr yönüne doğru performansının bir göstergesi.

$VMG = V_T \times \cos \alpha$

$V_T$ : Teknenin hızı

$\alpha$ : Tekne rotasının gerçek rüzgâr ile yaptığı açı

<sup>4</sup> (ç.n.) Vorteks: havanın türbülant akış özelliği ile aerodinamik yüzeyden ayrılırken girdap halinde dönerek kıvrılması. Görsel bir örnek olarak <https://youtu.be/zW4PmUE151c> kanadın yüksek hücum açısında havanın kanadın üst tarafında (rüzgâr altı tarafında) nasıl ayrıldığını ve neticesinde flapların dış köşesinden nasıl vorteks oluştuğuna dikkat edin.

<sup>5</sup> Az da olsa Kutta Şartının tam olarak yerine getirilemiyor olmasından kaynaklanan sebeplerle