

Hidrofoil Türleri ve Özellikleri

Mehmet Onay

13 Nisan 2016

İçindekiler

1 Giriş	3
2 Tarihçe ve Gelişimi	4
3 Tanımlar	6
3.1 Kaldırma Kuvveti	6
3.2 Hydrofoils	6
3.3 Foiler	6
3.4 Foil Assisted Multihulls	6
3.5 Kaviteasyon	7
3.6 Ventilasyon	7
3.7 Öz Düzenleme (Self-regulation)	7
3.8 Kare-Küp Kanunu	8
4 Hidrofoil Türleri	8
4.1 E Hidrofoil	8
4.2 V Hidrofoil	10
4.3 T Hidrofoil	11
4.4 Y Hidrofoil	12
4.5 L Hidrofoil (İlk Versiyonu)	14
4.6 U Hidrofoil	15
4.7 O Hidrofoil	16
4.8 C Hidrofoil	17
4.9 J Hidrofoil	19
4.10 L Hidrofoil (İkinci Versiyonu)	20
4.11 S Hidrofoil	21
5 Özet	23
6 Teşekkür..	24
7 Referanslar	24

Şekil Listesi

1	Yüzgeç şeklindeki hidrofoiller	4
2	Forlanini ve merdiven hidrofoilli teknesi	4
3	A. Graham Bell ve teknesi HD4	4
4	Sea Legs	5
5	Monitor	5
6	Süperkavitasyon	7
7	Hydrofoil teknelerde E hidrofoil	9
8	Foiler teknelerde V hidrofoil	10
9	Hydrofoil teknelerde V hidrofoil	11
10	Hydrofoil teknelerde T hidrofoil	12
11	Foiler teknelerde Y hidrofoil	13
12	Hydrofoil teknelerde L (1.0) hidrofoil	14
13	Hydrofoil teknelerde U hidrofoil	15
14	Hydrofoil teknelerde O hidrofoil	17
15	Foiler teknelerde C hidrofoil	18
16	Foiler teknelerde J hidrofoil	19
17	Hydrofoil teknelerde L (2.0) hidrofoil	20
18	Foiler teknelerde S hidrofoil	22
19	Hydrofoil teknelerde S hidrofoil	22

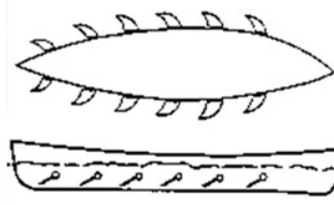
Tablo Listesi

1	Hidrofoil türleri ve kullanımı uygun tekneler	23
2	Hidrofoil türleri için kontrol mekanizması	23

1 Giriş

Hidrofoil kelime olarak “hydro: su” ve “foil: kanat” kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur, yani su altında çalışan kanat anlamına gelmektedir. Uçaklardaki kanatlardan tek farkı akışkan olarak suyu kullanmasıdır, fakat suyun özkütlesi havanınkinden çok daha yüksek olduğu için aynı hızda hidrofoilde birim alandan elde edilen kuvvet miktarı uçak kanatlarında elde edilen kuvvetten çok daha büyüktür. Teknelerin altına monte edilerek kullanılır. Suyun altında kalan bu kanattan elde edilen kuvvetle tekneye yerçekimine ters yönde bir kuvvet uygulanmış olur, yani teknenin suyun altında kalan hacmi azaltılmış olur ve suyun direnç kuvveti önemli ölçüde azaltılabilir. Hidrofoilin temel kullanım amacı da bu yödedir. Rüzgara yakın açılarda seyir yapmayı öğrenilmesinin ardından tekneyi dengelemek ve yana sürüklenmeyi engellemek için salma geliştirilmiş ve yelkencilikte bir adım öteye geçilmiştir. Tarih boyunca deniz üzerinde her zaman daha hızlı ve daha dengeli gitmenin yolları aranmış ve bu yöndeki gerek askeri, gerek sivil inovasyonlar yelkencilğin ve denizciliğin bugünkü noktaya gelmesinde önemli bir rol oynamıştır. Deniz üzerinde bir teknenin hızı iki farklı faktöre bağlıdır: rüzgarı iyi kullanabilme ve suyun direnç kuvvetinin azaltılması. Teknenin hızını artırma konusunda bu iki önemli unsurla ilgili sürekli iyileştirme çabaları olmasına karşın belli dönemlerde insanlığın yelken yapma şeklini değiştiren yenilikler gerçekleşmiştir. Daha önceleri yelkenleri sadece havanın itiş kuvvetiyle kullanabilen insanlık, yelkenlerin kanat şeklini aldığı anda rüzgara yakın açılarda da seyir yapabildiğini keşfetmiş ve denizcilikte bir dönüm noktası olmuştur. Rüzgara yakın açılarda yelken yapmayı öğrenmeden önce, Çanakkale Boğazı’nı geçmek için lodos esmesini bekleyen ticaret gemileri, aylarca Truva limanında beklemek zorunda kalıp o bölgeyi zenginleştirmiştir. Yelkencilikte yaşanan bu gelişmenin ardından insanların yelken yapma tarzı değişmekle kalmayıp, Truva gibi liman şehirlerinin avantajını kaybetmesine neden olan sosyo-ekonomik sonuçları da olmuştur. Hidrofoil de insanların yelken yapma tarzını değiştiren inovasyonlardan biridir. Suyun akışkan olmasından faydalanıp, üretilen kuvvetle teknenin sudan yukarı doğru çıkmasına yardımcı olan hidrofoil, suyun tekneye uyguladığı sürtünme kuvvetini önemli ölçüde azaltarak teknelerin teorik hız limitini yeni bir boyuta taşımıştır. Hal böyle iken; bu dökümamı hazırlamam konusunda beni en çok motive eden hususlardan biri, Türkçe denizcilik literatüründe hidrofoil konusuyla ilgilenen kaynakların yetersiz olmasıydı. Başlangıç olarak günümüzde kullanılan hidrofoil-leri sınıflandırmak ve kabaca özelliklerinden bahsetmenin, bu konuda Türkçe kaynakların hazırlanmasını da kolaylaştıracağımı düşünüyorum. Denizcilikte bu denli kökten bir yenilik olan hidrofoilin günümüz yelkencileri tarafından daha iyi bilinmesi ve anlaşılması için olabildiğince sade ve pratik bir dil kullanmaya çalıştım. Makalenin büyük çoğunluğu Fred Monsonnec’in yazdığı “The Foil Alphabet” adlı makalenin çevirisi hükmündedir. Konuya açıklık getirmesi açısından tarihi gelişiminden ve bazı fiziksel kavramlardan da bahsettim. Bütün hidrofoil türleri ayrı ayrı ele alınıp; her biri için kaldırma kuvveti, yanal sürüklenme direnci, kontrol mekanizması, avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir. Yazı boyunca hidrofoil türleri birbirleriyle karşılaştırmalı olarak incelenip aradaki benzerliklere ve farklara dikkat çekilmiştir. Yapılan bu analizlerin sonucunda da hangi tip tekneler için uygun oldukları belirtilmiş ve okuyucunun araştırması için örnek tekne modelleri ve ünlü tekne isimleri dipnot olarak düşülmüştür.

2 Tarihçe ve Gelişimi



Şekil 1: Yüzgeç şeklindeki hidrofoiller

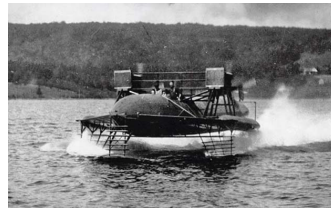
kanatların aerodinamiğini daha iyi anlamak isteyen bir mühendis hidrofoili şans eseri keşfetmiştir.



Şekil 2: Forlanini ve merdiven hidrofoilli teknesi

Graham Bell, ilk başarılı hidrofoil denemesinde kullanılan “merdiven” hidrofoili baz alarak dört farklı tekne dizayn etmişti. Yıl 1919 olduğunda Bell’in son dizayn ettiği tekne HD4, saatte 70 mil hıza ulaşarak yıllarca kimsenin erişemeyeceği bir rekor kırmıştı.

Bell ve bu konu üzerine çalışan diğer bilim insanları başarılı denemeler gerçekleştirip, somut sonuçlara ulaşmış olsalar da, güçlü donanmaya sahip ülkelerin üst düzey yetkililerine yaptıkları sunumlardan ve proje önerilerinden yeterli desteği bulamadılar. İlk hidrofoil örnekleri her ne kadar hız konusunda tatmin etse de, zorlu deniz ve savaş koşullarına karşı dayanıklılığı ve teknenin yüksek hızlara ulaştığında dengesinin sağlanması konularında ordu yetkililerini ikna edemedi. Hidrofoilin günlük hayata girebilecek kadar gelişmesi için yeterli teorik ve deneysel altyapı daha yoktu ve hidrofoil üzerine çalışan bilim insanları 1950’lere kadar gereken finansal desteği pek bulamadı. Bir süre Amerika, Almanya, Kanada gibi güçlü donanmaya sahip ülkelerde zaman zaman askeri projelere konu olan hidrofoil, 20. yüzyılın ilk yarısında pek yaygınlaşamamış, sadece bir kaç ülkenin tekelinde kalmış ve bilimsel gelişimini yavaş bir şekilde sürdürmüştü. Bu konudaki askeri projelerin çoğu ise ya gün yüzünü göremeden sonlandırıldı ya da test edilen modellerden



Şekil 3: A. Graham Bell ve teknesi HD4

ileriye gidilemedi.

2. Dünya savaşı sonrasında Kanada dünyanın üçüncü büyük donanmasına sahipti ve Bell'in başlattığı hidrofoil çalışmaları sayesinde bu konuda öncülerden biriydi. 1951 den itibaren ise hidrofoil araştırmalarına büyük yatırımlar yapmaya ve projeler üretmeye başladı. Bu konudaki uzun vadeli hedefiye, gelişen ve giderek daha dayanıklı hale gelen nükleer denizaltılara karşı savunma oluşturmak ve hidrofoil sayesinde denizin üstünde sahip olduğu hız avantajını kaybetmemektir. Çalışmalar meyve vermeye başladı ve hidrofoil dizaynında somut bir ilerleme kaydedildi.

Bu sıralarda süperkavitasyon teorisi geliştirilmişti ve hidrofoil için hız limiti artıyordu. Tüm bu gelişmeler olurken Amerika'da bir şirketin ürettiği 30 feet uzunluğundaki Sea Legs teknesi, hidrofoil konusundaki önyargıları yıktı ve Amerikan donanmasının hidrofoile yönelmesinde önemli bir rol oynadı. Sea Legs, MIT'de geliştirilmiş hassas bir otopilota sahipti ve zorlu deniz koşullarında dengeyi sağlayabilmesi için hidrofoillerin derinliğini ayarlayan özel bir sensörle donatılmıştı. İlk denemelerden sonra, donanmadaki uzmanlar teknenin dengesine ve performansına hayran kaldı. Sea Legs ten sonra Amerikan ordusu hidrofoile ciddi yatırımlar yapmaya başladı ve buna bağlı olarak özel sektörde hidrofoille ilgilenen şirketlerin ve araştırmacıların sayısı arttı. Hedef olarak 100 knot hızla giden tekneler üretmeyi belirleyen Amerikan ordusu bu konudaki çalışmalarını yoğunlaştırdı ve çok geçmeden 1963 te 80 knot hıza ulaşıldı ancak denemeler sırasında kazaların yaşanmasının ardından 100-Knot projesi durduruldu ve zamanla ordu hidrofoil projelerinin tamamını durdurup sadece teorik çalışmalara devam etme kararı aldı. Aynı şekilde Kanada da savunma stratejisini değiştirerek hidrofoil çalışmalarını azalttı. Her ne kadar hidrofoilin gelişmesinde büyük bir rol oynasa da askeri amaçlı hidrofoil kullanımına hep bir şüphe ile bakıldı. Bunun başlıca nedenleri ise; kavitasyon, yüksek hızlarda teknenin dengesini sağlamanın zorlaşması, orduların büyük boyutlarda gemiler üretmek istemesi ve "kare-küp" kanununun teknenin boyutunu sınırlaması olarak sıralanabilir.



Şekil 4: Sea Legs



Şekil 5: Monitor

Askeri amaçlarla geliştirilen hidrofoil teknolojisi hala yüksek hızlı ve büyük gemilerin yapımına imkan vermese de küçük boyutlardaki tekneler için yeterliydi. 1950'lerden itibaren yapım maliyeti yavaş yavaş düştüğü ve bilimsel arkaplanı ilerlediği için hidrofoil, sivil hayatta da yaygınlaşmaya başladı. Hidrofoilin yelkenle ciddi olarak ilk tanışması ise Monitor teknesiyle gerçekleşti. 30 feet uzunluğundaki tekne 35 knot hıza ulaşmış ve suyun üstünde sorunsuz "uçabilmişti".

Bell'in dizaynından esinlenilerek merdiven hidrofoille yapılan Monitor'ün kavança ve tramola sırasında dengesini biraz kaybetmesinden dolayı tasarımcı Gordon Baker, sorunu bir kontrol mekanizması ekleyerek çözdü. Hidrofoillerin teknedeki yerleşimi uçakların kanat konfigürasyonuna benziyordu. Teknenin omuzluklarında iki tane E hidrofoil ve kıçta, dümen palasının yanında bir T

hidrofoil vardı ve T hidrofoilin hücum açısını ayarlayan sensörlü ve otomatik bir kontrol mekanizması kullanılmıştı.

3 Tanımlar

3.1 Kaldırma Kuvveti

Yazı boyunca dile getireceğim kaldırma kuvveti kavramı, suyun hidrostatik kaldırma kuvveti değil, suyun hidrodinamik kaldırma kuvveti anlamında kullanılmıştır. Hidrodinamik kaldırma kuvvetinden kasıt ise kanat profiline ve suyun akışının sonucu oluşan, tekneyi yukarı kaldıran kuvvettir. (Uçak kanatlarını yukarı kaldıran kuvvetle aynı minvalde bir kuvvet)

3.2 Hydrofoils

Bu tekneler, gövdesi tamamen sudan çıkacak ve sadece hidrofoil kısmı suyun altında ilerleyecek şekilde tasarlanmıştır. Genellikle bu teknelerde yanlarda bulunan hidrofoillere ek olarak palanın bulunduğu bölgede (kıçta) üçüncü bir hidrofoil bulunur ki bu sayede uçaklarda olduğu gibi teknede yatay denge sağlanır. Fransa’da yapılan zamanında en hızlı yelkenli tekne ünvanına sahip Hydroptère bu türe bir örnektir, ki Fransızca’da bu tür teknelerin genel adı olarak da kullanılmaktadır. Bu tür teknelere verilen genel isimle kanat formuna verilen isim hidrofoil karıştırılmamalıdır. Bu karışıklığı önlemek adına yazı boyunca bu türden bahsederken ”hidrofoil tür tekneler” veya ”hidrofoil tekneler” notasyonunu kullanacağım. Sadece hidrofoil kelimesi ise kanat formunu temsil etmek için kullanılacaktır.

3.3 Foiler

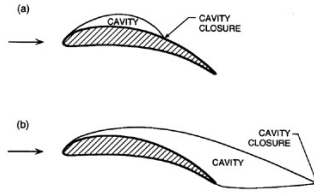
Bu teknelerde, **hidrofoil** tür teknelerin aksine gövdeleri sudan tamamen çıkmaz ancak tekne gövdesi bir miktar yukarı kalkar ve suyun altında kalan gövde hacmi azalır. Bunlara bağlı olarak da suyun sürtünme kuvveti azalmış olur. Aynı zamanda teknede dengenin sağlanmasına yardımcı olacak şekilde bir konfigürasyona sahiptir. Tam foiler tür tekneler sadece hidrofoillerle kullanılmak için tasarlanırken, hibrit dizaynlarda hidrofoilleri kullanmadan da seyir yapabilmek mümkündür. Hibrit foiler türlerinde yapısal olarak “tam foiler” ile foil-assisted multihulls arasında bir yeredir. Tam foiler tekneler hidrofoilsiz kullanılmazken, hibrit foiler tekneler önemli miktarda performans ve denge kaybı olmasına rağmen hidrofoilsiz de kullanılabilir.

3.4 Foil Assisted Multihulls

Bu teknelerde hidrofoil olmasına rağmen gövdeleri sudan tamamen çıkmaz. Suyun altında kalan gövde büyüklüğü azaltılmaya çalışılır ve buna bağlı olarak da suyun direniş kuvveti azaltılır. Foiler türü teknelerden farkı ise hidrofoilsiz olarak da az bir performans kaybıyla kullanılabilirlerdir.

3.5 Kavitasyon

Sıcaklığın sabit kalıp basıncın fazla düşmesinden dolayı suyun buhar fazına geçmesi ve basınç düşük olduğu için su buharının baloncunun hacminin artarak kabarcıklanma yapması olayıdır. Su hidrofoilin altından ve üstünden akarken, kanat profilinden dolayı üstten akan suyun basıncını düşürür. Tam bu noktada basınç değişimi çok ani olursa kavitasyon görülme olasılığı artar. Faz değişimi basınç değişiminden kaynaklandığı için suyun hem sıvı hem buhar fazı bir arada bulunur ve su akışında bir süreksizliğe yol açar. Sonuç olarak kaldırma kuvvetinde bir düşüş yaşanır. Kavitasyon kavramının iyi anlaşılmasından ve superkavitasyon teorisinin yavaş yavaş geliştirilmesinden sonra hidrofoil teknolojisi ve dizaynı büyük bir mesafe kat etmiştir.



Şekil 6: Süperkavitasyon

kayıplar azaltılır. Böylelikle su altında performans kaybını minimuma indirerek yüksek hızlara ulaşmak daha mümkün olacaktır. Şekil 6'da gösterilen İkinci resimde süperkavitasyon meydana geldiği için kabarcıklar ve vorteksler, suyun kanadı terk etmesinden sonra oluşur.

Superkavitasyon kavramı, hidrofoilde yüksek hızlara çıkınca meydana gelen kavitasyonun performansını düşürmesini engellemek için ortaya atıldı. 1950'li yılların başından itibaren geliştirilen ve hala gelişimi devam etmekte olan teori sayesinde, kavitasyonun bir sonucu olan baloncukların oluşumu, su hidrofoil kanadını terkettikten sonra gerçekleşir. Kavitasyonun kanat üzerinde değil su kanadı terkettikten sonra meydana gelmesi sayesinde kaldırma kuvvetindeki

3.6 Ventilasyon

Hidrofoil kanadının su-hava yüzeyine yakın olduğu durumlarda havanın, kanadın alt kısmına geçiş yaparak su akışını bozması durumudur. Hidrofoil kanadı hava-su arayüzünde bulunduğu için, V hidrofoilde görülme oranı daha yüksektir.

3.7 Öz Düzenleme (Self-regulation)

Hidrofoilli tekneler sudan yükseldikçe, suyun direnci de bu ölçüde azalacağından dolayı teknenin ivmelenmesi de artacaktır. Eğer öz düzenlemeli bir sistem yoksa tekne hızlandıkça kaldırma kuvveti de artacak ve tekne giderek sudan daha fazla çıkmak isteyecektir. Bunun sonucu olarak hidrofoil kanadı hava ortamına çok yakın hale gelince kanatta üretilen kaldırma kuvvetinde ciddi düşüşler yaşanacak ve kararlı bir dengeye ulaşmak daha zor olacaktır. Tekne sudan çıkmaya başladıkça, hidrofoil tasarımı gereği kaldırma kuvvetini sınırlandırıcı bir geometriye sahipse ve teknenin sudan yükselmesi ile kaldırma kuvvetindeki azalma lineer bir bağıntıya sahipse bu durumda hidrofoilde öz düzenleme (self-regulation) var demektir. V hidrofoil öz düzenlemeye sahip bir hidrofoil için iyi bir örnektir.

3.8 Kare-Küp Kanunu

Hidrofoillerin ürettiği kaldırma kuvveti, kanat alanıyla yani doğrusal boyutunun karesiyle orantılıdır. Teknenin ağırlığı ise hacimle yani doğrusal boyutun küpüyle orantılıdır. Bundan dolayı teknenin ölçülerini büyüttükçe kullanılan hidrofoillerin ürettiği kaldırma kuvveti teknenin ağırlığını taşımamaya başlar. Uçaklar da da aynı kural geçerli olmasına karşın bu sorun havacılıkta uçakların hızını artırarak kısmen çözülmüştür. Ancak kavitasyon, hidrofoillerin teorik hız limitini hala kısıtladığı için, kare-küp kanunu ve kavitasyon hidrofoilli teknelerin boyutuna bir sınırlama getirir. Bu durumdan dolayı, askeri amaçlı hidrofoilli büyük gemiler üretmek isteyen ülkeler, hidrofoille ilgili yatırımların artmasına çoğu zaman sıcak bakmamıştır.

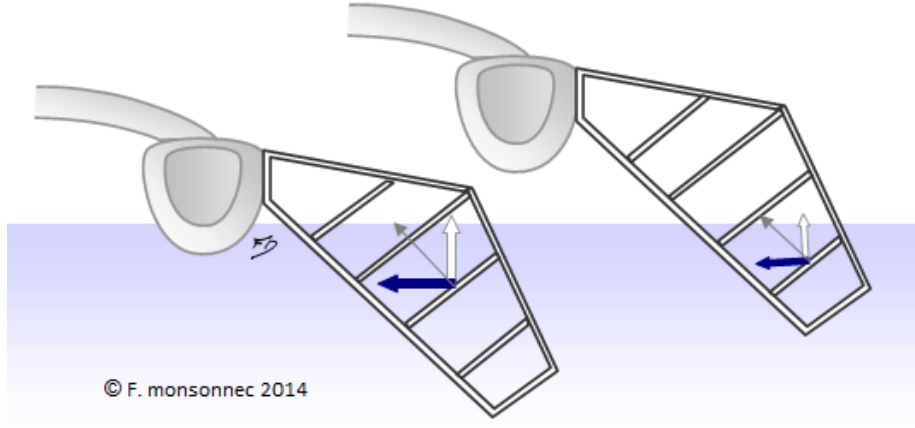
4 Hidrofoil Türleri

Geçtiğimiz yüzyılda bir çok değişikliğe uğrayan ve sürekli gelişen hidrofoillerin, bu süre içerisinde türleri de gelişti ve yeni türleri ortaya çıktı. Günümüzde kullanılan ve bilinen hidrofoil türlerini burada tanıtmaya çalıştım ve çalışma prensiplerinden, avantajlarından ve dezavantajlarından bahsettim. Bu konuda çalışan bağımsız çok fazla araştırmacı olduğu için ve bütün türlerin genel-geçer bir sınıflandırılması daha yapılmadığı için bu bölümde günümüzde yaygın olarak kullanılan hidrofoil çeşitlerini inceleyeceğiz ve bu türleri şekilleriyle özdeşleştirilen harflerle sınıflandıracğız. Geçtiğimiz yüzyıl boyunca kullanılan hidrofoil türleri sürekli geliştiği için bu süreç boyunca hidrofoillerin sınıflandırması da değişti. Daha önce sıkça kullanılan ve geliştirilen sistemlerin hepsinden bahsedemesem de günümüzde kullanılan ve biraz daha modern yelkenciliğin merkezinde yer alan hidrofoilleri anlatmaya çalıştım.

4.1 E Hidrofoil

“Merdiven hidrofoil” (ladder foil) olarak bilinse de bazı kaynaklarda E hidrofoil olarak adlandırılmıştır. Birbirine paralel şekilde duran kanatların E harfindeki paralel çubukları andırmasından dolayı E harfi verilmiştir. İlk hidrofoil dizaynlarının büyük çoğunluğu E hidrofoil üzerine yoğunlaşmıştı çünkü ince, dayanıklı ve kanat açıklık oranı yüksek olan bir hidrofoil yapmak mümkün olmadığı için birden fazla hidrofoili merdiven formatında birleştirerek kullanmak o zamanlar akıllıca bir çözümdü. Merdiven hidrofoili ilk defa 1897’de tasarlayıp deneyenler Meacham kardeşler olarak bilinir ve dizaynlarında beş basamaklı bir merdiven hidrofoil kullanmışlardır. Forlanini ve Bell’in dizayları da E hidrofoilin ilk örneklerindedir.

Hydrofoil teknelerde kullanılmak üzere tasarlanmıştı. Çok sonradan istisnaları çıksa da genel olarak foiler ve foil-assisted multihull teknelerde kullanıma uygun değildir. Merdiven hidrofoil ilk geliştirildiği zamanlarda basamakları suya paralel olarak konumlandırılıyordu ve kaldırma kuvveti teknenin ne kadar yükseldiği ile alakalı bir basamak fonksiyonuydu. Daha sonradan eğimli olarak üretilen E hidrofoillerde kaldırma kuvvetinin daha sürekli bir fonksiyon olduğunu görüyoruz. Stabilitate konusunda daha avantajlı olduğu için eğimli E hidrofoiller, yatay konumlandırılan E hidrofoillere göre, ilk zamanlarda daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Günümüzde de hala az da olsa karşımıza çıkmaktadır. (ör: P28



Şekil 7: Hydrofoil teknelerde E hidrofoil

Gonet Cie)

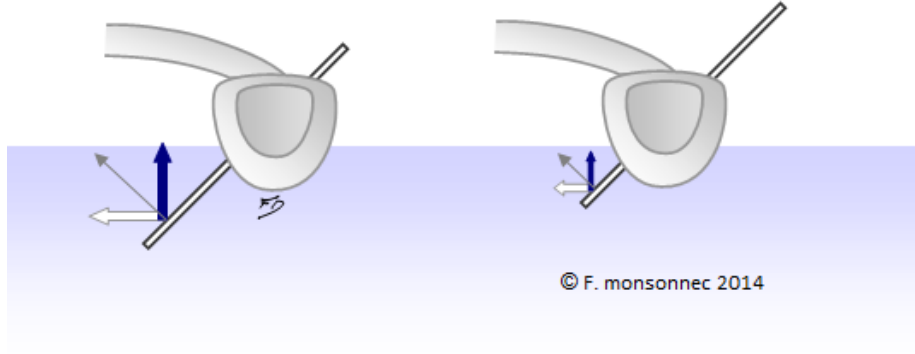
Avantajları

- Birbirini destekleyen küçük hidrofoiller kullanıldığı için dayanıklılık
- Bütün hidrofoil yüzeyleri kenarlarından birbirine bağlı olduğu için, açık uçlu bir hidrofoilin kanat uçlarında oluşan küçük girdaplar (wing tip vortex) engellenmiş olur. Bu girdaplar normalde tek bir hidrofoil yüzeyinde yavaşlatıcı bir yan etki meydana getirir, ancak E hidrofoildeki bağlantı noktaları boğum noktası görevi görerek bu girdapların oluşumunu engeller.
- Bir çok hidrofoil yüzeyinin birleşiminden oluştuğu için her bir yüzeyin boyutu nispeten küçük tutulabilir.
- Monitor teknesindeki gibi E hidrofoile sahip teknelerde, kaldırma kuvvetinin etki noktası tekneden biraz daha dışarıda olduğu için (Hydroptère'deki V hidrofoilin aksine), daha kısa bir kol uzunluğu ile moment dengesi sağlanabilir.

Dezavantajları

- Çok fazla bağlantı noktası olması kanat uçlarındaki girdap oluşumunu engellese de, suyun direnç kuvvetini artırıcı bir etki yapar.
- Birçok hidrofoil yüzeyi olduğu için hepsini optimize edilmiş olarak konumlandırmak ve açılarını ayarlamak zordur.
- Denizde bulunan yosun ve atıkları toplama riski yüksek.

4.2 V Hidrofoil



Şekil 8: Foiler teknelerde V hidrofoil

Foilers ve hydrofoilslerde kullanılan çeşidi genellikle doğrusal bir yapıya sahiptir ve deniz yüzeyiyle 45 derecelik bir açı yapar. Bu açı çok nadir değişir. Kaldırma kuvveti suyun altında kalan hidrofoil yüzey alanının bir fonksiyonudur. Trailing edge flap (fırar kenarı flapı) eklenerek de kullanılabilir. (ör: Cote d'Or teknesi) NASA'nın yöneticilerinden biri olan Rober R. Gilruth tarafından dizayn edilmiştir.

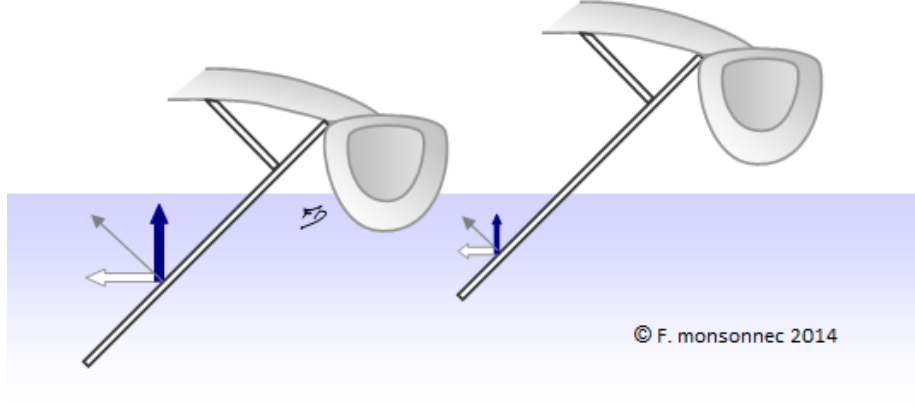
Foilers ve foil-assisted multihull teknelerde yarattığı kaldırma kuvveti yeterince büyük olmadığı için hidrofoillerin tamamı genellikle suyun altında kalır. (ör: Trimama, Paul Ricard, Ker Cadelac 2) Hydrofoilslerde ise hidrofoilin bir kısmı tekne gövdesi ile beraber sudan çıktığı için kaldırma kuvveti azalır ve sudan belli bir miktar yükseldikten sonra kaldırma limitine ulaşılır, bundan dolayı öz düzenlemeli bir sistem oluşturur.(ör: Icarus, Mayfly, Hydroptère)

Avantajları

- Çok denenmiş ve bilgi sahibi olunan bir tür hidrofoil.
- Öz düzenlemeli (self-regulated) bir sistem

Dezavantajları

- Kaldırma kuvvetinin uygulanma noktası, sudan yükselme ile birlikte değişiyor
- Suyun üzerinde “uçmak” için tasarlanmış bir tekneye takmak zor olduğu için genellikle bir destek kolu kullanılır.

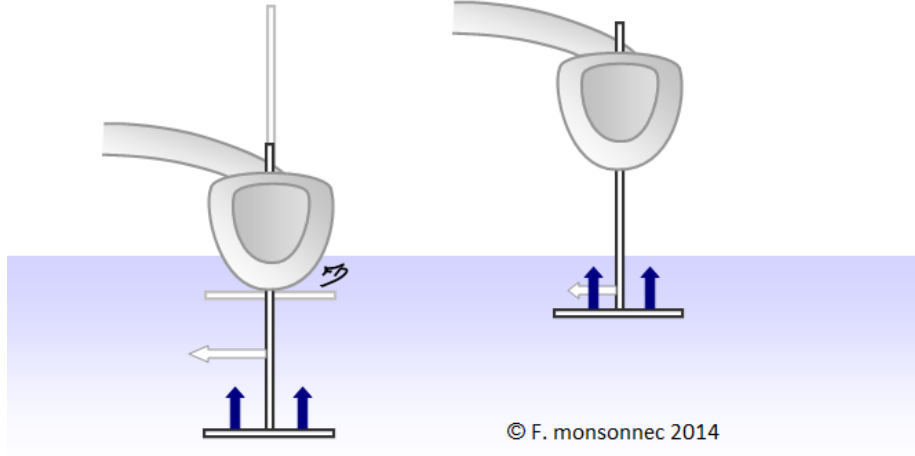


Şekil 9: Hydrofoil teknelerde V hidrofoil

- Foilersda ve foil-assisted multihull teknelerde, hidrofoil yüzeyi tamamen suyun altında kalıyor olsa da, su yüzeyine çok yakın olduğundan ve ara ara bir kısmı suya girip çıktığından dolayı hidrofoil boyunca kaçak hava akımları oluşur ve bu durum sonucunda kaldırma kuvvetinde bir süreksizlik ve azalma meydana gelir.
- Hidrofoilin üzerine genelde çok büyük kuvvetler biner ve her zaman hidrofoilin düşeydeki pozisyonunu ayarlamak kolay değildir.
- Hidrofoilli yelkenlilerde dengeyi gözetirken, moment hesaplarına hidrofoilden gelen kuvvetleri de katmak gerekir. Kaldırma kuvvetinin vektörünü, etki noktasından, çizdiğimizde uzantısı ana yelkenin tam ortalarına denk geldiği takdirde daha stabil bir seyir imkanı elde edildiğinden dolayı tasarımcılar tekne gövdelerinin arasındaki uzaklığı artırmak zorundadır ki bu durumda yelken alanı azaltıldığında (camadan vurulduğunda) dengeden kayıp vermiş oluruz.

4.3 T Hidrofoil

1906 yılında Meacham kardeşler, yayınladıkları makalede ters duran T harfine benzer bir şekle sahip olan T hidrofoilin temel çalışma prensiplerinden bahsettiler. Tüm seyirler süresince hidrofoilin tamamı suyun altında kaldığı için kaldırma kuvveti suyun yüzeyinden yükselmenin bir fonksiyonu değildir. Öz düzenlemeye sahip bir dizayn olmadığı için, hidrofoilin yatay eğikliğini ayarlamak mekanik bir sistemle de kullanılabilir. Kaldırma kuvvetinin öz düzenlemeye sahip olmamasının bir diğer sonucu da foilersda ve foil-assisted multihull teknelerde kullanımına daha az rastlanmasıdır.(ör:Blue Arrow) T hidrofoildeki öz düzenleme hakkında yukarıda söylediklerimiz hydrofoil tekne için de geçerlidir ve hatta daha da önemlidir, bundan dolayı hydrofoil teknelerde genellikle hücum



Şekil 10: Hydrofoil teknelerde T hidrofoil

açısını ayarlayacak mekanik bir sistemle kullanılır. (ör: Force 8, Phify, Windrider Rave, Moth sınıfı)

Avantajları

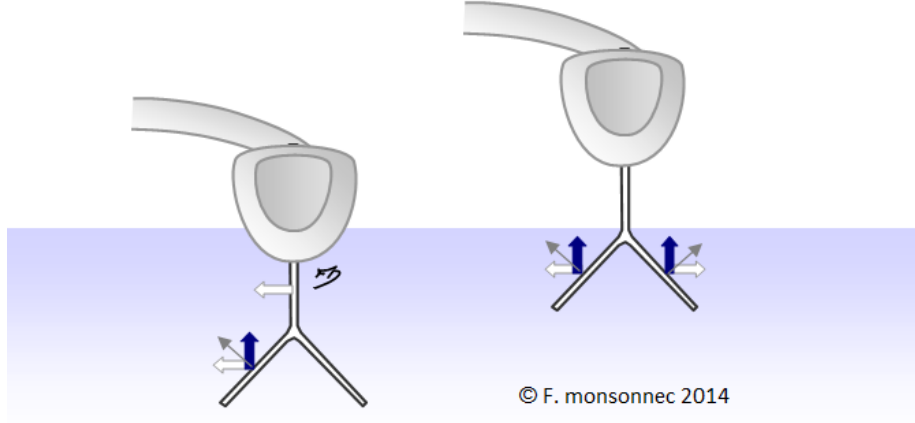
- Kaldırma kuvvetinin uygulanma noktası T hidrofoilin tam ortasında olduğu ve değişmediği için tenkenin dizaynında diğer parametrelerin belirlenmesinde kolaylık sağlaması ve yapısal olarak daha güçlü olması
- T hidrofoilin bütün yüzeyi su altında kaldığından ve diğer hidrofoil çeşitleriyle karşılaştırıldığında daha derine battığı için ventilasyona uğrama ihtimali daha azdır ve hidrofoillerin su yüzeyinde yarattığı dalgalardan da daha az etkilenir.

Dezavantajları

- Hücüm açısını ayarlayacak özel bir mekanik kontrol sistemine ihtiyaç duyması
- Hidrofoile çok fazla yük bindiği için, kontrol sisteminin kırılabilir olması
- Hidrofoil yüzeyini tekneye bağlayan çubuktan kaynaklanan yavaşlatıcı etki (çünkü hidrofoillerdeki her bir bağlantı noktası türbülansa sebebiyet verme potansiyeline sahiptir.)

4.4 Y Hidrofoil

Sylvestre Langevin tarafından dizayn edilmiştir ve kendi foilerlerinde kullanarak bir marka haline getirmiştir. Ana faaliyet alanı foilers ve foil-assisted multihull



Şekil 11: Foiler teknelerde Y hidrofoil

teknelerdir. (ör: Gautier II, Gautier III, Ker Cadelac, PiR2, Dupon Duran, Promocean, Flash Harry and Groucho Marx) Hydrofoilsde de kısmi olarak kullanım örnekleri vardır. (ör:Rich Miller's hidrofoil yelkenlisi (teknenin önüne koymuştur))

Bu tür hidrofoiller su yüzeyine yaklaştıkça kaldırma kuvvetini azaltarak teknenin yüksekliğini otomatik ayarlar, ancak buradaki öz-düzenleme V Hidrofoilde görülen kadar etkin değildir. Y hidrofoiller ancak kısmi düzenlemeye izin verir. T hidrofoillerde ise tam aksine su yüzeyine yaklaştıkça kaldırma kuvvetinde çok ciddi düşüşler yaşanır. T hidrofoillerle kıyaslandığında, Y hidrofoilin kanatları destek çubuğundan daha uzak olduğu için, Y hidrofoillerde kanatların üzerindeki su akışı destek çubuğundan daha az etkilenir yani daha az bozulur. Y hidrofoilli trimaranlar belli bir hıza ulaştığında merkezi gövde suyla temas halindeyken diğer iki gövde de suyun üzerinde uçacak şekilde seyir yapabilir. Yanal sürüklenmeye karşı direnç kuvveti hidrofoillerin ve destek çubuğunun yanıl alanına ve kanatların arasındaki açığa bağlıdır.

Avantajları

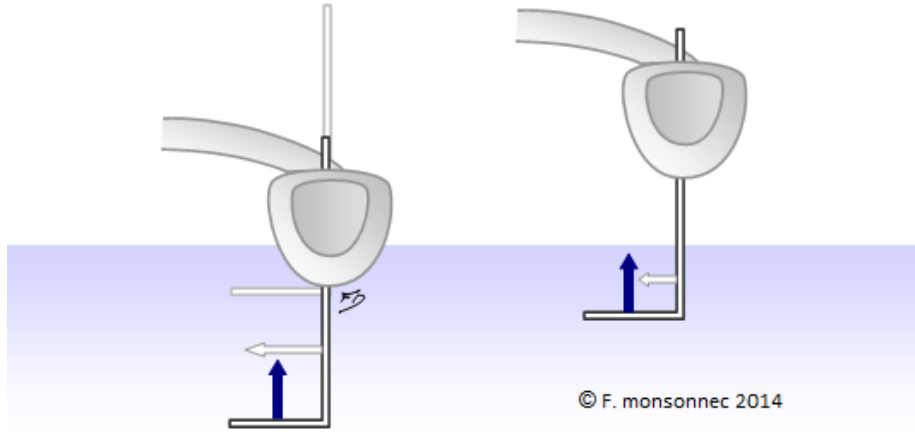
- Foilersda normalde tamamen suya batmış halde oldukları için daha az ventilation olur.
- Kanatlarda oluşan kuvvetleri destek çubuğu dengelediği için ve bu kuvvetlerin etki noktası destek çubuğuna daha yakın olduğu için sistem daha büyük kuvvetlere dayanabilir.

Dezavantajları

- Hidrofoilin düşey pozisyonunu ayarlamak zordur.

- Kanatlar su yüzeyine yaklaştıkça V hidrofoillere göre daha fazla performans kaybı olur.

4.5 L Hidrofoil (İlk Versiyonu)



Şekil 12: Hidrofoil teknelerde L (1.0) hidrofoil

L hidrofoilin ilk versiyonu 1981 yılında Greg Ketterman'ın yaptığı bir trifoiler da kullanıldı. Daha sonra trifoilerların çoğu kullanmaya başladı. T hidrofoilin biraz daha gelişmiş halidir. Kaldırma kuvvetinin öz düzenlemesi olmadığı için, bir kontrol mekanizması gereklidir. Bundan dolayı foilersda ve foil-assisted multihull teknelerde pek kullanılmaz. T hidrofoillerin aksine, L hidrofoillerde yatay ve düşeydeki hidrofoil parçalarını birleştirmedeki sorun biraz daha çözülmüştür. Eğer hidrofoilin yatay ve düşey parçaları bir noktada keskin bir şekilde birleşirse bu durumda türbülansa sebebiyet vermesi muhtemeldir. Kanat ve destek çubuğunun bağlantısı bir nokta yerine, kademeli olarak yay şeklinde kanadın yüzeyine dağılmışsa bu durumda da kaldırma kuvvetinin oluşturan etkin yüzey alanı azalmış olur ve kaldırma kuvvetinden kayıp verilir. Kanat ve destek çubuğunun birleştiği yer çok hassastır ve sistemin performansını kolayca etkileyebilir. (örnek hydrofoils: The Trifoilers, Sylphe of Tadeq Normand) T hidrofoillerde olduğu gibi destek çubuğu bir yanıl sürüklenmeye karşı direnç gösterirken, kanat kısmı kaldırma kuvvetini sağlar. Tekne sudan yükseldikçe destek çubuğundan gelen direnç kuvveti azalır çünkü suyun altında kalan kısmı azalır.

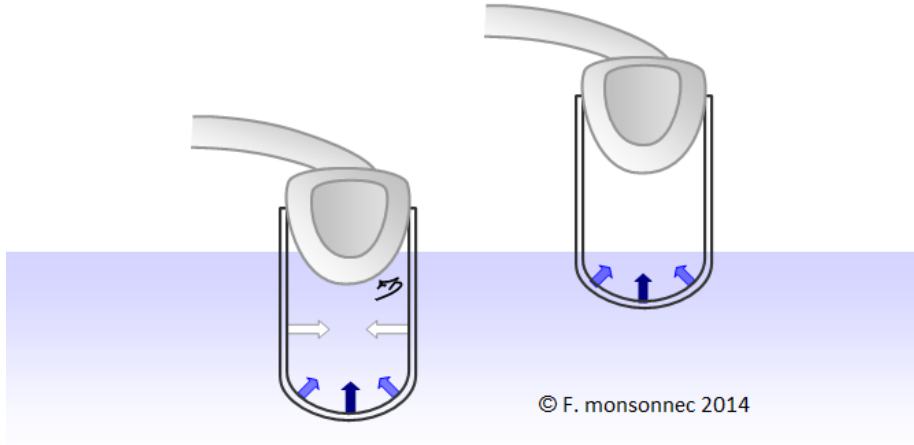
Avantajları

- Bağlantı noktası olmadığı, bütün hidrofoil sistemi tek parça olduğu için daha az türbülans oluşur.

Dezavantajları

- Kaldırma kuvvetinin destek çubuğunun sadece bir tarafında kalmasından dolayı hidrofoilin kanadı yukarı doğru bir miktar esner.
- Hidrofoilin yatay ve düşey elementlerini bağlayan bir eklem olmaması bir avantaj olarak görülebilse de, yatay ve düşey parçalardaki stres farklı büyüklükte olduğundan dolayı bu durum küçük vortekslerin oluşumuna sebep olabilir ve kısmen de olsa tek parça hidrofoile sahip olmanın avantajını bazen azaltabilir.
- Kanadın esneyip yukarı doğru bükülmesinden dolayı, hidrofoilin etkin kaldırma yüzeyinin azalıp azalmadığı konusunda ise yelkenciler farklı fikirler ortaya koymuştur ancak L şeklinin keskinliğine bağlı olarak diyebiliriz ki; çoğu L hidrofoilin yatay ve düşey elementleri arasında nispeten keskin bir geçiş olduğundan dolayı etkin kaldırma yüzeyi azalır.

4.6 U Hidrofoil



Şekil 13: Hidrofoil teknelerde U hidrofoil

U hidrofoil iki tane L hidrofoilin birleşimi gibi görünse de, U hidrofoilin kullanımı daha öncelere dayanmaktadır. 1954 yılında Artgur Locke tarafından dizayn edilen katamaranda (Skid) U hidrofoil ile O hidrofoil arasında bir düzenek kullanılmıştı. 20 feet uzunluğundaki katamaran su üzerinde sorunsuz uçabilmisti. Bu dizayn güçlü ve dayanıklı bir hidrofoil dizaynı sunmakla birlikte tekne gövdesine tutturulması kolay ve yanıl sürüklenme direnci de yüksektir. İki tane destek çubuğu olduğu için ve daha çok yanıl direnç gösterdiği için foilersda ve foil-assisted multihull teknelerde kullanılmaz. Sudan tamamen çıkan teknelerde kullanımı daha uygundur. Amatör amaçlı kullanım için çok uygun olmasına

rağmen U hidrofoil tasarımıyla uğraşan kişi sayısı pek azdır. (örnek hydrofoils: Skid; Smitt in 1980; Brest Nautic.)

Hidrofoilin kanat kanat kısmı her zaman su yüzeyinin altında kalması için tasarlandı için kaldırma kuvvetini kontrol etmek için hidrofoilin hücum açısını ayarlayabilen bir sistemle kullanılması gerekebilir. Yatay sürüklenmeye karşı gösterdiği direnç T hidrofoilde olduğu gibi teknenin ne kadar yükseldiğinin bir fonksiyonudur.

Avantajları

- İskele ve sancak taraflarına koyulacak hidrofoiller tek bir kalıptan yapılabilir. (simetrik olarak ikiye bölerek)
- Hücum açısı kanat boyunca değişir; en yüksek hücum açısı kanadın tam ortasındadır, kenarlara doğru kademeli olarak azalır. Böylece destek çubuğu ile kanadın birleştiği noktada performans kaybı azaltılır.
- Üstte bahsedilen kanat düzeninden dolayı kanat ucu girdabı görülmez.
- Daha güçlü ve dayanıklı bir sistem sunar.

Dezavantajları

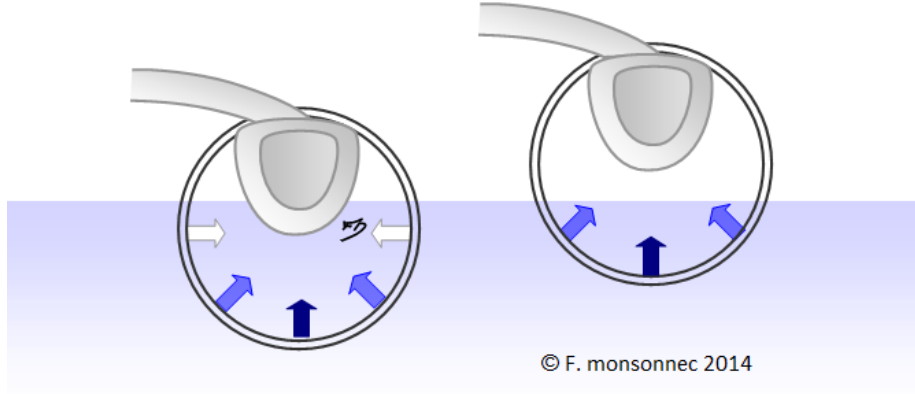
- Su yüzeyinin altında kalan hidrofoil yüzeyinin alanı büyüktür. (yanal su direnci yüksek)
- İdeal bir U hidrofoil için, kaldırma kontrol sistemi önemli bir gereksinimdir.(Hücum açısını değiştirebilmek için hidrofoilin eğimini ayarlayabilen bir sistem) Hidrofoilin kanadındaki bükümden dolayı flap mekanizması genelde uygulanamaz.

4.7 O Hidrofoil

U hidrofoile yapısal olarak biraz benzer. U hidrofoiller gibi O hidrofoiller de foilersda ve foil-assisted multihull teknelerde kullanılmaz. Kaldırma kuvveti tekenin ne kadar yükseldiğinin bir fonksiyonudur, yani kaldırma kuvvetinde bir öz düzenleme kavramından bahsedebiliriz. Ancak teknenin yükselmesiyle kaldırma kuvvetindeki azalma arasında lineer bir bağıntı olmadığı(V hidrofoillerde vardı) için hücum açısını kontrol eden bir mekanizma koymak daha akıllıca olacaktır. Çembersel geometriden dolayı tekne sudan yükseldikçe kaldırma kuvvetindeki azalma ve yanal sürüklenme direncindeki azalma oranları değişecektir. Kaldırma kuvvetini oluşturan etkin yüzey alanı, tekne sudan ilk yükselmeye başladığında daha yavaş azalmaya başlayacaktır yani kaldırma kuvveti belli bir hıza kadar yanal sürüklenmeye direncinden daha az azalır. Belli bir hızdan sonra ise tekne belli bir yükseklikte uçtuğu için, yanal su direncini oluşturan hidrofoilin yanal alanı daha yavaş azalmaya başlar.

Avantajları

- O hidrofoil tasarımının öncülerinden Gilles and Loic Durand'a göre, O hidrofoilin yapımı daha kolay ve "O" şeklinin temel hali tek bir kalıp ile



Şekil 14: Hydrofoil teknelerde O hidrofoil

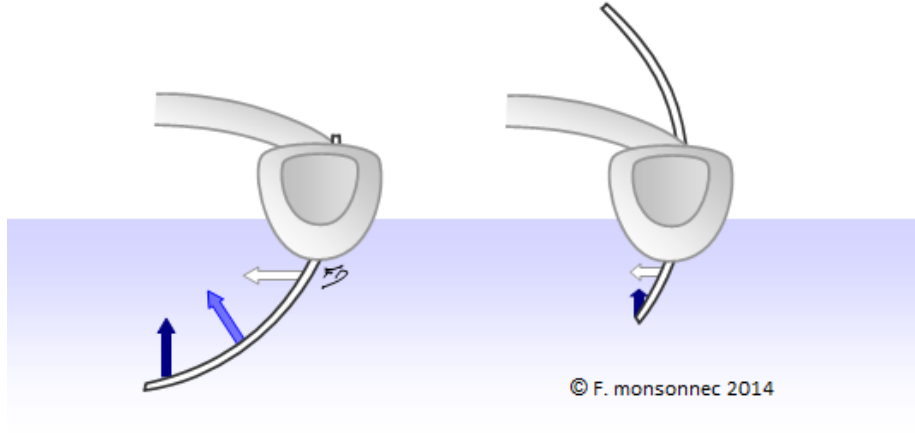
verilebiliyor. Daha sonra torna işleminden geçen hidrofoil, geometrisinin verdiği dayanıklılıktan dolayı kanat kalınlığı 9 mm'ye kadar inceltilebiliyor.

Dezavantajları

- performans için biraz fazla hantal olması
- Kaldırma kuvvetindeki ve yanal sürüklenme direncindeki non-lineer düşüş
- Hidrofoilin düşeydeki konumunu ayarlama işlemi zordur.

4.8 C Hidrofoil

1972 yılında Bernard Smith tarafından dizayn edilen C hidrofoil, ilk ortaya çıktığı zamanlar daha çok foil-assisted multihull teknelerde V hidrofoil yerine kullanılıyordu. Daha önceleri çoğunlukla 45 derecelik V hidrofoil kullanan foilers ve foil-assisted multihull için performans anlamında büyük bir ilerleme olmuştur. (ör: Orma 60', Mod 70, BMW Oracle in the 33rd America's Cup) C hidrofoillerde kaldırma kuvvetinin kontrolü kolay olmadığı için hydrofoil teknelerde pek tercih edilmez, hatta ilk başlarda C hidrofoil ile yapılmış bazı hydrofoil tekneler sonradan J veya L hidrofoil ile değiştirmek durumunda kalmıştır. (ör: Enya 3, Raphael Censier (A-class cat)) Kaldırma kuvveti hidrofoilin ne kadar suya battığının bir fonksiyonu olsa da lineer bir bağıntı yoktur. Hidrofoil ne kadar suda derine batarsa kanadın alt tarafı o kadar yatay hale geleceği için kaldırma kuvveti de buna bağlı olarak artacaktır. Yanal sürüklenme direnci de hidrofoilin yanal alanının bir fonksiyonudur ancak yine geometrisinden dolayı hidrofoil suda derinlere doğru indikçe yan alandaki artış azalacaktır, buna bağlı olarak yan al sürüklenme direnci de belli bir limite doğru



Şekil 15: Foiler teknelerde C hidrofoil

yakınsayacaktır. Kaldırma kuvvetinin kontrol edilmesi biraz zordur fakat bir kaç yöntemle ayarlanabilir;

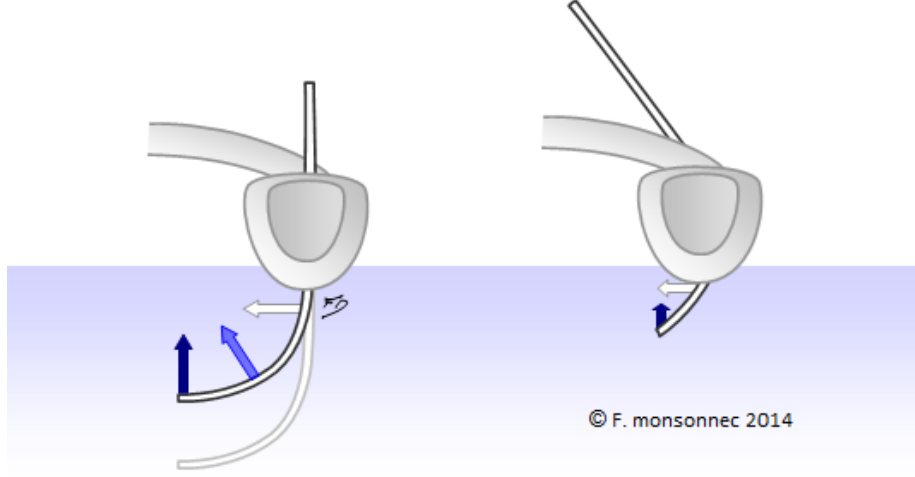
- Hidrofoilin derinliği ayarlanabilir, (C hidrofoil genelde hareketli bir sisteme sahiptir, derinliğiyle oynanabilir)
- Kanattaki hücum açısının kanat boyunca optimize edilerek ayarlanması. (Hücum açısının kanat boyunca farklı olması türbülans riskini azaltır)

Avantajları

- V hidrofoille karşılaştırıldığında, tekne gövdesinin daha alt kısmından çıktığı için ve çoğunlukla suyun içinde kaldığı için ventilation daha az görülür.
- Kaldırma kuvvetindeki değişimin lineer olmaması

Dezavantajları

- Hidrofoil teknelerde kullanıldığında kaldırma kuvvetindeki doğrusal olmayan azalma, teknenin dengesinde ve yükselmesinde bir kararsızlık meydana getirir. Hidrofoil teknelerde, tekne gövdesi sudan ilk çıkıp yükselmeye başladığında kaldırma kuvvetindeki çok bir azalma olmazken, tekne yükselmeye devam ettikçe kaldırma kuvvetindeki düşüş hızla artar ve bundan dolayı foilers ve foil-assisted multihull için kullanımı sınırlı kalmıştır.
- Kalıpları daha kompleks ve yapım aşaması daha zordur.



Şekil 16: Foiler teknelerde J hidrofoil

4.9 J Hidrofoil

C ve L hidrofoilin arasında bir dizayna sahiptir. Hidrofoilin üst kısmı L hidrofoilde olduğu gibi düzdür ve suya tam battığında suda düşey eksende uzanır. L hidrofoille kıyaslandığında, alt tarafı keskin bir köşeye sahip olmadığı ve kavisli olduğu için, su içerisindeki hidrofoil derinliği yukarıdan çekerek ayarlanabilir ve bu durum kaldırma kuvveti üzerinde bir kontrol mekanizması oluşturur. Ancak hidrofoilin düşey konumunu ayarlamak için kompleks bir mekanizmaya ihtiyaç duyulduğu için yeterince yaygınlaşamamıştır. AC45'lerin ilk tasarımında J hidrofoil kullanılsa da, dizayn daha sonradan S hidrofoil ile değiştirilmiştir.

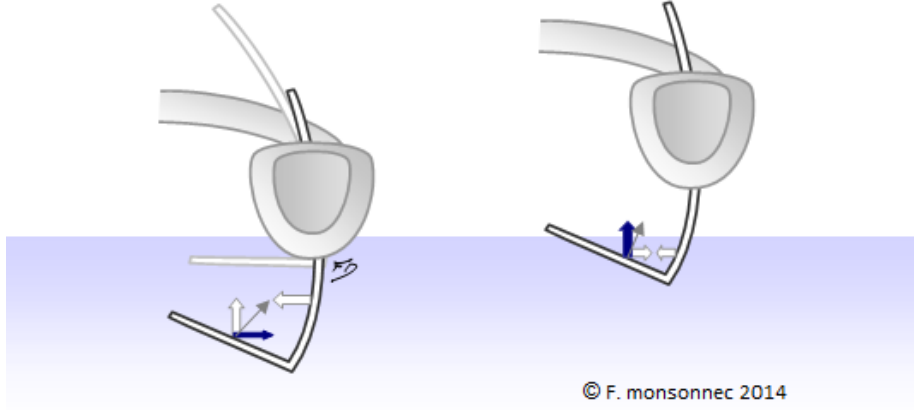
Avantajları

- C hidrofoilde olduğu gibi, tekne gövdesinin daha aşağıdaki bir noktadan çıktığı için ve kavisli kanat kısmı çoğunlukla suyun altında kaldığı için ventilation daha az görülür.
- Yanal sürüklenme direncinin ve kaldırma kuvvetinin kontrolü C hidrofoile göre daha kolaydır.
- J hidrofoilin alt kısmı, C hidrofoile benzer özellikler gösterir. J hidrofoilin kavisli alt kısmı suya tamamen battıktan sonra, derinlik arttıkça kaldırma kuvveti bir süre sonra artmazken yanal sürüklenme direnci giderek artar. Buna bağlı olarak, (C hidrofoilin aksine) hidrofoilin bir kısmını yukarı çeksek de maksimum kaldırma kuvvetinden yararlanmaya devam edebiliriz.

Dezavantajları

- Su üzerinde "uçmak" için tasarlanmış bir teknede kullanımı durumunda, su üzerinde yükselme alçalma sürecinde kaldırma kuvvetinde büyük değişimler olacağı için kararsız denge oluştururlar. Bundan dolayı foiler tekneler için kullanımı daha uygundur.

4.10 L Hidrofoil (İkinci Versiyonu)



Şekil 17: Hydrofoil teknelerde L (2.0) hidrofoil

Daha önce gördüğümüz L hidrofoilin gelişmiş bir çeşididir ve göreceli olarak yeni bir dizayndır. Bazı hidrofoil türlerinin üstün olduğu özellikleri kendinde topluyor diyebiliriz.

V hidrofoil - Kaldırma kuvvetinde öz düzenleme (kontrol yönünden avantajlı) olması,

L hidrofoil - Kaldırma kuvvetini oluşturan ve yanal sürüklenme direncini oluşturan iki farklı parça olması, (kanat ve destek çubuğu)

C hidrofoil - Hidrofoilin yan profilden uygun geometriye sahip olması,

J hidrofoil - Hidrofoilin açısı ve derinliğinin kolay ayarlanabilmesi

Daha önceki L hidrofoilden farkı; destek çubuğunun içe doğru bükümlü olması ve aynı zamanda yatayla düşey parçalar arasındaki açının 90 dereceden az olmasıdır. İlk olarak Melvin ve Morelli tarafından Emirates Team New Zealand için tasarlanmıştır.

Daha çok su üzerinde "uçan" tekneler için dizayn edilmiştir, bundan dolayı foilersda ve foil-assisted multihull dizaynında kullanılmaz. Hydrofoil teknelerde kullanımları ise daha uygun ve bilimsel arkaplanı da daha kuvvetlidir. Americas Cup teknelerinden AC72'de, C-Class katamaranlarda ve Flying Phantom

tip katamaranlarda kullanılmış olması, hidrofoilin dizaynına duyulan güvenin bir göstegesidir diyebiliriz.

Şekilde görüldüğü gibi; hidrofoil düşey konum olarak en aşağıda kullanıldığında ve belli bir hıza ulaşıldığında, hidrofoilin kanadının bir kısmı sudan dışarı çıkabilir. Bu durum kaldırma kuvvetinde bir düşüşe sebep olur ve V hidrofoilde görülene benzer bir öz düzenleme meydana gelir. Kaldırma kuvvetinin en yüksek olması isteniyorsa, hidrofoil düşey konum olarak yukarılarda kullanılır; böylece kanat yatay eksene en yakın pozisyona gelmiş olur. Tekne sudan yükseldikçe, belli bir noktaya kadar, kaldırma kuvvetini sağlayan etkin yüzey alanı değişmemesine rağmen, yanal sürüklenme direncini oluşturan etkin yüzey alanı azalır. Buna bağlı olarak tekne daha fazla rüzgaraltına düşer ve bu durumun sonucu olarak kaldırma kuvvetinde ve hücum açısında bir azalma olur. Hidrofoil kanadının ucu sudan çıkabilmesine rağmen, optimum kullanım durumunda bütün kanat kısmı suyun altında kalmalıdır. Bu hidrofoil türü ekstra bir kontrol mekanizmasına gereksinim duymuyor gibi görünse de, hala istenen düzeyde bir kontrol imkanı sunmadığı için; hidrofoilin derinliğini değiştirmek, küçük teknelerde ekibin konumunu ayarlamak, kaldırma kuvvetini yaratan kanat kısmının yatay eğikliğini değiştirmek veya T hidrofoilli bir pala kullanmak gibi çözümler sunulabilir.

Avantajları

- Yukarıda belirtildiği gibi diğer hidrofoil türlerinden bazılarının faydalı özelliklerini kendinde toplamış olması.
- T,L ve O hidrofoillerinin aksine, sensöre gerek kalmadan kaldırma kuvvetinde belli bir ölçüde öz-düzenleme vardır.

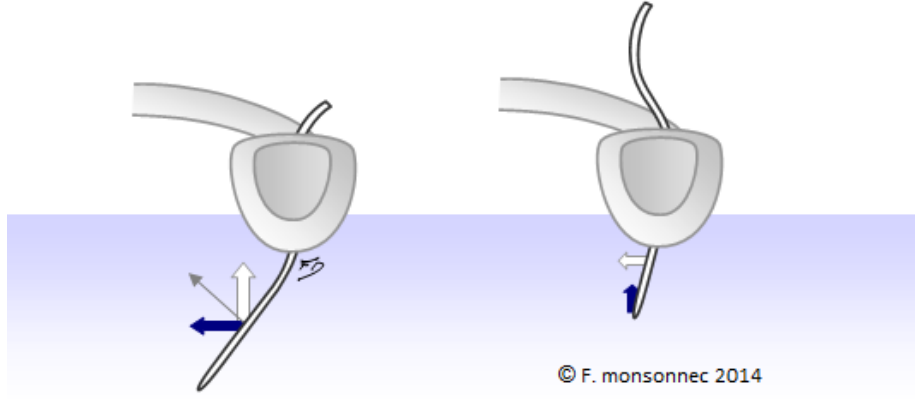
Dezavantajları

- Hidrofoilin kontrolü, sensörlü bir sisteminki ya da V hidrofoildeki kadar kolay değildir.
- Hidrofoili idare etmenin zorluğunun yanı sıra üretmek de karmaşık ve zahmetli bir süreçtir.

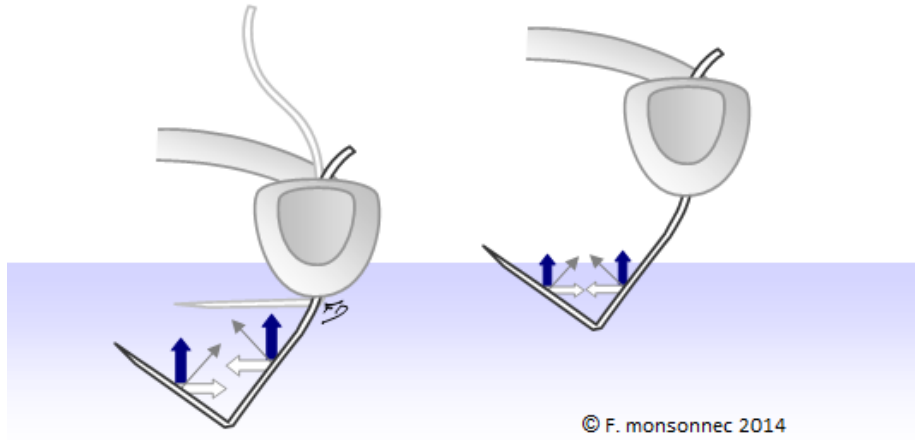
4.11 S Hidrofoil

İlk olarak 33. Americas Cup teknesi Alinghi 5 için tasarlanırsa da beklenen verim alınmamıştır. Bunun sebebi yeterli dizayn bilgisine ve zamana sahip olmamak olsa da şu an yeterli bir S hidrofoil yapmak için gerekli bilgiye sahibiz. Foilersda ve foil-assisted multihull'da kullanılan S hidrofoillerin şekli, hidrofoil teknelerde kullanılanların şeklinden biraz daha farklıdır. Hidrofoil teknelerde kullanılanların çalışma prensibi L hidrofoile daha çok benzese de, S hidrofoiller ismini üstteki bükümlü kısımdan almıştır.

Foilers ve foil-assisted multihull teknelerde kullanılan modelinde, yataya yakın duran ilave kanat yoktur. Hidrofoilin sudaki derinliğine göre kaldırma kuvvetinin daha iyi ölçeklendirilebilmesini sağlar. Ancak S hidrofoilin bu türü hala karmaşıklığı koruduğundan dolayı kıyı yelkenciliği için daha uygundur. (ör: Alinghi 5) Hydrofoilslerle ilgili bir örneklerden biri olan Team Groupama'nın Little Americas Cup için kullandığı C-Class katamaran Enya 3'ün bir modeli S



Şekil 18: Foiler teknelerde S hidrofoil



Şekil 19: Hydrofoil teknelerde S hidrofoil

hidrofoille yapılmıştı. S hidrofil de bu yarışta potansiyelini göstermişti. Çalışma Prensipleri L hidrofoilin ikinci versiyonuna çok benzese de, kanadın üst bölümündeki bükümlü kısım sayesinde kanadın yatayda durduğu açı da değiştirilebilir. Böylece, kanat su yüzeyine doğru yaklaştığında kaldırma kuvvetinin azalmaması için kanat açısı ayarlanabilir. Aynı zamanda açıyı değiştirdiğimizde etkin yanal sürüklenme direncini de değiştirmiş oluruz.

Avantajları

- L hidrofoilin ikinci versiyonunun bütün avantajlarına sahip olmakla birlikte aç kontrolü ile ikinci bir parametrenin kontrolünü de ele almış olduk.

Dezavantajları

- Üretmek hala karmaşık bir süreçtir.
- Kontrol mekanizmasının doğru kullanımı da kolay değildir.

5 Özet

Aşağıdaki tablo, incelediğimiz bütün hidrofoil türlerinin hangi tip tekneler için uygun olduğu ve hangi şartlar altında kullanıldığı ile ilgili bir özet tablosudur.

Tablo 1: Hidrofoil türleri ve kullanımı uygun tekneler

Tür	V	T	L	Y	U	O	C	J	S
Foilers	+	- (1)	+	-	-	-	+	+	+
Hydrofoils	+	+	-	+	+	+	-	+	+

(1): Kullanımı olası ancak çok mantıklı değil

Vermek istediğim bir diğer özet tablosu ise, suyun üstünde “uçmak” isteyen bir teknenin hangi hidrofoil türlerinde kontrol mekanizmasına ihtiyaç duyacağı ile ilgilidir. Burada bahsedilen kontrol mekanizması, sadece mekanik olarak elle kanadın yatay açısını veya derinliğini değiştirmek değil, bir ölçüm ve ayarlama sistemine ile hidrofoili kontrol etmektir. (ör: bir sensor ile flap açısının optimizasyonu) E harfi koyulan hidrofoil türleri için “kontrol” mekanizması gereklidir, H için gerekli değildir.

Tablo 2: Hidrofoil türleri için kontrol mekanizması

Tür	V	T	Y	L1.0	L2.0	U	O	C	J	S
Kontrol	-	+	+	+	- (1)	+	+	- (2)	- (2)	-

(1): Daha önce de bahsedildiği gibi, öz-düzenlemede V hidrofoile benzer özellik gösterir.

(2): Yapılan testler sonucu, bu tür hidrofoillerin su üzerinde “uçmak” için tasarlanan tekneler için kararsız bir denge sağladığı kanısına varılmıştır.

6 Teşekkür..

Üniversitede bana yelken yapmayı sevidirip, öğreten Boğaziçi Üniversitesi Denizcilik ve Yelken Kulübü'nün tüm kaptanlarına; özelinde, eğitim gezilerinde bizzat kaptanlığımı yapmış kaptanlarım İpek Bahçeci, Ferit Öztürk, Yaşar Tavşancı, Faruk Kuşcan, Özcan Vardar, Ezgi Mamus, Müge Özvarol, Tarık Akbaş, Baransel Soysal, Göktuğ Marmara'ya ve kaptanlık sürecim boyunca bana destek olup, hiçbir konuda yardımını esirgemeyen mentorum Umut Soysal'a sonsuz teşekkürler..

7 Referanslar

- Hydrofoil Craft, AYRS No:19
- Hydrofoil Seaplane Design, Thurston Aircraft Corp. Report No:6912, Mayıs 1970
- foil.wordpress.com
- Ships That Fly, John Meyer Jr, 1990
- New Advances in Sailing Hydrofoils, François Lefaudeux, 1998
- The Foil Alphabet, Fred Monsonnec, 2015
- The Quest for Speed at Sea, John Meyer, 2004
- Hydrodynamics of High-Speed Vehicles, Odd M. Faltinsen