

# 7 – Kotra Arma

Arvel Gentry trinket yelkenin yararlarını keşfediyor

Arvel Gentry – SAIL Magazine Ekim 1973 sayısından tercümedir

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

Kotra arma (ing. cutter rig) yeniden revaçta olmaya başlıyor. Özellikle hafif ve orta şiddetteki havalardaki orsa ve dar apaz performansını iyileştirmesi bakımından seviye sınıflarında veya ton teknelerinde kullanılıyor. Derecelendirmelerini (ing. rating) düşük tutmak için bu teknelerin cenova yelkenleri, %170 ilâ %180 ön yelken yerine çoğunlukla %150 olarak ölçülüyor. %150, orta ve kuvvetli rüzgârlarda çok iyi olmakla birlikte, rüzgâr düştüğünde bu teknelerin çoğu yeterli yelken alanı olmamasından mustarip olurlar. Önde yüksek kesilmiş bir flok ve iç ıstralya üzerinde bir trinket<sup>1</sup> ile kotra arma bu kaybedilen yelken alanını geri kazanmak üzere popüler bir yol gibi görünüyor.

Bu makalede kotra armaya aerodinamik analiz tekniklerini uyguladım ve umarım ki vardığım sonuçlar yeni bir bakış açısına yol açar. Hiç bir şey olmasa, trinket yelkenin neden o kadar hassas bir yelken olduğunu göreceksiniz.

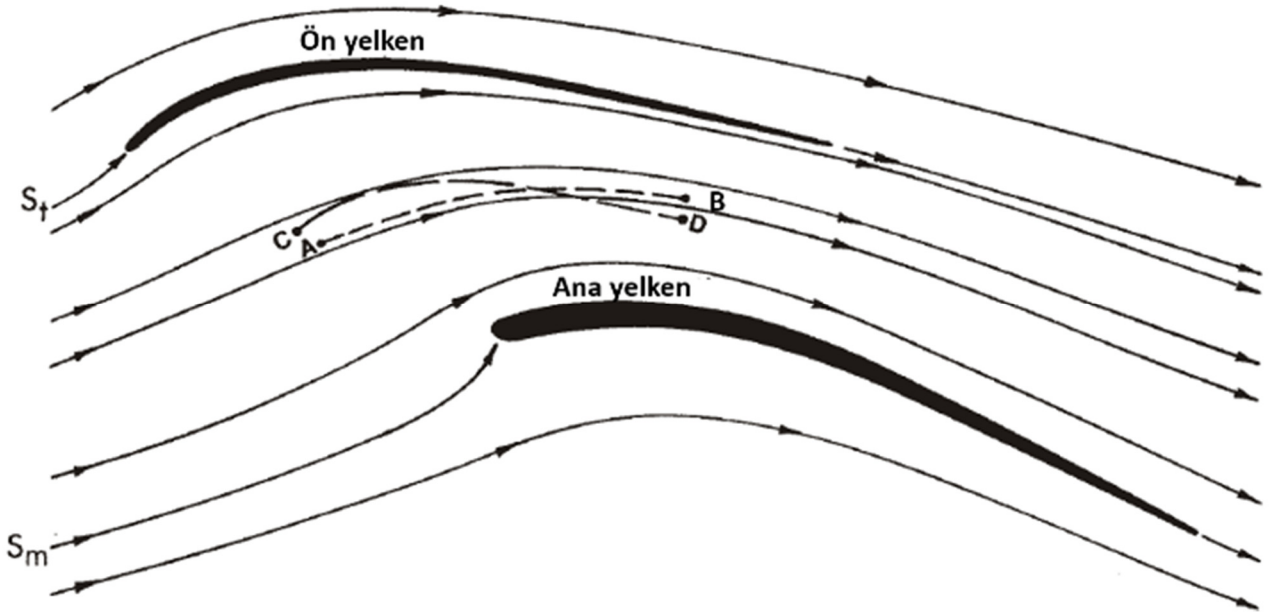
Armaya trinket eklemenin etkisini anlamak için, (ç.n.) iki yelkenli kombinasyondaki ön yelken ve ana yelken arasındaki akış çizgilerine daha yakından ve detaylı bakmalıyız. Bu yelkenin etkileşim problemini anlamak için hatasız bir akış çizgisi diyagramı gerekiyor.

Şekil-1 (trinket olmaksızın) ön yelken ve ana yelken kombinasyonunun çevresinde hassasiyetle hesaplanmış

akış çizgilerini göstermektedir. Bu temel yelken kombinasyonu, bu yazı dizisinin önceki makalelerinde kullandığımın aynıdır, şu farkla ki, ana yelken teknenin merkez hattına göre 2.5° daha kasılmış, ön yelken ise 5° açılmıştır. Ön yelkenin sadece 2.5° açılmış halini de çalışmış olmama rağmen, elde ettiğim sonuçlar burada sunulandan farklı değildir. Başka yelken açıları ve şekilleri, yelkenlerin farklı etkileşimine sebep olacaksa da, ciddi şekilde farklı sonuçlara ulaşılabilirliğinden şüphe ederim.

Bu ön yelken (ç.n. bu durumda flok olarak isimlendirilecek) ve ana yelken arasına bir trinket ekleyecek olsaydınız, tam olarak nereye koyardınız? Başlangıçta varsayalım ki, trinketin orsa yakası Şekil-1'de A noktasında olsun ve o şekilde trim edilmiş olsun ki A-B çizgisine göre şekil almış olsun. Bu şeklin flok ve ana yelken arasındaki akış çizgilerine tam olarak uyduğunu göreceksiniz.

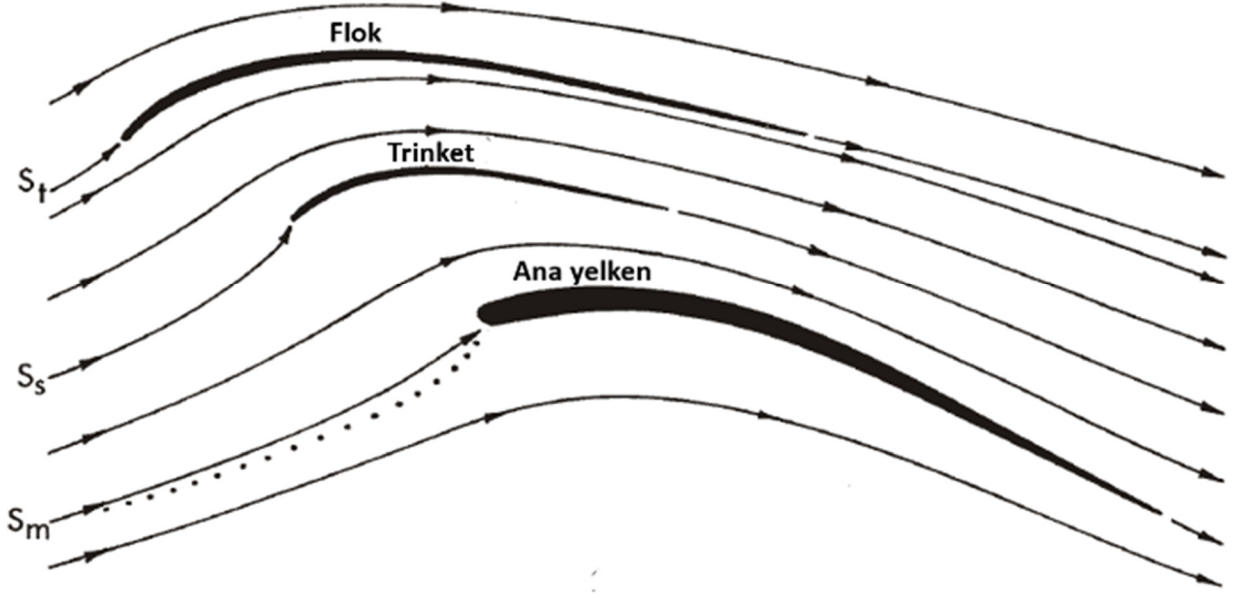
Dolayısıyla, bu trinket diğer kesitler gibi şeklini muhafaza edecekse de, kesitin her iki tarafında da basınçlar aynı olacağı için itme kuvvetine herhangi bir katkısı olmayacak, flok ya da ana yelken üzerinde de bir etki göstermeyecektir. Tekne üzerinde bu durumu, trinketin şeklen çok “yumuşak” olması ve anlaşılacağı üzere fazlaca yük taşıyamaması şeklinde gözlemleyebilirsiniz.



Şekil 1

<sup>1</sup> (ç.n.) iki yelkenli kombinasyonlu teknelerde yelkenleri ön yelken ve ana yelken olarak adlandırırken, kotra armadaki üç yelkenli kombinasyonda en öndeki yelken flok, aradaki yelken

trinket ve arkadaki yelken yine ana yelken olarak isimlendirilir (eböke)



Şekil 2

O halde, eğer trinket itme kuvvetine katkıda bulunacaksa, flok ile ana yelken arasındaki bölgede yaratılan eğri akış alanına belli bir hücum açısı ile yerleştirilmiş olmalıdır. Şekil-1’de C-D çizgisi bu şartı karşılamaktadır. Burada yelken, bölgedeki eğik akışa açısı olacak şekilde yerleştirilmiş ve dolayısıyla akış alanının şeklinin değişmesine neden olmuştur. Bunun bir sonucu olarak yelkenin her iki tarafında bir basınç farkı oluşmuş, şeklini bu şekilde muhafaza etmiş ve terslememiştir. Nihayet, yelkenlerin ürettiği toplam itme kuvvetine katkı verebilecektir. Göreceğimiz gibi trinketin, flok ve ana yelken üzerinde ciddi etkileri olması bakımından, “verebilecektir” dedim.

Şekil-2’de bu üç yelkenli kombinasyon için hassas bir akış diyagramı gösterilmiştir. Şekil-1 ve Şekil-2’yi dikkatlice karşılaştırırsanız, ilginç şeyler göreceksiniz. Birincisi, flok ve ana yelken güngörmezlerinden çıkan akış her iki diyagramda da aynıdır. Trinketin olduğu bölgeden geçen akış çizgisinde de herhangi bir değişiklik yoktur. Görülüyor ki trinket, ana yelken veya ana yelkenden çıkan hava akışını etkilememektedir.

Sonraki aşamada ana yelken durgunluk akış çizgisinin ( $S_m$ ) ana yelkene yaklaşırken biraz daha düzleştiğini fark edeceksiniz. Şekil-2’deki kesik çizgi, trinket olmadığı durumdaki ana yelken durgunluk akış çizgisidir. Trinket eklenmesinin, ana yelkene gelen ve rüzgâr altına dönen havanın (ing. upwash) düzelmesine neden olduğu anlaşılıyor; fakat durgunluk akış çizgisinin ana yelkenin yeterince uzağında aynı yerde olduğunu fark etmek önemlidir. Yani görülüyor ki, trinketin ana yelkenin ve flokun rüzgâr altı taraflarından geçen toplam hava miktarı üzerinde ciddi bir etkisi yoktur.

Başka deyişle, üç yelkenli kombinasyondan elde edilen toplam itme kuvveti neredeyse sadece ön yelken ve ana yelken kombinasyonunda olduğu durum ile aynıdır! Yelken alanını artırdık, fakat itme kuvveti artmadı.

Bu sonuç ayrıca Şekil-1 ve Şekil-2’deki flok durgunluk akış çizgilerinin karşılaştırması ile de doğrulanmıştır. Trinket, flok durgunluk akış çizgisinin rüzgâr altına doğru kaymasına (ing. upwash) sebep olmamıştır. Fakat hemen trinketinizi çöpe atmayın.

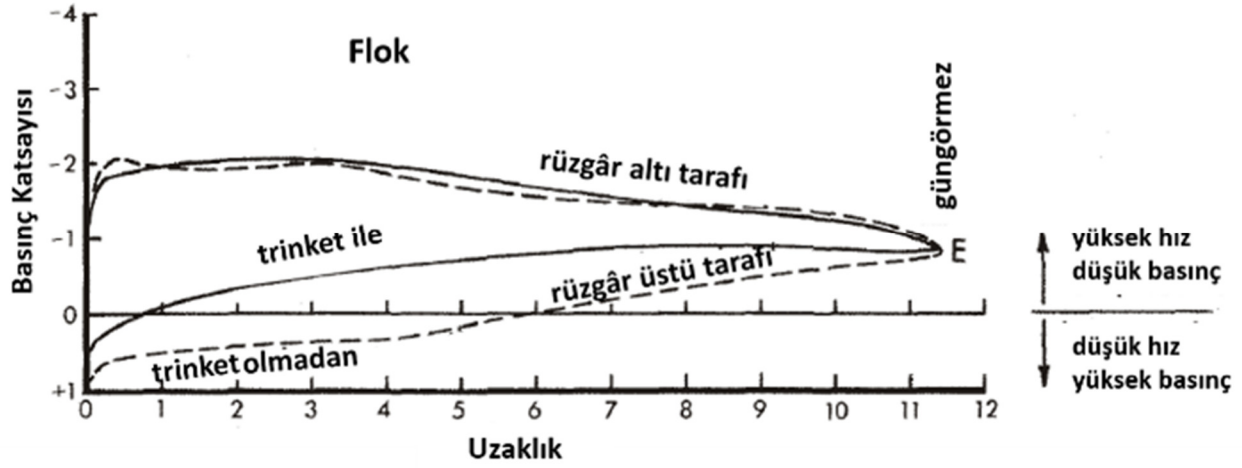
Yelkenlerin önünde ve arkasındaki hava akışı üzerinde trinketin az bir etkisi olsa da, yelkenler arasındaki akış çizgilerine çok ciddi tesiri vardır. Genel olarak etkisi, trinketin, flok ve ana yelken arasında akan hava ile çalıştığı, fakat buradan geçen havanın miktarını değiştirmedeği şeklindedir.

Trinketin esasen yaptığı, aralıktaki havayı hafifçe yeniden yönlendirmesi ve ana yelkenin rüzgâr altından akan havanın bir kısmını flokun rüzgâr üstü tarafına aktarmasıdır. Ana yelkenin rüzgâr altı tarafının ön bölgesindeki akış çizgisi ana yelkenden uzaklaşırken, flokun rüzgâr üstü tarafındaki akış çizgisi de flokun yüzeyine yaklaşmaktadır.

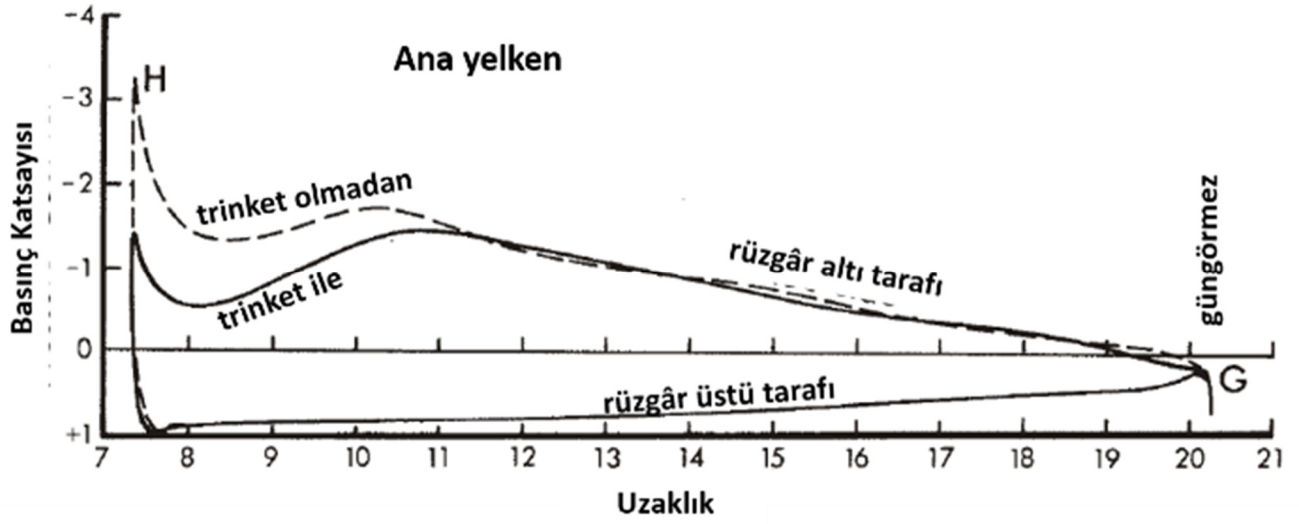
Bernoulli prensibini hatırlayacak olursak, ana yelkenin rüzgâr altı tarafının ön kesiminde basınç artacak ve flokun rüzgâr üstü tarafında basınç düşecek ki, bu durumda teorik olarak flokun ve ana yelkenin ürettiği itme kuvveti azalacaktır. Yelkenlerin etkileşimi derken kast ettiğimiz budur.

Bu etkilerin hepsi Şekil-3, Şekil-4 ve Şekil-5’deki basınç dağılım diyagramlarında açıkça görülmektedir. Her çizimde kesiksiz çizgiler trinket basılı olduğu durumdaki basınçları ve kesik çizgiler de trinket olmadığı durumdaki basınçları göstermektedir.

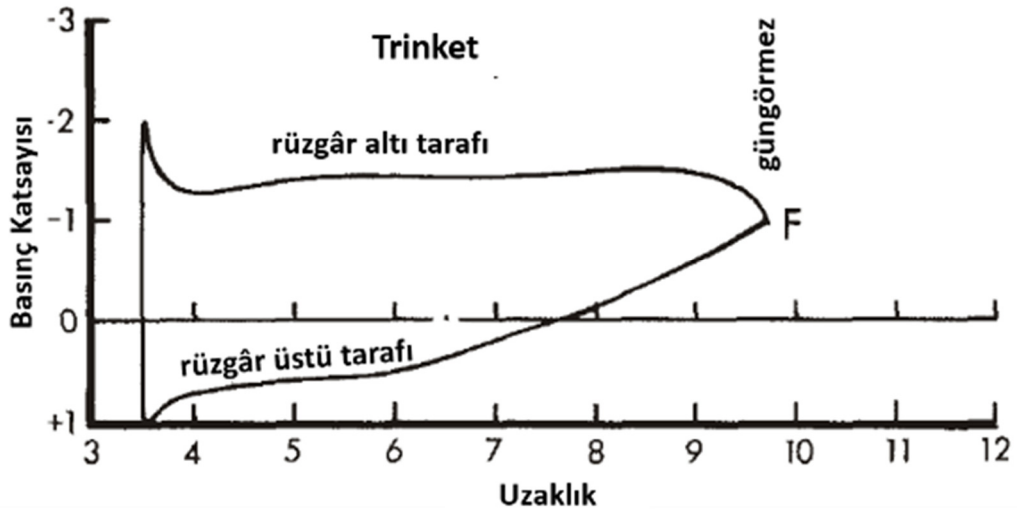
Şekil-3’te flokun rüzgâr altı tarafındaki emme basınçları (negatif basınçlar) trinket yüzünden etkilenmemekte, fakat rüzgâr üstü basınçları çok ciddi şekilde trinketin tesiri altında kalmaktadır. Yelkenin herhangi bir kesimindeki itme kuvveti rüzgâr altı ve rüzgâr üstü basınçlar arasındaki fark ile ilintili olup, toplam itme kuvveti de rüzgâr üstü ve altı basınç çizgilerinin



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5

arasındaki alan ile orantılıdır. Buradaki flok, trinket yüzünden büyük miktarda itme kuvveti kaybına uğramıştır.

Ana yelken basınçları ise Şekil-4'te gösterilmiştir. Trinket, ana yelkenin rüzgâr altı ön kesimindeki emme basınçlarının önemli miktarda azalmasına ve bu bölgede

havanın yavaşlamasına sebep olmuştur. Bu durum ana yelkenin teorik itme kuvvetinde azalmaya neden olmuştur.

Trinket üzerindeki basınçlar da Şekil-5'te gösterilmiştir. Yine, trinketin ürettiği itme kuvveti, rüzgâr altı ve rüzgâr üstü basınç grafiklerinin arasında kalan alan ile belirlenir. Bu örnekte trinketin itme kuvveti, ana yelken ve flok üzerindeki etkileşimden kaynaklanan itme kuvveti kaybını ancak karşılayacak kadardır. Bununla beraber, daha sonra göreceğimiz gibi trinketin bazı önemli ve olumlu etkileri vardır.

Bu analiz sonucunda trinketin itme kuvvetine etkisinin olmadığını ima etmiyorum. Bu çalışma için gelişigüzel şekillerde kesitler kullandım ve üç yelken arasında oluşan etkilerin tiplerini göstermek için bunları seçtim. Başka kesitler ve bu kesitlerin pozisyonları değişen etkiler gösterebilir, fakat olacak etkilerin biçimi muhtemelen büyük oranda değişmeyecektir.

Bu noktada şu soruyu da pekâlâ sorabilirsiniz. Eğer ana yelken, floka yaklaşan rüzgârın, rüzgâr üstüne dönmesine (ing. upwash) sebep oluyorsa, o halde neden trinket de flok üzerinde aynı etkiyi yapacağına, tam tersine neden oluyor? Bu sorunun cevabı trinket güngörmezinin flok güngörmezinin önünde kalmasında ve flok güngörmezindeki akış şartlarını önemli miktarda etkilememesinde yatmaktadır. Eğer trinket, flok güngörmezindeki hızları etkileyecek olsa idi, bu, flok güngörmezindeki akışı değiştirme şeklinde olurdu. Trinket bunu yapabilecek pozisyonda değildir.

Ağustos ayı makalesinde ön yelkenin nasıl ana yelken tarafından yaratılan yüksek hız bölgesinde kaldığını ve bunun nasıl yüksek hızlara, düşük basınçlara ve ön yelkenin rüzgâr altı boyunca daha fazla itme kuvvetine sebep olduğunu açıklamıştım. Bunu çekecek etkisi (ing. bootstrap effect) olarak adlandırmış ve etkisinin hem iki-yelken, hem de üç-yelken kombinasyonunda geçerli olduğunu anlatmıştım.

Şekil-4'teki güngörmez basıncına bakın (G noktası). Bu basınç seviyesi (sıfır basınç katsayısına yakın) ana yelken güngörmezdeki hızın, Kutta Şartının gerektirdiği şekilde (havanın güngörmezi eşit hızlarda ve eşit basınçlarda terk etmesi suretiyle) serbest akış hızına yakın olduğunu gösteriyor. Floktaki güngörmez basıncı ise (Şekil-3'te E noktası) -1 civarında negatif olup, flok güngörmezindeki havanın hızının serbest akış hızından çok daha fazla olduğu anlamına gelir. Bu yararlı bir durumdur, çünkü flokun rüzgâr altı tarafı boyunca olan hızlar da yüksek olacaktır.

<sup>2</sup> (ç.n.) 1970'lerde "end plate" denen parçaya 1990'larda "winglet" denildi ve bugün pek çok uçağın kanatlarının ucunda bu dikine duran yüzeyleri görürsünüz (tıpkı bazı salmaların ucunda olduğu gibi). Aerodinamik yüzeyin rüzgâr altı ve rüzgâr üstü taraflarındaki basınç farklılıkları 2-boyutta sorun çıkartmayıp itme kuvvetine sebep olurken, 3-boyutta bakıldığında yüzeyin ucunda bu farklı basınçlar dolayısıyla hava izlemesi gereken kesit boyunu terk edip, düşük basınç tarafına

Şekil-5'te trinketin da flok kadar yüksek güngörmez hızına sahip olduğuna dikkatinizi çekerim (F noktası). Bunun sebebi, her iki yelkenin de ana yelkenin yarattığı yüksek hızlı akış bölgesi içinde olmalarıdır. Oysa kotra armadaki gibi flok daha küçük olsaydı ve güngörmezi trinket yelkeninin en fazla tor yaptığı (ing. maximum camber) yerde bitecek şekilde konumlanmış olsaydı, o zaman çifte çekecek etkisi (ing. bootstrap effect) elde etmiş olacaktık. Ana yelken trinkete yardımcı olacak, trinket da floku engelleyeceği yerde ona yardımcı olacaktı. Bu kombinasyonda daha az yelken alanı olurken, performansının nasıl olacağını merak ediyorum.

Trinketinizi yelken torbası yapmak üzere kesmeden önce, trinketin bazı yararlarını da size söylemeliyim. Her şeyden öte, kotra arma etkili bir yelken kombinasyonu olabilir. Birincisi, buradaki çizimlerde ana yelken biraz fazla kasılmış idi. Bu durumda floka gelen havayı kuvvetlice yukarıya doğru iterek (ing. upwash) flokun rüzgâr altı tarafındaki emme basınçlarının artmasına neden oluyordu. Fakat bu durum aynı zamanda ana yelkenin rüzgâr altı tarafının ön kesiminde basınçların çok yüksek negatif değerler alması anlamına geliyordu (Şekil-4'te H noktası, yaklaşık -3 basınç katsayısı). Sınır tabakası büyük olasılıkla bu büyük basınç artışından memnun olmayacak, ayrılacak ve ana yelken "stall" edecekti.

Oysa trinket ile emme tepe noktası o kadar yukarı çıkmaz, basınçtaki yükselme o kadar hızlı olmaz ve sınır tabakası da bu değişikliğe direnç gösterebilir. Buna göre, sınır tabakası ayrılmadan yüzeyde kalır ve yelken de "stall" etmez. Trinket direk çevresinde havanın yüksek hızlarını baskılar ki bu durumda ana yelkenin "stall" etmeden daha fazla kasılmasına imkân verir. "Stall" etmemiş olan ana yelkenin yarattığı akış alanı, flok üzerine gelen havanın daha fazla rüzgâr üstünden gelmesini (ing. upwash) sebep olur ve flokun güngörmez ve rüzgâr altı tarafını olumlu şekilde etkileyecek yüksek hızlı bir akış bölgesinin oluşmasını sağlar. Ana yelkenin bütün bunları yapabildiğini sağlayan trinkettir!

Teçrübelerimizden, flokun rüzgâr üstü tarafındaki basınçları (ç.n. olumsuz) etkileyen trinketin bunu telâfi edici başka yararları olduğunu da biliyoruz. Flokun iskota köşesi, ana yelken ile daha fazla bindirme olması için yukarıda kesilir. Bu kesim, ana yelkenin üst tarafında rüzgâr altındaki akışa yardım eder.

Diğer taraftan iskota köşesinin yukarıda olması, ön güverteye degecek kadar alt yakası aşağıda olan cenovanın kazandırdığı "end plate"<sup>2</sup> faydalarını ortadan kaldırır. Burası görüldüğü gibi yine trinketin etkili olduğu yerdir. İskota köşesi aşağıda olduğu için flokun alt yakasından kaçan havanın bir kısmını kullanır. Ayrıca,

(rüzgâr altına) doğru uçtan kaçmaya çalıştığı ve ayrıca bu durumun vorteksi de artırdığı anlaşılmıştır. Bu durum uçaklarda, kanadın gövdeye bağlantısı nedeniyle dipte değil, ama kanat ucunda olmaktadır. Yelkenlerimizde ise mandar köşeleri zaten sivri olduğu için burada teorik olarak gerçekleşmez iken, alt yakalarda görülür. Yazar burada ön yelkenin güverteye yakın olmasının bir "end plate" etkisi yapabildiğini, ama iskota köşesi yükseldikçe havanın alt yakadan kaçabildiğini söylüyor.

trinketin üst tarafında yelken alanı büyük olmadığından flokun bu kesimi ile fazlaca etkileşime girmez.

Burada yaptığım irdelemede, kullanılabilir değişik trinket çeşitleri arasındaki farklılıklara girmedim. Mandar köşesi çok da yukarıda olmayan bir trinket kullanıldığında, flok ile azami derecede etkileşime gireceği ve ana yelken üzerindeki yüksek hızları bastıracağı bölgenin sadece ana yelkenin alt kısmı olacağı açıktır.

Yukarıda, trinketin üstündeki alanda flok ve ana yelken arasındaki bindirmeyi ve flok güngörmezinin yakınlaşarak ana yelken rüzgâr altı tarafındaki akışı ayrılmadan yüzeyde tutmasını görüyoruz.

Orsa seyirinden açarak apaza dönünce, flok iskotası gevşetilir ve ana yelkenin kasılarak trim edilmiş üst tarafını “stall” etmekten kurtaramaz. Bunu iyileştirmek için ana yelkenin üst tarafını daha fazla burkularak açmak (ing. twist) üzere ana yelkeni de kaçıırız<sup>3</sup>. Bir diğer yaklaşım da, mevcut trinketi mandar yakası daha yüksek olan bir trinket ile değiştirmektir. Eğer yüksek trinket ana yelkenin üst kesimine yakın durursa, ana yelkenin rüzgâr altında yüksek hızları engelleyecek ve akışın ayrılmasına mani olacaktır. Bu savların tümü, doğal olarak, rüzgârın teknenin aşırı bayılmasına veya teknenin aşırı rüzgâr üstüne kaçmasına sebep olacak kadar yüksek hızda esmediği varsayımına dayanmaktadır.

Üç yelkenli kombinasyonun kendini gösterdiği durum dar apaz rotasıdır. Trinket, direk ve ana yelken üzerindeki ayrılmayı kontrol etmeye yardımcı olur, çekecek etkisi (ing bootstrap effect) ile yüksek bir itme kuvveti üretir ve flok da açıldığı için trinketin olumsuz etkisinden olabildiğince uzaklaşır.

Bütün bunlar beni önemli bir sonuca getiriyor. Trinket, kullanılması dikkat ve hüner isteyen bir yelkendir. Eğer ana yelken, trinketin yarattığı etkilerden yararlanabilecek şekilde trim edilmez ise, yelken alanı ciddi şekilde artırılmış olmasına rağmen, trinket bu yelken kombinasyonundan beklenen toplam itme kuvvetini yükseltmez.

Trinket, eğer flok ile çok yakın ise flokun verimini düşürür. Diğer taraftan trinketin yararlarından bahsettiysem de, çok dikkatli kullanılması gerektiğini hatırlatıyorum.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> (ç.n.) burada yazar, flokun güngörmezi apaz seyirde ana yelkenin rüzgâr altı tarafından uzaklaşınca, kasılı olan (rüzgâra yaptığı açı nispeten fazla olan) ana yelkenin üzerinden geçen hava akışının ve sınır tabakasının yüzeyden ayrılmasını engelleyecek bir baskı kalmadığını, dolayısıyla ana yelkenin üst kesiminin rüzgâr açısını azaltmak için burkulması (twist edilmesi) gerektiğini söylüyor.

<sup>4</sup> (eböke.n.) bu yazılardan yazarın bir kotra arma tecrübesi olmadığı anlaşılıyor. Bence şu tartışılabilir ki bunu çok denedim. Trinket olmadan seyir hızı dar apazda neredeyse %25 oranında düşüyor. Trinket, açı yaparak kullanıldığında ki, yazar bunu belirtmiş, ciddi bir itme kuvveti sağlıyor. İngiliz iş teknelerinde yaz aylarında, yani daha hafif havalarda daha büyük trinket kullanılır. Bu, yazarın güngörmez yakalarındaki hız ile ilgili yorumunu destekler nitelikte.