

# 5 – Aralık Etkisi Hakkında Daha Fazlası

Arvel Gentry ön yelken-ana yelken irdelemesine devam ediyor

Arvel Gentry – SAIL Magazine Ağustos 1973 sayısından tercümedir  
ticari amaçlı değildir, amatör denizcilerin kendi amaçlarına yönelik yararlanmaları amacıyla tercüme edilmiştir

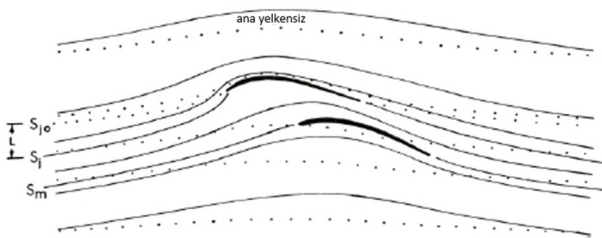
Bir önceki makalede tek başına ana yelken basılı iken çevresindeki hava akışını çalıştık ve bu bize ön yelkenin ana yelkeni nasıl etkilediğine dair iyi bir resim verdi. Bu ay tam tersini yapacağız. Önce tek başına ön yelken basılı iken çevresindeki hava akışına bakacağız ve ardından ana yelkeni ekleyeceğiz. Bunu yapmak suretiyle ana yelkenin, ön yelkeni gerçekten çok verimli bir yelken haline getirmeye yardımcı olduğunu göreceğiz.

Eğer makaleleri takip ediyorsanız, akış çizgileri diyagramlarını ve basınç dağılım grafiklerini okuyabilen bir uzman haline gelmiş olmalıyız; öyleyse haydi işe girişelim. Şekil-1 tipik bir ön yelken – ana yelken kombinasyonunun çevresindeki akış çizgilerini göstermektedir. Kesiksiz çizgiler ön ve ana yelkenlerin ikisi de basılı iken, kesik çizgiler de sadece ön yelken basılı iken akış çizgilerini temsil ediyorlar.

Önce, sadece ön yelken olduğu durumdaki ( $S_{jo}$ ) durgunluk akış çizgisinin doğrudan ön yelkenin hücum kenarına (ç.n. orsa yakasına) geldiğine dikkatinizi çekerim. Oysa ana yelken de basılı olduğunda, durgunluk akış çizgisi aşağıya doğru  $S_j$  konumuna kayıyor ve ön yelkenin orsa yakasının rüzgâr üstü tarafına geliyor. Bu örnekte ön yelken terslemeyecek şekilde biraz daha rüzgâra döndürülebilirdi.

Buradan ana yelkenin, ön yelken durgunluk çizgisini rüzgâr üstü tarafa doğru kaydırıldığını (itme kuvvetini artıracak bir rüzgâr kayması) ve teknenin daha da orsalayabilmesine imkân verdiğini görüyoruz. İki yelkenin sirkülasyon alanlarının (Temmuz 1973 makalesi) birleriyle üst üste gelmesi (ç.n. toplanması) ile ön yelkenin ön bölgesinde daha da kuvvetlenmesi nedeniyle ön yelkenin orsa yakasında rüzgâr üstüne kayan bir akış meydana gelmektedir. Bu yeni bir olay değil, fakat en azından rüzgârın buradaki kaymasının sebebinin tam olarak biliyoruz.

Bunun bir diğer sonucu da ana yelkenin, ön yelkenin rüzgâr altı tarafına daha çok havanın kaçmasına sebep olmasıdır. Bu durumu, ön yelkenin iki farklı halindeki durgunluk akış çizgilerini, yelkenden açtıkları seviyeleri ile karşılaştırarak görebilirsiniz. Her iki yelken de basılı haldeki ( $S_j$ ) durgunluk akış çizgisi, ana yelken



Şekil 1

olmadığındaki akış çizgisinden ( $S_{jo}$ ) çok daha rüzgâr üstü taraftadır (aşağıdadır). Bu ikisi arasındaki uzaklık (L), ana yelkenin sebep olduğu ve ön yelkenin rüzgâr üstüne kayan ilâve hava miktarını temsil etmektedir. Ana yelken olmadığına bu külliyatlı miktardaki hava **ön yelkenin rüzgâr altı tarafından geçecektir!**

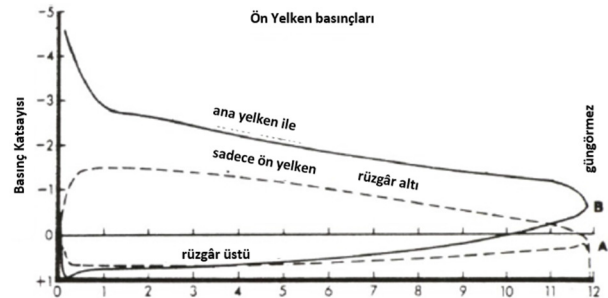
Havanın bu şekilde ön yelkenin rüzgâr altı tarafına doğru yön değiştirmesinin çok önemli bir etkisi vardır. Biliyoruz ki, bir yelkenin rüzgâr altı tarafında ne kadar çok hava geçerse, itme kuvveti de o kadar fazla olur. Ön yelkenin rüzgâr altına daha fazla hava gittiğine göre, daha yüksek hızlarda akacak ve rüzgâr altı taraftaki basınçlar daha düşük olacaktır.

Rüzgâr altında daha da düşük basınçlar ile yelken üzerinde büyük basınç farkları ve daha fazla itme kuvveti elde ederiz. Bu duruma daha büyük rüzgâr açıları ile erişilebildiği gibi, daha küçük rüzgâr açılarında ana yelkenin eklenmesiyle de erişilebilir.

Bunların hepsi, ön yelken basınç katsayılarının çizildiği Şekil-2'de gösterilmiştir. Negatif basınç katsayıları serbest akış basıncından daha düşük basınçlara (emme basınçları ve yüksek hızlar) karşılık gelmekte, pozitif basınçlar ise serbest akış basıncından daha yüksek basınçlara (düşük hızlar) karşılık gelmektedir.

Ön yelken üzerindeki negatif basınçların, ön yelken ve ana yelken birlikte olduğunda çok daha "negatif" olduğuna dikkatinizi çekerim. **Ön yelken, ana yelkenin akış alanı etkisinde iken çok daha fazla itme kuvveti üretmektedir.** Bunun böyle olacağını tahmin edebiliriz, fakat bilmeliyiz ki ön yelken bu durumda ana yelkenin rüzgârı ön yelkenin üstüne yönlendirmesi etkisi altındadır. Teknede, gerçek hayatta bu durumdan, tekneyi biraz daha orsalatmak suretiyle yararlanabiliriz. Fakat bu gerçek sadece ana yelken ile birlikte kullanılan ön yelkende elde edilen yüksek verimlilik ile sınırlı değildir.

Şekil-2'de ön yelkenin güngörmez yakasındaki basınçlara bakacak olursak, ön yelkenin neden verimli bir yelken olduğuna dair ikinci bir sebep göreceğiz. Dikkat ederseniz, sadece ön yelken olduğunda, güngörmezdeki



Şekil 2

basınçlar hafifçe pozitif basınç (A) tarafındadır. Bu, ana yelken olmadığında, güngörmez yakasındaki havanın hızının, tek yelken üzerindeki Kutta Şartını sağlamak üzere serbest akış hızına yakın olduğu anlamına gelmektedir.

Oysa ana yelken olduğunda, ön yelkenin güngörmez yakasındaki basınçlar negatif tarafta (B) olup, serbest hava akış hızından daha yüksek hızları işaret etmektedir. Bu durumda, ön yelken güngörmezindeki havanın hızı, serbest rüzgâr hızından yaklaşık %30 yüksektir. Bu nasıl olur?

Daha önce, tek bir yelken üzerinde, yelkenin güngörmez yakasının her iki tarafında hava hızlarının, Kutta Şartını sağlamak üzere aynı olması gerektiğinden bahsetmişim. Tek yelken için, güngörmez hızları yaklaşık serbest rüzgâr hızına yakındır. İki yelkenimiz olduğunda, ön yelken ve ana yelken gibi, bu kombine edilmiş yelkenlerin en arkada olanının (ana yelkenin) güngörmez yakası Kutta Şartını sağlayacaktır ve hava hızları burada serbest rüzgâr hızına yakın olacaktır.

Ayrıca, ön yelkenin güngörmez yakası, ana yelkenin rüzgâr altı tarafında oluşan akışın yüksek hız bölgesindedir ve detaylı hesaplamalar göstermektedir ki, ön yelkenin güngörmezinde Kutta Şartı halâ sağlanmakta, ancak bu sefer ana yelken tarafından üretilen yüksek hızlarda bu eşitlik sağlanmaktadır.

Araştırmamda kullandığım kesitler ve rüzgâr açılarının gösterdiği şekilde ön yelken güngörmez hızı, sadece ana yelken kullanılsaydı, o bölgede oluşacak hızlara yakın olacağı için, bu yüksek hız bölgesi (ç.n. ön yelken güngörmezi ile ana yelkenin arasında kalan bölge), ön yelken basılmasa idi, (ana yelken üzerinde akışın ayrılmadığı varsayımı ile) yine orada olacaktı.

Ön yelken üzerindeki Kutta Şartı ön yelken ve ana yelkenin birleşik hava akışının sebep olduğu yüksek-hız bölgesinde sağlanmış olmalıdır (Şekil-2, B noktası). Bu durumun net sonucu, **ön yelken güngörmezindeki hız dağılımı önemli miktarda yükselmiş olacaktır.** Bu yükselmiş hızlar, rüzgâr altı tarafta daha düşük basınçlara ve ön yelken itme kuvvetinin artmasına neden olur.

Başka deyişle ana yelken, sadece itme kuvvetini artıracak şekilde rüzgârı döndürerek değil, ayrıca ön yelkenin güngörmez yakasında Kutta Şartını sağlamak üzere çok daha yüksek akış hızlarına neden olarak ön yelkene yardım etmektedir. Ön yelkenin güngörmez yakasının rüzgâr üstü tarafı pozitif basıncının bir kısmını kaybederken, bu, rüzgâr altı taraftaki büyük emme basınçları için ödenebilecek küçük bir bedeldir.

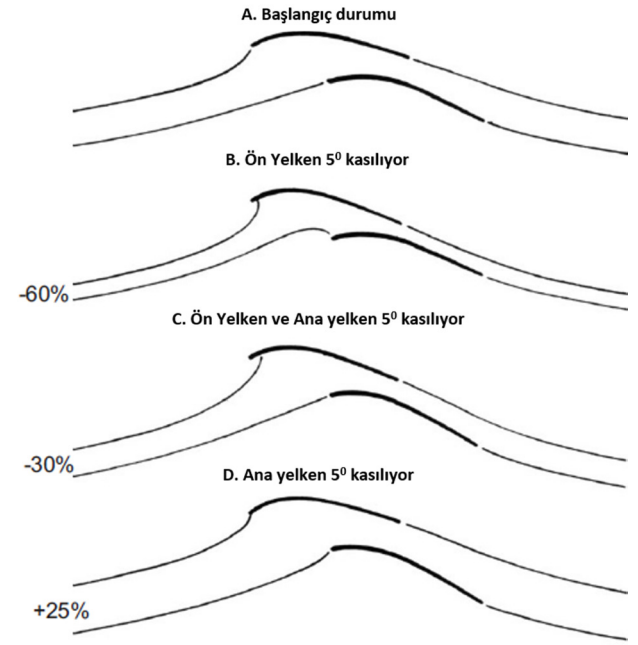
Bu olay “*dumping velocity*” veya “*çekecek*” etkisi olarak adlandırılacaktır. Çekecek kelimesi, bu olağandışı durumda ana yelkenin ön yelkene yardım etmesi bakımından kullanılır.

Ön tarafa, ön yelkenin rüzgâr altına üçüncü bir yelken daha eklenseydi ve bu üçüncü yelkenin güngörmezi de ön yelkenin rüzgâr altındaki yüksek hız bölgesine denk gelseydi ne olurdu? Ana yelkenin ön yelkene yaptığını, bu

sefer ön yelken bu üçüncü yelkene yapacak ve üçüncü yelkende daha yüksek güngörmez hızları, daha yüksek rüzgâr altı hız dağılımları olacaktı.

Ana yelken tarafından ön yelkenin rüzgâr altı tarafına zorlanan yüksek hızdaki akışın önemli başka bir etkisi daha vardır. Ön yelkenin rüzgâr altı boyunca bu yüksek hızlar, sınır tabakasının ayrılmadan, yüksek basınç değişimlerine karşı daha dayanıklı olacağı anlamına gelir. Tekne, ön yelkende akışın ayrılması ve “stall” riski olmaksızın, (ön yelken durgunluk akış çizgisinin hafifçe rüzgâr üstü tarafa kayması ile) rüzgârdan açılabilir.

Şimdi dört değişik ön yelken ve ana yelken açısının etkilerini araştıralım. Şekil-3 sadece durgunluk çizgilerinin olduğu ve böylece açılar değiştikçe aralıktaki akışa ne olduğunu açıkça görebileceğiniz dört akış çizgisi diyagramı göstermektedir.



Şekil 3

Şekil-3A’da yelkenler, daha önce akışları üzerinde çalıştığımız ön yelken – ana yelken ile aynı rüzgâr açılarındalar. Şekil-3B’de ön yelken ana yelkene doğru 5° yakınlaştırılıyor ve sol tarafta bu durumun aralığa giren hava miktarını %60 kadar azalttığını görebilirsiniz.

Ön yelken durgunluk akış çizgisi bu durumda yelkenin altına, rüzgâr üstü tarafına; ana yelken durgunluk çizgisi ise yelkenin rüzgâr üstü ön bölgesine geliyor. Bu, ana yelkenin rüzgâr üstü yerine, rüzgâr altı tarafında yüksek basınçlara sebep olacak ve ana yelken tersleyecektir. Yelken şeklini kaybettiği andan itibaren, buna tepki olarak bütün akış alanı değişecek ve bizim güzelce hesapladığımız akış çizgileri geçerliğini yitirecektir.

Şekil-3B’de ön yelkeni çok kastığımız zaman ne olduğunu görebiliyoruz. Aralık içindeki hava miktarı azalıyor, ana yelkenin rüzgâr üstü – ön bölgesindeki basınçlar

yükseliyor ve tersleyene kadar ana yelken itme potansiyelini gittikçe kaybediyor. Tersleme sırasında bile, ön yelkene gelen havanın daha yüksek açıyla yaklaşmasını sağladığı için halâ bir yararı, çekecek etkisine az da olsa bir katkısı oluyor.

Tabii burada ana yelkenin sadece ön tarafının terslediğini, arka tarafın şeklini koruduğunu varsayıyoruz.

Şekil-3C'de hem ön yelken, hem de ana yelken teknenin merkez hattına 5° kadar yakınlaştırılıyorlar. Bu, Şekil-3A'daki duruma göre aralığa giren hava miktarını %30 azaltıyor. Bununla beraber, Şekil-3C'de ön yelken ve ana yelkeni birlikte kasmak, havanın ön yelken orsa yakasına daha da aşağıdan gelmesine neden oluyor ve ön yelken durgunluk çizgisi rüzgâr üstü tarafta daha da geriye kayıyor. Burada hava ön yelkenin rüzgâr üstüne geçebilmek için keskin bir dönüş yapacak, muhtemelen ayrılacak ve eğer tekne orsalamaz ise ön yelkenin "stall" etmesine sebep olacaktır. Kısaca teknenin rüzgâra yaptığı açığı itibariyle yelkenler gereğinden fazla kasılmıştır.

Şekil-3D'de ön yelken ilk durumunda, fakat ana yelken aralığı açacak şekilde 5° kasılmıştır. Bu, aralıktan geçecek hava miktarının %20 artmasına ve her iki yelkenin durgunluk akış çizgilerinin hafifçe yelkenlerin rüzgâr üstlerine kaymasına sebep oluyor.

Bu yorumlar yelkenlerin azami hız için nasıl trim edilmelerini göstermek niyetiyle değil, sadece yelken açıları değiştikçe genel itibariyle etkilerinin nasıl olduğunu göstermek için yapılıyor. Diğer taraftan tüm bu sonuçlar, iki yelkenin birbirlerine göre açılmasına göre ön yelken ve ana yelken arasındaki aralıktan geçen havanın miktarının değiştiğini açıkça gösteriyor. Ayrıca bu açıların durgunluk akış çizgilerinin yelkenlere gelişi üzerinde de doğrudan etkisi var. Doğal olarak bu da basınç dağılımlarını ve rüzgâr altı tarafta sınır tabakalarının ayrılıp ayrılmayacağını ve yelkenlerin "stall" edip etmeyeceğini etkiliyor.

Buraya kadar olan açıklamaların esas itibariyle ciddi miktarda bindirme olan ön yelken-ana yelken kombinasyonları için geçerlidir. Ön yelken daha küçük olsaydı yine benzer sonuçlar ortaya çıkacaktı. Tek farklılık gözlemlenen etkinin görece büyüklüğünde (ing.magnitude) olacaktı. Daha az bindirme ile ön yelkenin ana yelken üzerindeki etkisi o derece yüksek olmayacak ve ana yelkenin rüzgâr altı ön bölgesindeki emme basınçları da bir o kadar azalmayacaktı.

Ön yelkenin ana yelkene gelen serbest akışı döndürme etkisi az olacaktı. Daha az bindirme ile ön yelken güngörmezindeki akış hızı biraz daha yavaş olacak ve çekecek etkisi de şiddetli olmayacaktı.

Tabii ki bu açıklamalar şekli değişebilen tek bir yelken için de geçerlidir. Bununla beraber, varılan temel sonuçlar değişmez.

Şimdi ön yelken ve ana yelkenin birbirlerine olan etkilerini sınıflandırmak isliyorum:

### Ön yelkenin ana yelken üzerindeki başlıca etkileri:

1. Ön yelken, ana yelken durgunluk akış çizgisinin direğin hücum kenarına (ç.n. direğin serbest rüzgâra bakan kenarına) doğru kaymasına sebep olur.
2. Bunun sonucu olarak, ana yelkenin rüzgâr altı-ön bölgesindeki yüksek hızlar büyük oranda azalır. Çok yüksek olan bu hızlar azalınca, bunlara karşılık gelen basınç gradientleri (ç.n. basınçtaki değişim hızı) de düşer.
3. Ana yelken üzerinde azalan basınç gradiyentleri sayesinde sınır tabakasının ayrılması ve yelkenin "stall" etmesi olasılığı azalır.
4. Ana yelken, tek başına basılı olduğu duruma göre ayrılma ve "stall" olmaksızın daha yüksek rüzgâr açılarında çalışır hale gelir. Bu, revaçta olan akışın hızlanacağı teorisinin tersine, rüzgâr altı-ön bölgesindeki hızların azalması sayesinde.
5. Ön yelken ve ana yelken birlikte basıldığında baş istralya ve direk arasından **çok daha az hava** geçer. Ana ve ön yelkenlerin sirkülasyonları karşı karşıya gelirler ve birbirlerini sönmülmeye çalışırlar ve dolayısıyla çok daha fazla hava ön yelkenin rüzgâr altına itilir.
6. Ön yelken ana yelkene doğru kasılırsa, ana yelkenin rüzgâr altı tarafında emme basıncı azalmaya başlar. Ana yelkenin rüzgâr üstü ve rüzgâr altı taraflarındaki basınçlar eşitlendiğinde yelken üzerinde kesit şekillerini muhafaza edecek bir basınç farkı kalmaz ve yelken tersler.

### Ana yelkenin ön yelken üzerindeki başlıca etkileri:

1. Ana yelkenin önünde havanın rüzgâr altına dönmesi, ön yelken durgunluk akış çizgisinin yelkenin rüzgâr üstüne kaymasına sebep olur ve ön yelken "stall" etmeden veya terslemeden teknenin daha da orsalayabilmesine imkân verir.
2. Ön yelkenin güngörmez yakası ana yelkenin sebep olduğu yüksek hız bölgesinde kalır. Dolayısıyla, ön yelkenin güngörmezindeki havanın hızı, sadece ön yelken basıldığı durumdan daha yüksek olur.
3. Güngörmezdeki havanın daha hızlı akmasından dolayı, ön yelken ve ana yelken birlikte kullanıldığında ön yelkenin rüzgâr altı tarafındaki hızlar ciddi miktarda yükselir ve bu durum ön yelkenin veriminin artmasına neden olur.
4. Ön yelkenin rüzgâr altı tarafındaki hızların yüksek olması, burada akış ayrılmadan ve yelken "stall" etmeden ön yelkenin daha yüksek zahiri rüzgâr açılarında çalışmasına olanak sağlar.
5. Bütün bu sebeplerle, ana yelkenin uygun şekilde trim edilmesi ön yelkenin verimini ciddi şekilde artırır. Ön yelken güngörmez yakasındaki hızların düşmesine sebep olan herhangi bir şey (ana yelkenin gerisinde akışın ayrılması gibi) ön yelkenin itme kuvvetine olan katkısını azaltır.
6. Ön yelkenin orsa yakasının rüzgâr üstüne doğru havayı döndürdüğü için ana yelken trimi teknenin orsalam kabiliyetini önemli derecede etkiler.
7. Her zaman ana yelkenin önündeki direk, ön yelkene göre ana yelkenin daha verimsiz olmasının sorumlusu

olmuştur. Yaptığım çalışmalara göre bu, cevabın sadece bir parçasıdır. Bir diğer ve eşit derecede önemli faktör ise ön yelken üzerinde havanın artan hızı ve ana yelken tarafından yaratılan yüksek hız bölgesinde Kutta Şartının sağlanmak zorunda oluşudur.