

21743

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YELKENLİ TEKNELERDE TASARIM PROSEDÜRÜ

Y.LİSANS TEZİ

Müh. İbrahim KARATAŞ

Tezin Enstitüye verildiği Tarih : 18 Haziran 1992

Tezin Savunulduğu Tarih : 8 Temmuz 1992

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Ömer BELİK

Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Ömer GÖREN
Doç.Dr. Abdi KÜKNER

TEMMUZ 1992

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın oluşumunda ve gelişiminde maddi ve manevi destek olan tüm dostlarıma ve meslek arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam süresince her an destek ve yol gösterici olan hocam, Doç.Dr. Ömer BELİK'e sonsuz teşekkür borçluyum. Yat kavramına, mühendisliği yerleştirmedeki etkinliği ve Bodrum'da edinmiş olduğu saygın yeri ile ayrıca bana mesleki ve özel yaşamımda örnek olan Y.Müh. Mustafa ÖZKALAY'a teşekkürü bir görev sayıyorum.

Temmuz 92

İbrahim KARATAŞ

İÇİNDEKİLER

- ÖNSÖZ	ii
- İÇİNDEKİLER	iii
- NOTASYON	vi
- ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
- TABLOLAR LİSTESİ	ix
- ÖZET	x
- SUMMARY	xi
1- GİRİŞ	1
2- YELKENLİ TEKNELER	5
2.1- Genel çerçevenin çizilmesi	5
2.2- İlk yelkenliden günümüze	8
2.3- Yelkenli gezinti tekneleri	10
2.4- Yelkenli yarış tekneleri	15
2.5- Geleneksel Türk kıyı tekneleri (çekirtme, tırhandıl, gulet)	17
3- YELKENLİ TEKNELERİN DENGESİ	23
3.1- Pupa Seyrinde Denge	25
3.1.1- Balonlu Pupa Seyrinde Denge	25
3.1.2- Balonsuz Pupa Seyrinde Denge	27
3.2- Orsa Seyrinde Denge	29
4- YELKENLİ TEKNELERİN TASARIMI	35
4.1- Genel Tasarım Yöntemi ve Süreci	35
4.2- Ön Tasarım	36
4.3- Tasarım ve içeriği	40

4.3.01-	Teklif	40
4.3.02-	Endaze	42
4.3.03-	Ofset Tablosu	49
4.3.04-	Genel Yerleşim	49
4.3.05-	Genel Yerleşim Kesitleri	52
4.3.06-	Yelken Planı	53
4.3.07-	Profil Görünüş ve Güverte Planı	54
4.3.08-	Üstyapı Endazesi	56
4.3.09-	Boyuna Konstrüksiyon	57
4.3.10-	Enine Konstrüksiyon Kesitleri	59
4.3.11-	Makina Dairesi Düzenlemesi	59
4.3.12-	Direk ve Arma Donanımı	60
4.3.13-	Temel Hidrostatik Hesaplar	63
4.3.14-	Tanklar, Boru ve Elektrik Donanımı	63
4.3.15-	Ağırlık ve Balast Hesabı	65
4.3.16-	Dümen ve Salma Tasarımı	66
4.3.17-	Stabilite Hesapları	74
4.3.18-	Havalandırma ve İklimlendirme	77
4.3.19-	İnşaat Detayları	77
4.3.20-	Özel İsteklerin Tasarımları	78
4.3.21-	Tekne Kullanım Kılavuzu	78
5-	YELKENLİ TEKNELERDE PERFORMANS	79
5.1-	Performans Hesabı Teorisi	81
5.2-	Meyil Eşitliği	84
5.2.1-	Tekne Doğrultucu Momenti	84
5.2.2-	Salma Doğrultucu Momenti	87
5.2.3-	Arma Yatırımcı Momenti	88
5.2.4-	Yelken Yatırımcı Momenti	88

5.3- İlerletme Kuvveti Eşitliği	91
5.3.1- Rota Yönündeki Yelken Kuvvetleri	91
5.3.2- Sürtünme Direnci	93
5.3.3- Dalga Direnci	94
5.3.4- Dalgadan Dolayı Direnç Artışı	95
5.3.5- Karışık Hava Etkisi	96
5.3.6- Sürüklenme Direnci	96
5.3.7- Rüzgar Direnci	98
5.4- Yanal Kuvvet Eşitliği.....	100
5.5- Rüzgar Üçgeni Eşitliği.....	102
5.6- Eşitliklerin Çözümü	102
- SONUÇ	104
- KAYNAKÇA	106
- ÖZGEÇMİŞ	108

NOTASYON

DWL	: Tasarım su hattı
Lwl	: Su hattı boyu
Loa	: Tam boy
Lod	: Güverte boyu
Bwl	: Su hattı genişliği
Bmax	: Maksimum genişlik
LCB	: Boyuna yüzme merkezi
VCB	: Düşey yüzme merkezi
LCG	: Boyuna ağırlık merkezi
VCG	: Düşey ağırlık merkezi
LCLP	: Boyuna yanal alan etki merkezi
VCLP	: Düşey yanal alan etki merkezi
CE	: Rüzgar etki merkezi
Vt	: Tekne hacmi
Wt	: Tekne ağırlığı
At	: Tekne yanal izdüşüm alanı
Vt	: Çıplak tekne hacmi
Wt	: Çıplak tekne ağırlığı
At	: Çıplak tekne yanal izdüşüm alanı
Vd	: Dümen hacmi
Wd	: Dümen ağırlığı
Ad	: Dümen yanal izdüşüm alanı
Vs	: Salma hacmi
Ws	: Salma toplam ağırlığı
Wsk	: Salma kabuk ağırlığı
As	: Salma yanal izdüşüm alanı
Wb	: Ballast ağırlığı
γ	: Deniz suyu yoğunluğu
ρ_b	: Ballast malzemesi yoğunluğu
A.R.	: Yan Oranı (yükseklik/z/alan)

As:Toplam Yelken Alanı
Ah:Tekne Islak Alanı
Ak:Salma Islak Alanı
Ar:Dümen Islak Alanı
 ρ_a :Hava Yoğunluğu
 ρ_w :Deniz Suyu Yoğunluğu
 V_a :Görünen Rüzgar Hızı
 V_b :Tekne Hızı
Ct:Toplam Yelken Kuvveti Katsayı
Ch:Yanal Kuvvet Katsayısı
Cr:İlerletme Kuvvet Katsayısı
Cd:Sürüklenme Kuvvet Katsayısı
CL:Kaldırma Kuvvet Katsayısı
 λ : Sürüklenme Açısı
 β : Görünen Rüzgar Açısı
 ϕ : Gerçek Rüzgar Açısı
Cf:Tekne Sürtünme Direnci Katsayısı
Cv:Dalga Direnci Katsayısı
LWL:Su Hattı Boyu
LOA:Tam Boy
 θ :Meyil Açısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

2.1-----RÜZGARA GÖRE SEYİR YÖNLERİ	7
2.2-----TEMEL ARMA TİPLERİ	12
2.3-----SU ALTI PROFİL GÖRÜNÜŞLERİ	13
2.4-----ENDAZE OLUŞTURMADA KULLANILAN TİPİK EN KESİT ŞEKİLLERİ	14
2.5-----ÇEKTİRME ENDAZESİ	18
2.6-----GULET ENDAZESİ	20
2.7-----TIRHANDİL ENDAZESİ	22
3.1-----YELKENLİ TEKNEDE AERODİNAMİK ETKİ MERKEZLERİ	24
3.2-----BALON YELKENLE, PUPA SEYRİNDE KUUVETLER	26
3.3-----BALONSUZ PUPA SEYRİNDE KUUVETLER.....	28
3.4-----ORSA SEYRİNDE KUUVETLER	30
3.5-----ORSA SEYRİNDE KUUVET BİLEŞENLERİ	31
3.6-----ORSA SEYRİNDE HIZ DİYAGRAMI ve U_{mg} ...	34
4.1-----TEKLİF RESMİ	41
4.2-----MODERN BİR TEKNEDE ENDAZEYİ OLUŞTURMADA KULLANILAN KAVRAMLAR	43
4.3-----ENDAZEDE ÖZEL ŞEKLİ ELEMEN TANIMLANMASI	47
4.4-----ENDAZE RESMİ FORMATI	48
4.5-----GENEL YERLEŞTİRME RESMİ	51
4.6-----YELKEN PLANI	55
4.7-----DİREK ve ARMA DONANIMI RESMİ	62
4.8-----TEKNE SU HATTI BOYUNA GÖRE DELLENBAUGH AÇISI DİYAGRAMI	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

5.1-----SALMA YAPISI ve TERMINOLOJİSİ	80
5.2-----RÜZGAR ÜÇGENİ	83
5.3-----MEYİLLİ TEKNE KESİTİ	86
5.4-----YELKEN KUVVETİ BİLEŞENLERİ	89

TABLolar LİSTESİ

4.1-----TASARIM AKIŞ DİYAGRAMI	37
4.2-----YELKENLİ TEKNELERİN TASARIMINDA HAZIRLANACAK ÇİZİMLER LİSTESİ	39
4.3-----AĞIRLIK HESABI TABLOSU FORMATI	67
4.4-----SALMA ve DÜMEN TASARIMINDA AKIŞ DİYAGRAMI	69
5.1-----TEKNE TEMEL KAVRAMLARI	84

ÖZET

Yelkenli teknenin tasarım problemi, dünyada halen popülerliğini korumakta olup, pek çok ülkede ve son yıllarda ülkemizde de çeşitli biçimlerde görülmektedir. Türkiye'de henüz yapılmamış olan bu tasarım yöntemi çalışmasında, genel çerçevesiyle yelkenli yat kavramı kronolojik gelişimi ile birlikte tanımlanmıştır. Yelkenli teknede denge kavramı, aerodinamik ve hidrodinamik kuvvetlerin oluşumları ve tekne üzerindeki etkileriyle açıklanmıştır. Tasarım sürecinin ve tasarımın elemanları birbirleriyle ilişkilendirilerek, örnek tasarım resimleriyle sunulmuştur. Çoğunlukla karşılaşılan tekne tipi olan gezinti yelkenlileri ön planda tutularak açıklanan tasarım süreci ve elemanları, aynı zamanda bu grubun dışındaki tekneleri de kapsamaktadır.

Yelkenli teknelerde oldukça büyük önem taşıyan endaze, yelken planı ve ağırlık dengesi tasarım yönteminde özellikle vurgulanmış, salma tasarımı konusunda verilen bağıntılarla buna ilişkin yöntem de açıklanmıştır.

Performans hesabı ile tasarımı tamamlanmış teknenin tasarım isteklerini ne ölçüde gerçekleştirebildiği görülür. Burada kurulan teoride yarış teknesine göre basitleştirmeler yapılmış, ancak teorinin genel yelkenli tekne kavramına uygulanabilmesi için gerektiği yerde açıklamalar sunulmuştur.

İzlenmesi öngörülen tasarım prosedürü ile genel hatlarıyla, herhangi bir yelkenli tekne tasarımı yapılması mümkündür.

THE DESIGNING PROCEDURE OF SAILING YACHTS

SUMMARY

The design and construction of sailing boats in Turkey has been subject to considerable development in the last decade. Both the financial and other support provided by the governments and the interest shown in "goulette" and "tirhandil" type boats with their classic-modern characteristics by the foreign yachting enthusiasts have increased the potential of the commercial yachting.

The sector, activated by these factors, has shown significant increases in the number of new boats being built. However there is no established criteria either from engineering or aesthetic point of view in the concept of yacht design or construction. It is because of this reason that the current yacht building potential is governed by the owners at one end and the builders at the other end, who are skilled but otherwise unqualified from engineering point of view. The result are yachts which do not fulfill the purpose, which are uncomfortable, aesthetically unsatisfactory and even unsafe. These aspects of the state of the yacht building sector prove the need for a study to establish the standards of yacht design.

Hence, in this study, the yacht concept is defined with its general characteristics and a design procedure is given taking into account the parameters which have to be satisfied by a yacht nowadays.

Various rigging and hull forms are introduced in their chronological order in Chapter 2. The years 4000BC in the time when comes across the concept of a sailing hull. Originating from China and Egypt sailing boats began to appear in the whole of the Mediterranean.

These first examples could only "run" downwind, i.e. sail in a following wind. This type of sailing boats appeared contemporarily in China, Egypt and South America. For a long time this characteristics of the first sailing boats remained untill the Arabic sailors developed the "lateen" sail which allowed sailing in directions other than that makes an angle of 180 with the wind. In the 14th century, when merchant sailing boats were common in North Europe, small and fast sailing boats began to be used against the pirates by the Dutch, called "jachts". This word has since been used by the English as "yacht", describing the cruising and racing sailing boats. Today's designers find their best opportunity to join engineering and aesthetics in their efforts to obtain sailing boats in this group which is in constant development in line with increasing number of classes and racing clubs.

Along the coasts of Turkey, on the other hand the "chektirme", "goulette" and the "tirhandil" are the types of sailing boats that are seen most often, although their sailing characteristics are mostly unsatisfactory and inefficient.

The third Chapter is devoted to the fundamental aspect of the aero-hydrodynamics of sailing principle, namely the "balance" of a sailing boat. The aerodynamic and hydrodynamic forces acting on the hull are separately considered for running and reaching conditions. Together with the weights and

hydrostatic forces, there are four groups of forces to be investigated. These four groups of forces show the different properties depending on whether the boat is running downwind or reaching upwind. The course angles, between these two extremes show similar characteristics. The reaching condition is the most important point of sailing from the point of view of speed and motions executed.

This fact leads to a comment trend which regards the reaching performance of a boat the criterium of the success of its designer. When investigating the aerodynamic and hydrodynamic force components during reaching, the underwater hull form and various appendices assume significance due to their resistance and lateral force or side force produced due to leeway. Therefore, the designer aims at obtaining a keel which produces high lift to drag ratio at small angles of attack which corresponds to small leeway. Also, center of gravity of the keel must be as low as possible to produce the required restoring heel moment.

Chapter four describes the general boat design under two headings; the "preliminary design" and the "design". Every stage of the procedure is defined taking into account the interrelationships with the other stages of design. The order with which the design is developed is reflected in the order the elements of the design procedure presented here. In the preliminary design, owner and the designer join forces to agree on the fundamental characteristics of the boat such as speed, comfort, stability, reliability etc. Before starting the design of a sailing boat, the concept of "the boat to be designed" must be evaluated. She can be a weekend cruiser, a small yacht which has a single cabin, a house-boat, an ocean cruiser or ocean racer in a specified class or a very special type of boat. The variety range of the boats to be

designed is extremely wide. But at the end, this is a kind of engineering problem which can be expressed in terms of speed, stability or race regulations etc. Therefore the owner's initial descriptions or the defined purposes of the boat to be designed, are the base for starting the design itself.

Problem has two components; special requirements and common requirements. Sometimes special requirements can be placed in far forward of the common requirements. At that situation the designer is the key to evaluate the contradictive requirements and to find the acceptable solution for most reasons. Parallel to that "proposal" is prepared in the form of a drawing which suggest the order of priorities of the selected characteristics. Following the acceptance of the proposal, the design starts and it is executed in the order given in Table.4.2.

The hull form, general accommodation, sail plan, rigging and the construction drawings are the main elements of the design. However, as shown in Table.4.2. there are other drawings required to complete the design. The keel and rudder design analyses the procedure as explained in Section.4.3.16 in detail. At this stage the drawings are prepared which define the keel and rudder with sections, profile views and locations to the hull. The strength studies on the attachments for the keel as well as the rudder are completed and included in the construction drawings.

After completion of the design of the boat, a performans prediction method is presented in Chapter.5. Using this method of prediction, it is quite possible to see the success of the design. Obtained results of the prediction method will give reliable comparison between the requirements at the beginning and the actual completed design.

The performans of the result boat, in other words obtained speed, heel angle and leeway angle of the boat in different wind direction, speed and angle when sailing will be compared with the preliminary requirements. If the comparison results are unsatisfactory, the method given in Chapter 4.3.16 should be followed for designing different keel configurations. The same modification track should be applied for the next changes in the design until the satisfactory results are obtained.

The order of the design procedure suggested in this thesis provides for a complete sailing boat of any kind with specified characteristics.

1- GİRİŞ

Bu çalışmanın ana fikri yat dizayneri olarak çalıştığım 1988-90 yıllarında, BODRUM'da oluştu. Daha çok geleneksel yöntemlerin egemen olduğu Bodrum'da, "yat tasarımcılığı" kavramı, ustaların elinden çıkan tırhandil, gulet veya aynakıç gulet kabuklarına iç yerleştirme ve yelken planı tasarımı veya hidrostatik-stabilite hesabından ibarettir. Charter turizminin gelişimi gerek ticari amaçlı, gerekse özel gezinti teknelerine olan talebi körfez krizine kadar son on yıllık dönemde önemli ölçüde arttırmıştır. Özellikle ciddi yatırımcıların ve yabancı müşterilerin bilinçli yaklaşımları ile tasarımcı, organizatör veya imalatçı olarak çalışan gemi mühendislerinin özverili çabaları ile bu süreç, teknenin kağıt üstünde tasarımı yapıldıktan sonra inşaatına gidiş yönüne kaymaktadır.

Bunun paralelinde, yat tasarımcısı olarak faaliyet gösteren kişi ya da kuruluşların sayısında bir artış gözlenmiştir. Bu dönemde GEMİ MÜHENDİSLERİ ODASI onayına gönderilmiş proje sayısı ve proje ile inşaatı yapılmış tekne sayısında da paralel bir artış sözkonusudur.

Ancak yat tasarımındaki nicel artış, sunulan projelere ve ortaya çıkan teknelere bakıldığı zaman nitelik bakımından da bir kalite artışını beraberinde getirmemiştir. Ülkemizde uygulanagelmüş ve halen

uygulanmakta olan yat dizaynı prosedürlerindeki disiplinsizlik veya gelişigüzellik yüzünden ortaya çıkan ürünler, kimi zaman kabul edilebilir olmakla birlikte çoğu zaman estetikten, konfordan daha da önemlisi "güvenlikten" yoksun olmaktadır. Yeni bir tekne fikrinin ilk akla gelişinden son çivisi çakılana kadarki süreçte tartışmaya değer çözüm bekleyen pek çok sorun mevcuttur. Ama en önemlisi olan tasarım yani bilgi, bütün projeyi etkileme bakımından birinci sıradaki faktördür. Bir başka deyişle doğru bir bilginin yanlış uygulamalarını yerinde veya sonradan düzeltme olasılığı her zaman vardır. Ama yanlış bir bilgiyi uygulama sırasında düzeltmek, ayrıntılar dışında pek mümkün değildir.

Daha önceki örnekleriyle kıyaslandığında son on yıllık dönemde inşaa edilmiş ve bir tasarımcının elinden çıkmış olduğu ilk bakışta anlaşılabilen tekne sayısının, aynı dönemde inşaa edilmiş toplam tekne sayısına oranı ancak %20'dir. Bu gözleme dayanarak tasarımcılarımızın geleneksel yöntemlere henüz yön verecek nitelikte ürünler veremedikleri düşünülebilir. Sonuç olarak gerek var olan potansiyelin iyileştirilmesi, gerekse her tür gereksinime yanıt verebilecek yüksek nitelik ve kalitede bir tasarım standardı çalışmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışma ile amaçladığım temel hedeflerden birisi "bir yat tasarımı nasıl olmalıdır" sorusunu yanıtlamak, diğeri de "herhangi bir düşünce, bilimsel anlamda nasıl düzene sokulup, uygulanabilir bir yat projesine

dönüştürülür" sorusuna yanıt aramaktır. Bir önemli nokta da şu ana kadar ülkemizde, bu tarzda bir çalışmanın gerçekleşmemiş olması sebebiyle, henüz bilimsel anlamda yapılmamış olan yat dizayn standartı konusundaki tartışmalara öncülük etmesidir.

Sözü edilen amaçlar doğrultusunda, 2.Bölüm'de yelkenli teknenin tarifi yapılmış, zaman içinde gelişim süreci bilinen arma donanımları ve su altı formları belirli bir düzende sunulmuştur. Ulusal anlamda ise ülkemizde var olan tekne tipleri form planları ve belirgin karakteristikleriyle gösterilmiştir.

3.Bölümde yelkenli teknenin dengesi açıklanmıştır. Tekne üzerindeki aerodinamik ve hidrodinamik kuvvetler ayrı ayrı, pupa ve orsa seyirlerindeki durumları ele alınarak tarif edilmiştir. Kuvvet bileşenleri ve bunların tekne üzerindeki etkileri de burada ifade edilerek, denge oluşturan kuvvet bileşen çiftleri gösterilmiştir.

4.Bölüm'de genel anlamda yelkenli tekne tasarımı üstünde durulmuş, bu kavram "ÖNTASARIM ve TASARIM" şeklinde iki ayrı bölüm olarak ele alınmış, her bir bölümü oluşturan elemanlar, tasarımı oluşturmadaki sırasına göre ve birbirleriyle olan etkileşimleriyle tanımlanmıştır. Bu bölümde asıl yapılmak istenen Avrupa ve Amerika'da faaliyet göstermekte olan "Yacht Designer ve/veya Naval Architect"'lerin uyguladıkları tasarım prosedürünün yapısı ve bunun tartışmasından öte ülkemiz

kaynakları gözönünde bulundurularak daha kalıcı ve nitelikli bir tasarım prosedürü oluşturmaktır.

5.Bölümde ise tasarlanan yelkenli teknede tasarım başlangıç isteklerinin ne ölçüde başarıyla gerçekleştirilebildiğini gösteren bir performans hesaplama yöntemi sunulmuştur. Bu yöntemle kurulan eşitliklerin çözümü ile değişik rüzgar hızı ve açılarında teknenin yapacağı meyil açısı, hız, sürüklenme açısı gibi değerler elde edilecek ve gerek varsa bunlara uygun tasarım düzeltmeleri yapılacaktır.

Sonuç bölümünde bu çalışmada genel çerçevesi çizilerek tanımlaması yapılan yelkenli tekneler ve bu teknelerin tasarım yöntemi ile ilgili temel kriterler özetlenmiştir.

2. YELKENLİ TEKNELER

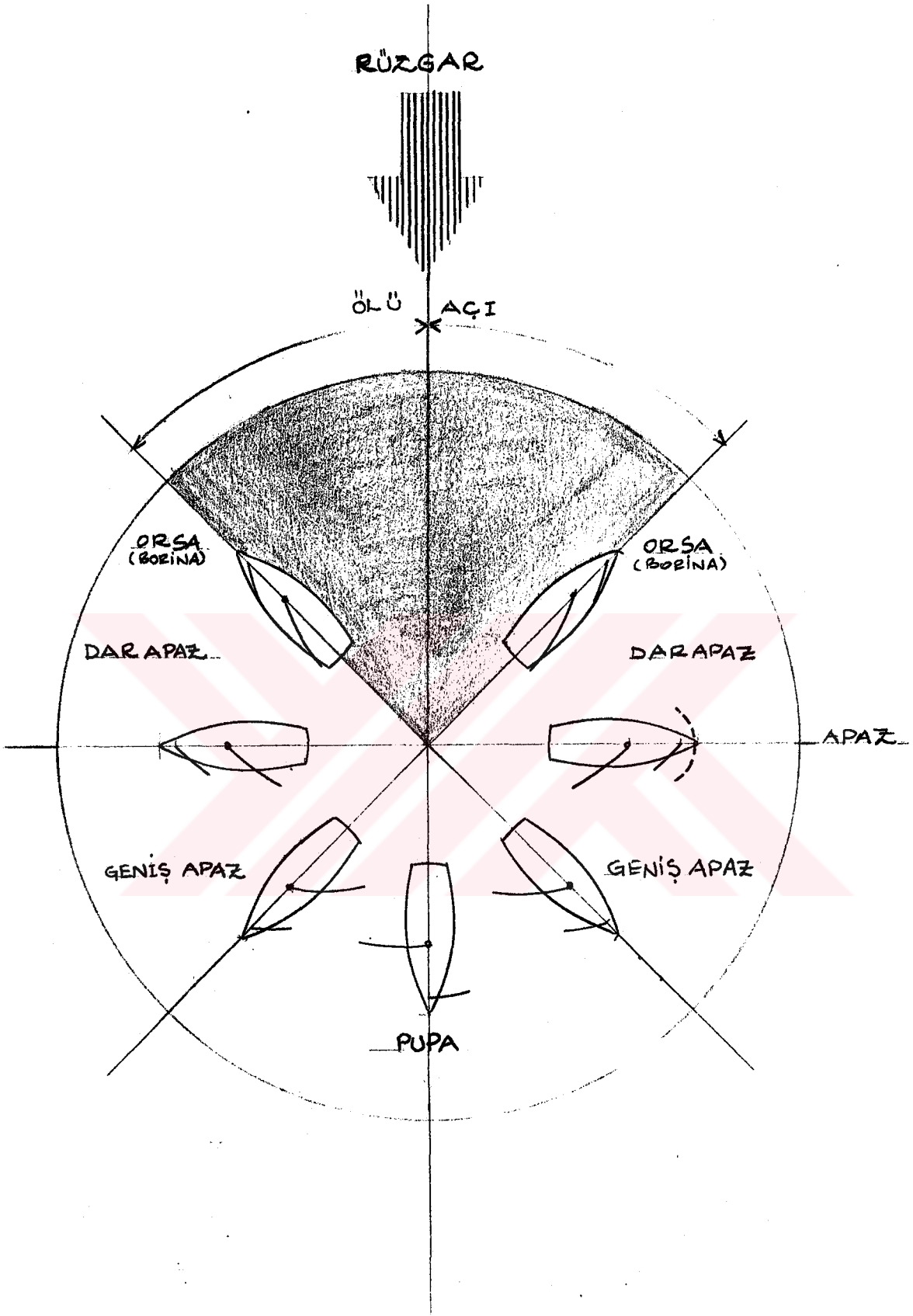
2.1. GENEL ÇERÇEVENİN ÇİZİLMESİ

İnsanoğlunun doğaya egemen olma isteği neredeyse insanlıkla aynı yaşıttır. Her alanda bu isteğin sonuçlarını görmek olasıdır. Teknolojik olarak rüzgar enerjisini deniz üstünde kullanılabilir hale getiren ve yüzyıllardır çeşitli değişimler geçirmesine rağmen aynı temel ilkelere bağlı olarak iş gören yelken, bu egemen olma isteğinin bir ürünüdür. Ekolojik duyarlılığın artmaya başladığı son yıllarda, yelken kavramı, her zaman çağrıştırdığı özgürlük, serüven, keyif kimi zaman da savaşım kavramlarına bir yenisini "doğa ile uyumu" eklemiştir.

İlk yelkenlinin nerede ve kimin tarafından düşünülüp yapıldığı kesin olarak bilinmemekle birlikte Çinliler tarafından İÖ.4000 yıllarında yapılmış olması olasıdır[1]. Yaklaşık 6000 yıl sonra bugün bile kullanılabilir olması, yelkenin ve yelkenli teknenin ne ölçüde önemli bir buluş olduğunu göstermeye yeterlidir. Bütün bu süre boyunca yelken, insanlığın denizden beslenmesine yeni yerler ve kıtalar keşfetmesine, ticaretin ve uygarlığın gelişmesine imparatorlukların kurulmasına ve yıkılmasına, modern çağda ise insanın doğayla barışık sporlara yönelmesine büyük ölçüde katkıda bulunmuştur.

Uzak Doğudan Mısır'a oradan da Akdeniz'e gelen yelken, modern zamanlara gelindiğinde uzak ülkelerin yaşamlarında da önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Günümüzde insanlar yelkeni daha çok bir spor aracı olarak görmekte ve bunun paralelinde oluşturulmuş sınıflarda yelkenli tekne yarışları düzenlemektedir. Bunun dışında, daha büyük boyutlardaki yelkenli tekneler, gerek özel gerekse ticari amaçlı gezinti yachtı olarak görülmürler. En büyük boyuttaki yelkenliler ise genellikle eğitim gemileridir. Spor tekneleri ve yachtlar, dünya ölçeğinde bakıldığında denize kıyısı olmasa bile gelişmiş ülkelerde yaygın olarak görülmektedir. Son yıllardaki dünyanın hızlı değişimi ve Türkiye'nin gelişmesi gözönüne alındığında özellikle charter turizminin oluşturduğu potansiyel ile yelken kavramının ülkemizde de popüler hale gelmekte olduğunu göstermektedir. Bu sayede Türk kıyı tekneleri de bazı değişimler geçirerek yelkenli gezinti teknelerine dönüşmüş olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Şekil.2.1'de yelkenle seyir yapılabilen yönler, rüzgara göre ve adlandırılışlarıyla gösterilmiştir[2].

Yelkeni ve yelkenli tekne kavram ve tasarımı bugüne kadar bazen sanat, bazen de bilim olarak niteleyenler olmuştur. Hem bilim tarafından hem de estetik özelliklerinden dolayı sanat tarafından kapsandığı sebeple her iki tanımlama da doğrudur.



ŞEKİL 2.1. RÜZGARA GÖRE SEYİR YÖNLERİ

2.1.İLK YELKENLİDEN GÜNÜMÜZE [11]

Yelken ya da rüzgar yardımıyla sevk edilebilen ilk araç insan tarafından yapıldığında muhtemelen henüz insanlık, tarih kaydı tutmamaktaydı. Bu sebeple ilk "yelkenli" kavramının ne zaman ortaya çıktığını söylemek mümkün değildir. İlk yelkenli figürü ile ise İÖ.4000'li yıllarda, Mısır'da Nil nehri kıyısında karşılaşılır (circa). Bu yelken dört köşeli idi ve teknesi, başı kıcı ve iç hacmi itibarıyla, daha sonraları Brezilya'da (jangadas), Güney Amerika'nın çeşitli bölgelerinde ve Uzak Doğu'da görülen, sal üstüne bağlanmış bir direk ve yelkenden oluşan ilkel tiplerine oranla oldukça gelişmiş idi.

İnsanın doğumuna kadar bu yelkenli tiplerinin hiçbirinde, tekneye pupa seyri dışında seyir yaptıracak nitelikte bir gelişime rastlanmamaktadır. Bu özelliğin yelken kavramını, insanın doğaya değil doğanın henüz insana egemen olduğu durumda bıraktığı düşünülürse, İ.S.1.yüzyılda, insanlık yine aynı egemen olma içgüdüleriyle, rüzgara daha yakınlaşan açılarda seyir yapabilen ilk yelkenliyi yaptı. Araplar tarafından yapılan bu arma tipinde (lateen) direk tepesine, ortasında bir noktadan bağlı bir bumbaya sarılmış olan üçgen bir yelken, teknenin baş kık doğrultusunda açılabilir ve rüzgara daha yakın açılarda seyir yapabiliyordu. Bu gelişme yelkende, aerodinamiğin ilk uygulamasıdır. Bu arma tipini, günümüzden 500 yıl önce Christopher Columbus, Amerikayı keşif için çıktığı

seferinde, üç teknesinde de dikdörtgen yelkenle karışık olarak uygulamıştır.

Aynı yıllarda Uzak Doğu'da Avrupa ve Araplardaki gelişmelerden habersiz olarak Çinliler, junk adı verilen arma tipini geliştirdiler. Bu arma tipinde yelken sık çıtalarla kuvvetlendirilmişti ve lateen yelkende olduğu gibi direğe yukardan bir bumba ile asılmış olarak uygulanmıştı. Günümüzün modern büyük ebatlı yarış ve gezinti teknelerinde aynı uygulama, tümüyle çitalandırılmış markoni yelken olarak dikkati çeker. Junk armanın taşıdığı tekne çok ağır olduğu ve Çinlilerin dış dünyayla etkileşimi Çin seddiyle yalıtılmış olduğundan, bu arma bu bölgenin dışına çıkıp yayılamadı. Ancak bu arma ile Çinliler orsa seyrini hatta tramola etmeyi başarmışlardı. Yine yelkenli tekne manevralarında dümeni ilk olarak kullanmaya başlayanlar Çinlilerdi.

Yine aynı dönemde Kuzey Avrupa'da Vikingler, arma ile değil ancak teknenin su altı formunu geliştirerek, formu düzgün, hızlı ve hafif olması bakımından günümüz tekneleri ile kıyaslanabilecek nitelikteki Viking teknesini yaptılar. Bu tekneyle Vikingler de rüzgara doğru seyir yapabiliyorlardı.

İsanın doğumuna kadar karşılaşılan tüm arma tiplerinde tek direk hakimdir. Daha sonraları, yelken alanını arttırmaktan çok rüzgar dümeni olması amacıyla çift ve daha fazla sayıda direkli armalar kullanılmaya başlanmış ve çok direkli tekneler 14.yüzyılda popüler hale gelmiştir.

Deniz yolu ticaretinin de bu gelişimlerle birlikte artması, karşılıklı etkileşimle yeni gemi gereksiniminin artmasına ve mühendisliğin gelişmesine yol açmıştır. Bu sayede 15.yüzyıldan sonra hızlı bir değişimle, orta boy yelkenli olan karavellalar daha büyük kalyonlara, kalyonlar da frigatlara dönüşmüştür. Uygarlığın artan bir hızla gelişimine paralel olarak teknelerin formları ve armaları da hızı arttıracak biçimde gelişmiş, ticarete uygun büyük tonajlı ve oldukça hızlı bir yelkenli tipi olan clipper, ilk olarak 1830'da inşaa edilmiştir. Bu teknelerin armasında çelik teller kullanılmaya başlamasıyla, eskisine oranla çok büyük direkler, dikdörtgen ve üçgen yelkenler kullanılabilmıştır. Günümüzde clipperların bazı yeni versiyonları okul gemisi olarak kullanılmaktadır.

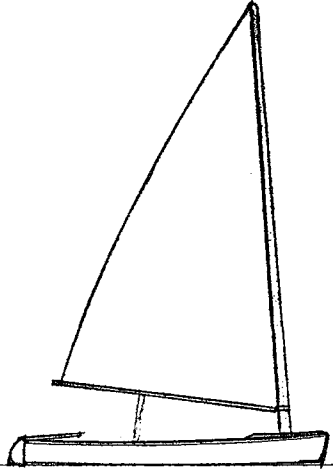
2.3.YELKENLİ GEZİNTİ TEKNELERİ

Yelkenli teknelerin tarihsel gelişiminde gezinti teknesi ya da "yacht" kavramı ile ilk olarak 14.yüzyılda Hollandalılar tarafından korsan gemilerinin yakalanmasında kullanılan hızlı ve küçük teknelerde karşılaşılır. Hollanda dilinde jagen avlanmak anlamına gelip bu teknelere jacht adı verilmiştir. Yine Hollandalılar tarafından İngiltere kralına, gezinti amacıyla inşaa edilen benzeri bir tekne hediye edildikten sonra İngilizler de jacht kavramı ile tanıştı ve bu sözcük yacht olarak anılmaya başlandı. 18.yüzyılda İngiltere ve Kuzey Avrupa'da yacht kulüpleri kurulmaya ve çeşitli etkinlikler düzenlemeye başladılar. Böylece,

yacht kavramında önemli aşamaların katedilmesinde büyük rolü olan yelkenli tekne yarışları da başlamış oldu. Günüümüzün önemli yarışlarından olan Amerika kupası ise 1844'te kurulan ilk Amerikan yacht kulübü ile doğmuş oldu. Yacht kulüpleri ve yelkenli tekne yarışları ile teknolojinin gelişimi, yelkenli gezi ve yarış teknelerini de salma, ballast, dümen, güverte ve arma donanımına varana dek pek çok kavramın yeniden ele alınıp incelenerek yeni yorumlarla geliştirilmesine yol açmıştır. Bu dönemden günümüze kadar kullanılmış temel arma düzenlemeleri Şekil.2.2'de gösterilmiştir.

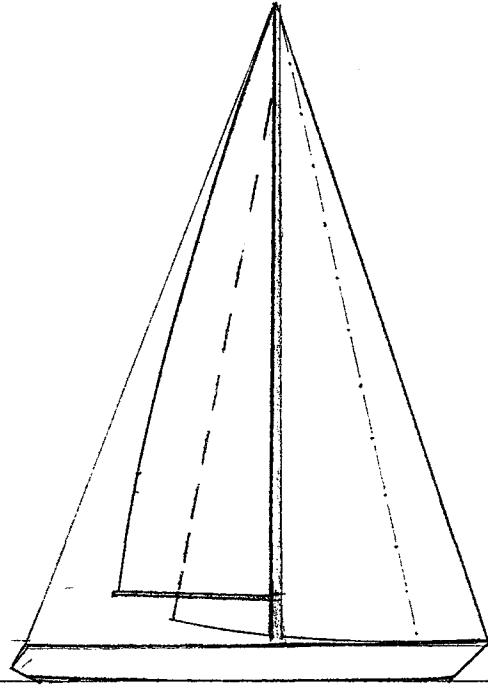
Yelkenli gezi teknelerinde karşılaşılan su altı ve en kesit formları da 18.yüzyıldan başlayarak günümüze kadar olan temel çeşitlemeleriyle Şekil.2.3 ve Şekil.2.4'te sunulmuştur. Bu teknelerde 18.yüzyıldan sonra arma formlarında ortak olarak görülen özellik dikdörtgen yelkenden lateen yelkene, sonra randa yelkene ve en son da markoni yelkenlere geçiştir. Yelkenlerin her biri ele alındığında ise görülen yan oranlarındaki artıştır. Bir başka ifadeyle yelkenin orsa yakası önceleri görece kısa, bumba yakası uzun iken, günümüzde orsa yakası uzun, bumba yakası kısadır. Bunun sebebi, daha yüksek yan oranı değerlerinde daha verimli ve hızlı teknelerin elde edilmesidir[11],[13].

CAT RIG



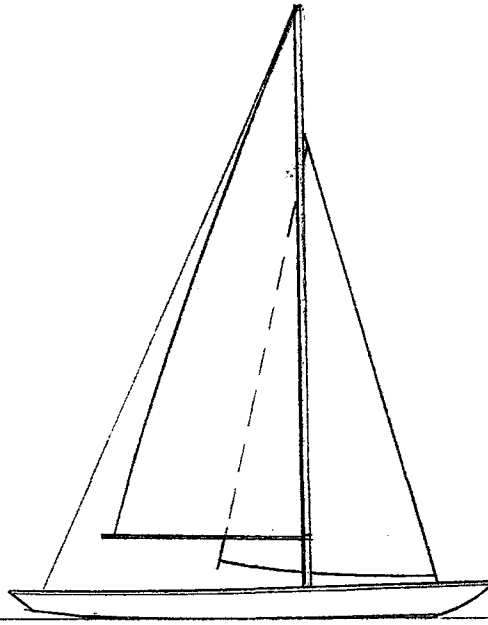
SLOOP

ŞALOPA



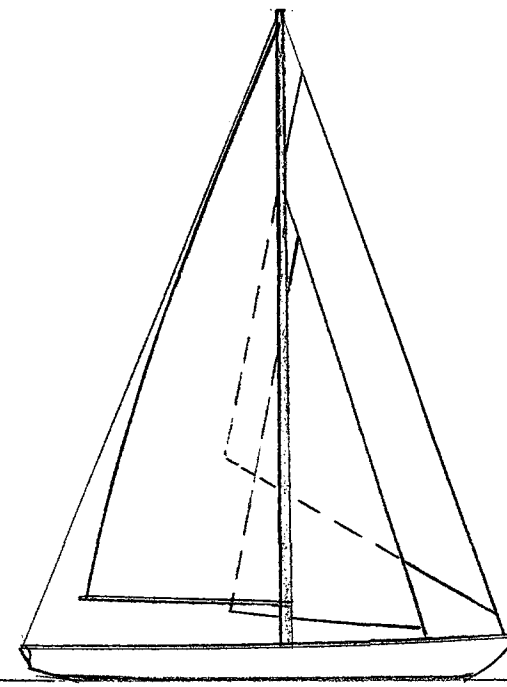
3/4 SLOOP

3/4 ŞALOPA



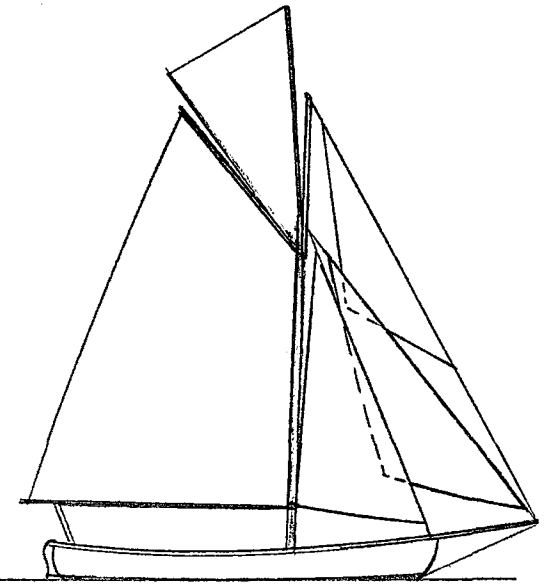
CUTTER

KOTRA



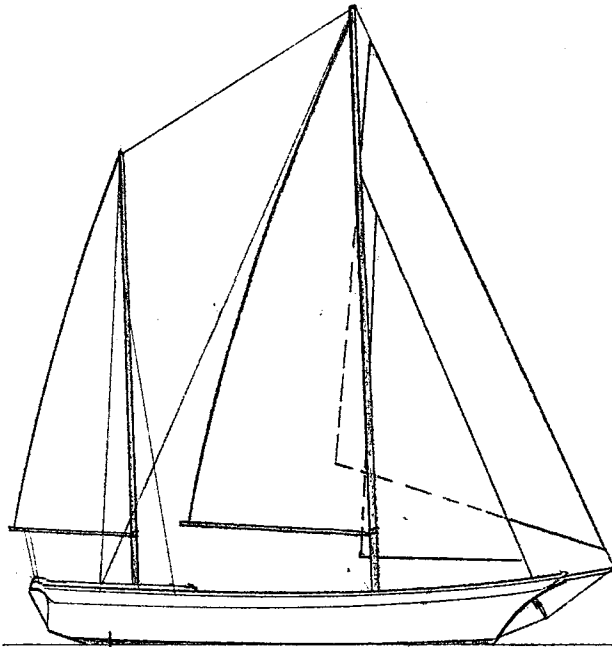
GAFF CUTTER

RANDA KOTRA

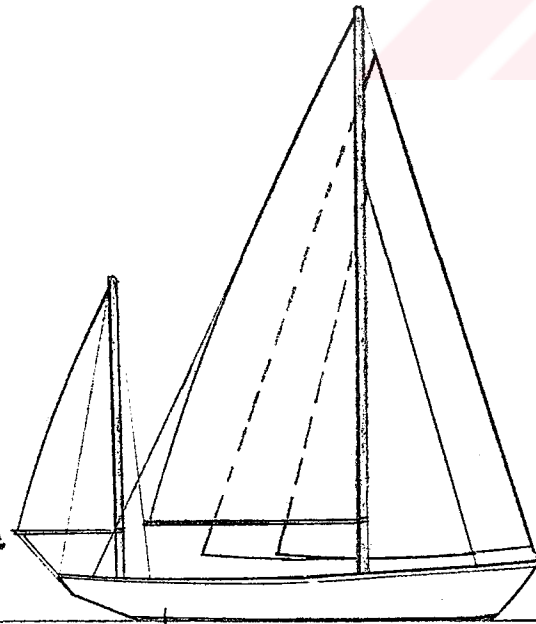


KETCH

KEÇ

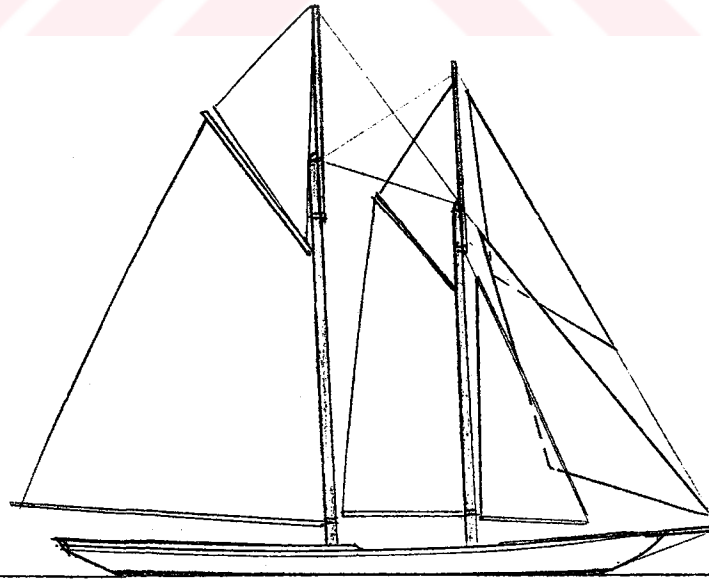


YAWL



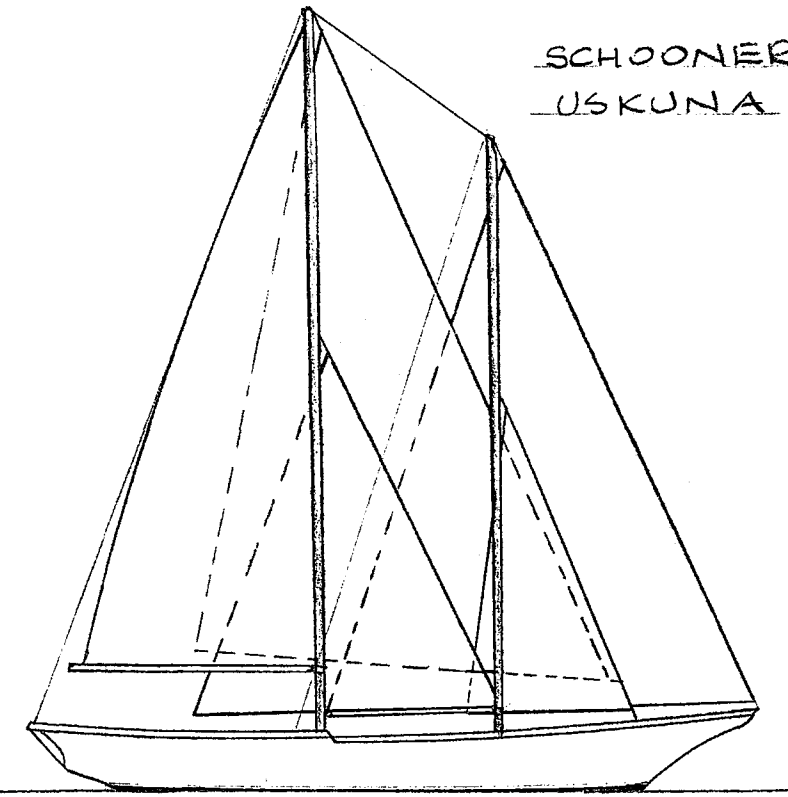
GAFF SCHOONER

RANDA USKUNA



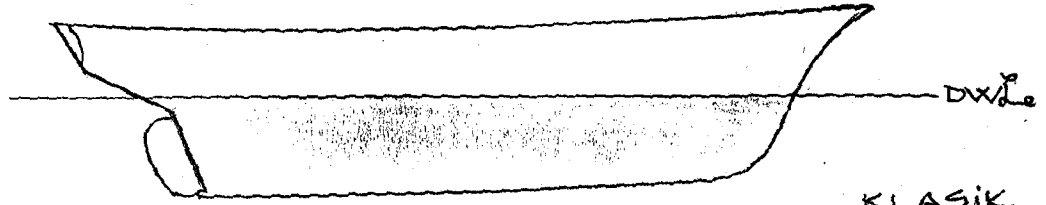
SCHOONER

USKUNA

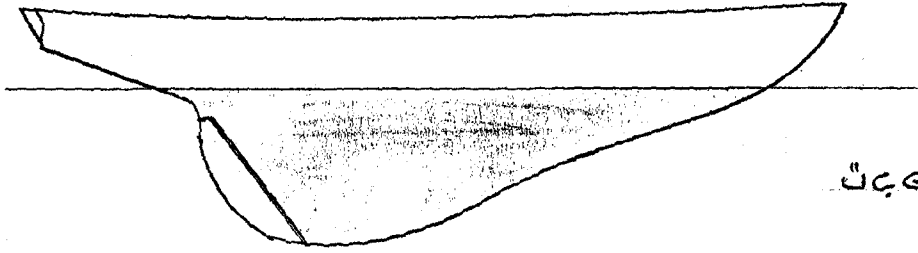


ŞEKİL 2.2.

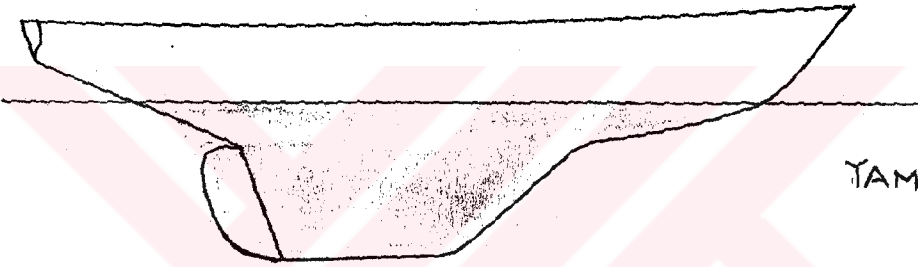
TEMEL ARMA TİPLERİ



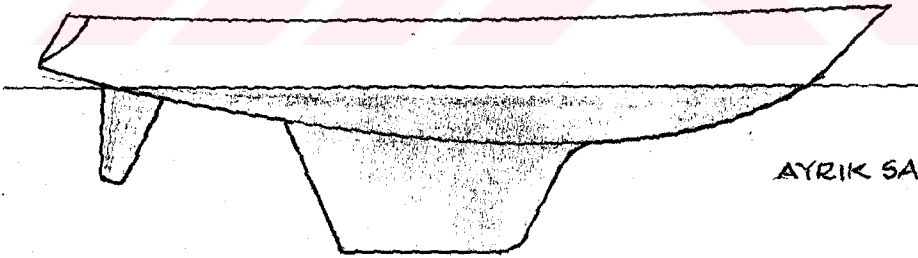
KLASİK
(LONG KEEL)



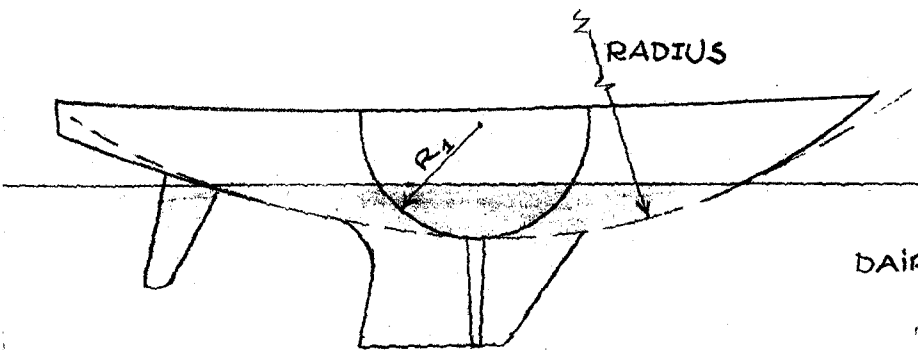
ÜÇGEN



YAMUK



AYRIK SALMA ve DÜMEN



DAİRE YATI

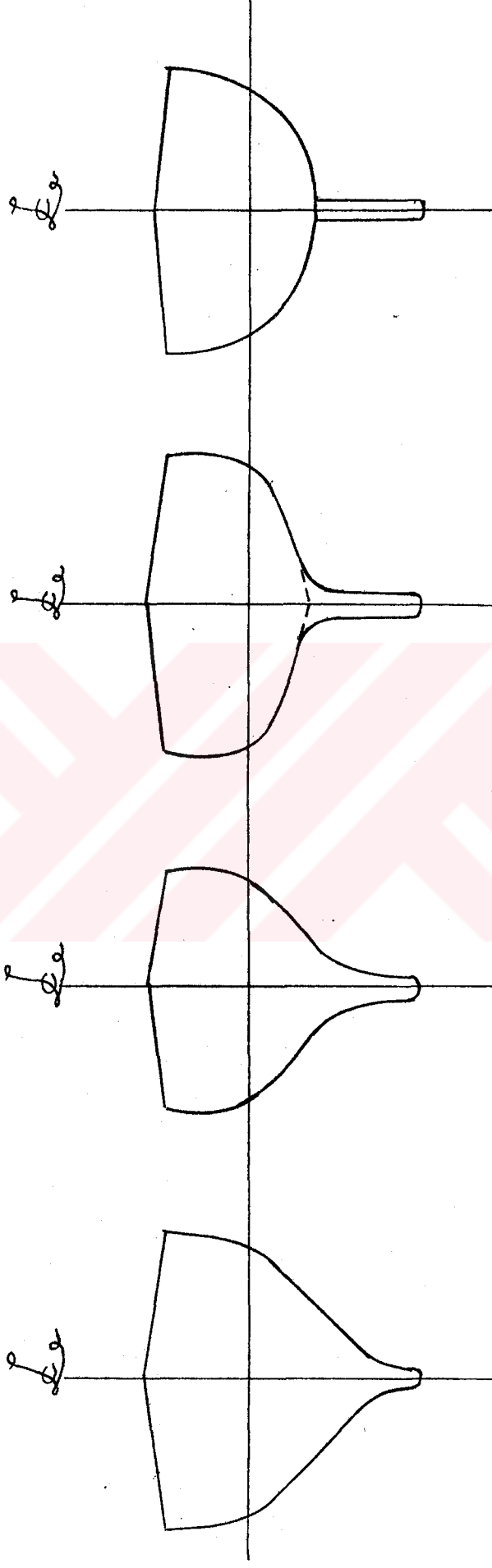
ŞEKİL 2.3. SU ALTI PROFİL GÖRÜNÜŞLERİ

ÜÇGENSEL

ŞARAP KADEHİ

ŞAMPANYA KADEHİ

DAİRE YAYLI



ŞEKİL 2.4- ENDAZE OLUŞTURMADA KULLANILAN TİPİK EN KESİT ŞEKİLLERİ

2.4. VELKENLİ YARIŞ TEKNELERİ

Yacht kulüplerinin ortaya çıkışıyla ivme kazanan deniz üstünde hız yapabilme düşüncesi ilk yarış teknelerinden günümüze pek çok kavramın değişerek gelişmesine yol açmıştır. İlk olarak ballast kavramının oluşması, düz dipli ve sığ tekne formları, katamaran ve trimaranların ortaya çıkışı ve arma sistemlerinin yeniden ele alınarak, yüksek yan oranlı yelkenlerle donatılması bu sayede olmuştur.

Yelkenli teknede stabilite ve hız birbirine zıt iki faktördür. Hangisinin öncelikte olduğu ise tamamen teknenin amacına bağlı olduğundan, ilk elde bu kriter seçilerek tasarımda herhangibirnden optimum ölçülerde vazgeçilebilir. Örneğin gezinti teknelerinde güvenlik ya da stabilite mutlaka süratten daha ön sırada yer alır. Aynı şekilde yarış teknelerinde ise tehlikeli ölçülerde olmamak koşuluyla stabilite sınırları zorlanarak mürettebatın teknede alacağı konumun denge sağlayıcı faktör olarak kullanılmasıyla, hız ön planda tutulabilir.

Çoğu yarış kavramında esas olan belirli bir uzaklığı en kısa zamanda katetmek olduğundan yelkenli yarış teknesinden bunu gerçekleştirebilmesi için iki özellik istenir:

1-Yüksek hız yapabilmesi,

2-Daha küçük açılarda orsa seyrine çıkabilmesi.

Stabiliteyi ilk aşamada yeterli yapabilmek için ikinci özelliğe ağırlık verilerek, teknenin çok yüksek hızlarda seyretmesi yerine daha küçük açılarda orsa seyri yapabilmesi sağlanır. Bir başka ifadeyle, voltalanan uzaklığı kısaltarak aynı hızda hedeflenen noktaya daha kısa sürede ulaşılır.

Genel olarak yelkenli yarış teknelerini üç grupta sınıflandırmak mümkündür:

- 1-Salmalı tekneler,
- 2-Ballastsız dingi formlu tekneler,
- 3-Multihull tekneler.

Birinci grupta stabilite, salma içine yerleştirilen ballast ile sağlanır. Bu tekneler için Ballast/Deplasman oranı, stabiliteleri ve performansları hakkında önemli ölçüde fikir verir. Yüzyılın başlarında %30-40 civarında olan bu oran, son yıllarda tekne inşaatında kevlar ve epoksi gibi hafif ve yüksek mukavemetli malzemeler sayesinde %75-80'lere ulaşmıştır. Bazı tekne gruplarında bu oran aşağıdaki gibidir:

- | | |
|--|--------|
| -Bwl/Lwl oranı yüksek,gezinti tekneleri, | %26-45 |
| -Açık deniz yarış tekneleri, | %42-55 |
| -İç deniz veya kıyı yarış tekneleri, | %50-70 |

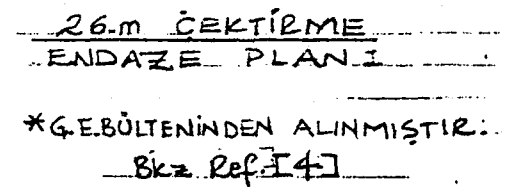
İkinci gruptaki tekneler daha küçük boyutta tekneler olup kayıcı formda, düz dipli, çok hafif ve stabilitesi kullanan mürettebatın ağırlığı tarafından karşılanan teknelerdir. Küçük ebatta olmaları ve inşaa yöntemlerinin

basit olması sebebiyle (çeneli ve kontraplak kullanılarak vs.) yaygın bir kıyı spor teknesi grubudur.

Üçüncü grupta ise katamaran ve trimaran gibi birden fazla sayıda tekneden meydana gelen, daha narin ve hafif yapıdaki ve monohull teknelerle kıyasla daha stabil ve daha hızlı tekneler yer alır.

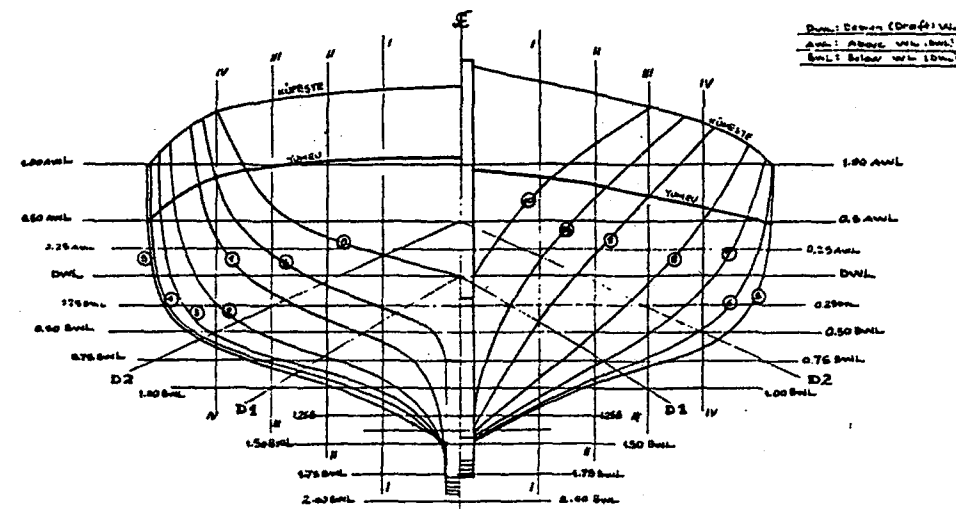
2.5.GELENEKSEL TÜRK KIYI TEKNELERİ

Yelkenle sevk edilebilen ve günümüzde kısmen varlığını sürdüren Türk kıyı tekneleri başlangıçtaki amaçlarından farklı bir biçimde özel veya ticari amaçlı yachtlara dönüşmüş olarak tekrar gündemdedir. Özellikle Ege ve Akdeniz'e ait gulet ve tırhandil tekneleri son on yılın artan iç ve dış kaynaklı talebiyle, oldukça önemli bir sayıya ulaşmıştır. Ayrıca Karadeniz'de yüzyıllardır bu denize uygun formdaki tek tekne olan çektirmeler, motorla sevki daha kolay olması sebebiyle, yelkensiz olarak uzun süre çalışmış, yelken direği de kreyn direği olarak kullanılmıştır[4]. Bugün yenisi inşa edilmeyen çektirmelerin kalan sayılı örnekleri, kimi turizm yatırımcıları tarafından yolcu gemisi ya da lokanta olarak düzenlenmiş biçimde görülmektedir. Endaze formu Şekil.2.5'te sunulan çektirme teknesi, önümüzdeki yıllarda turizmin Karadeniz'e yönelmesiyle yeniden canlandırılabilir. Bu bakımdan ilk zamanlarında olduğu gibi yelkenli olarak düzenlenip, su altı formunda bazı değişimler yapılarak, yaşama şansına kavuşturulmalıdır.



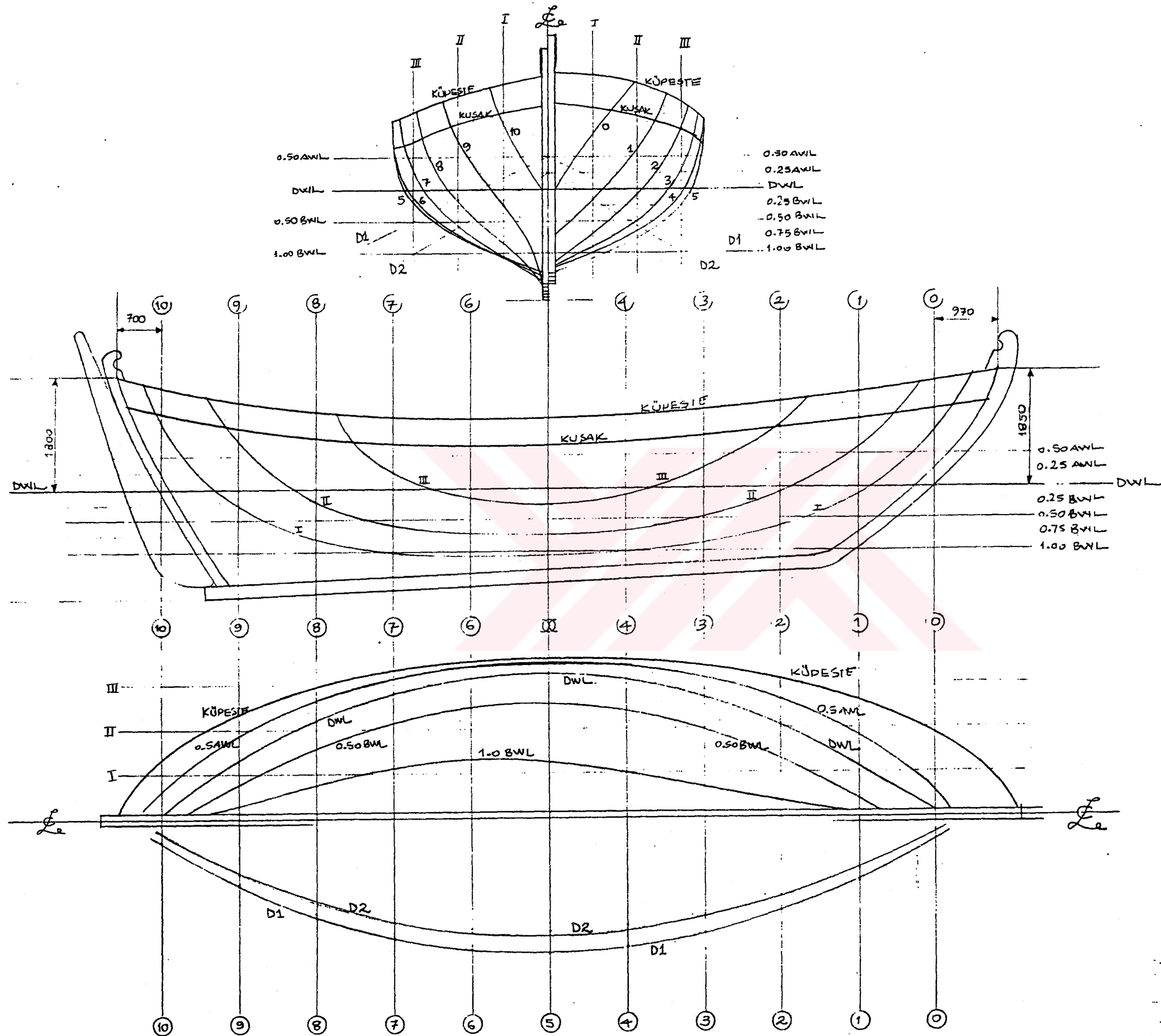
Ege ve Akdeniz kıyılarında, yine Akdeniz'e ait bir forma sahip olan Gulet teknesi, farklı ebatlarda ve yelkenli yat olarak karşımıza çıkmaktadır. Guletin bugünkü formunun oluşmasında, kullanıldığı balıkçılık, sünger avcılığı ve yük taşıma alanlarının etkileri görülmektedir. Gulet teknesinin tipik ters eğrilikli baş bodoslama formu, 15.yüzyılın hızlı yük yelkenlilerinden olan clipper'lerden kalmadır. Sudan düz olarak çıkan ve yayvan olan kış formu tamamen kendine özgüdür. Bu kış ile balık ve sünger avcıları için elverişli, geniş bir kış güverte alanı elde edilmiştir. En kesitlerinde ise, stabilitesi bakımından olumlu sonuçlar veren, kruz ve sintine dönüşü göze çarpar. Daha fazla yük taşıyabilmek amacıyla büyütülen iç hacime karşılık elde edilen dolgun baş omuzluk formu, toplam tekne direncini arttırarak olumsuz yönde etkiler. Ref.[51]'de yapılan çalışmalarla, gulet formunun çeşitli trim durumlarındaki direnç karakteristikleri ifade edilerek, 1 derece kışa trimli halde en düşük direnç değeri elde edilmiştir. Sabit trim oluşturmak ve baş omuzluğu su üstünde de daha narin hale getirebilmek amacıyla, kış formunda hacim azaltımı yapılması gereği ortaya çıkmıştır. Gulet teknesine ait tipik bir endaze formu Şekil.2.6'da sunulmuştur.

Tırhandil teknesi, gulete kıyasla boy bakımından daha küçük ebatlarda bir tekne olup formunun özellikleri bakımından guletten daha denizci ve hızlıdır. Kuzey Avrupa'da yüzyıl başlarında yaygın olan double-ender veya baş kış doğrultusunda tamamen simetrik olan Colin-Archer teknesini andırır. Sünger ve balık avcıları tarafından da



oldukça yaygın olarak kullanılmıştır. Tırhandile ait endaze formu Şekil.2.7'de verilmiştir.

Genel görüntüleri bakımından bu üç tekne, posta kesitleri birbirinden farklı olmakla birlikte su altı profilleri birbirine büyük ölçüde benzer formdadır. Omurga salmalı olmasının yelkenle verimli olarak sevk edilebilmesini güçleştirdiği, orsa seyirlerinde de oldukça başarısız oldukları görülmektedir. Bu sebeple formlarında bazı değişimlerin yapılması gereklidir. İç hacimdeki konforun önemi teknelerin amaçları gözönüne alındığında açıkça görülür. Dolayısıyla formda yapılması gereken değişiklikler sırasında, geleneksel görüntü ve iç hacim konforu bozulmaksızın gerçekleştirilmelidir.



ANA BOYUTLAR
 L.O.A 14.50m.
 L.W.L 12.20m.
 B_{max} 4.90m.
 T_x 1.50m.
 Δ 26.00ton.

ŞEKİL 2.7. TIRHANDİL ENDAZE Sİ

3. YELKENLİ TEKNENİN DENGESİ

Rüzgar etkisiyle seyreden bir teknede oluşan kuvvetler dört ana grupta toplanabilir. Bunlar,

- a) Ağırlık kuvvetleri
- b) Hidrostatik kuvvetler
- c) Aerodinamik kuvvetler
- d) Hidrodinamik kuvvetler'dir.

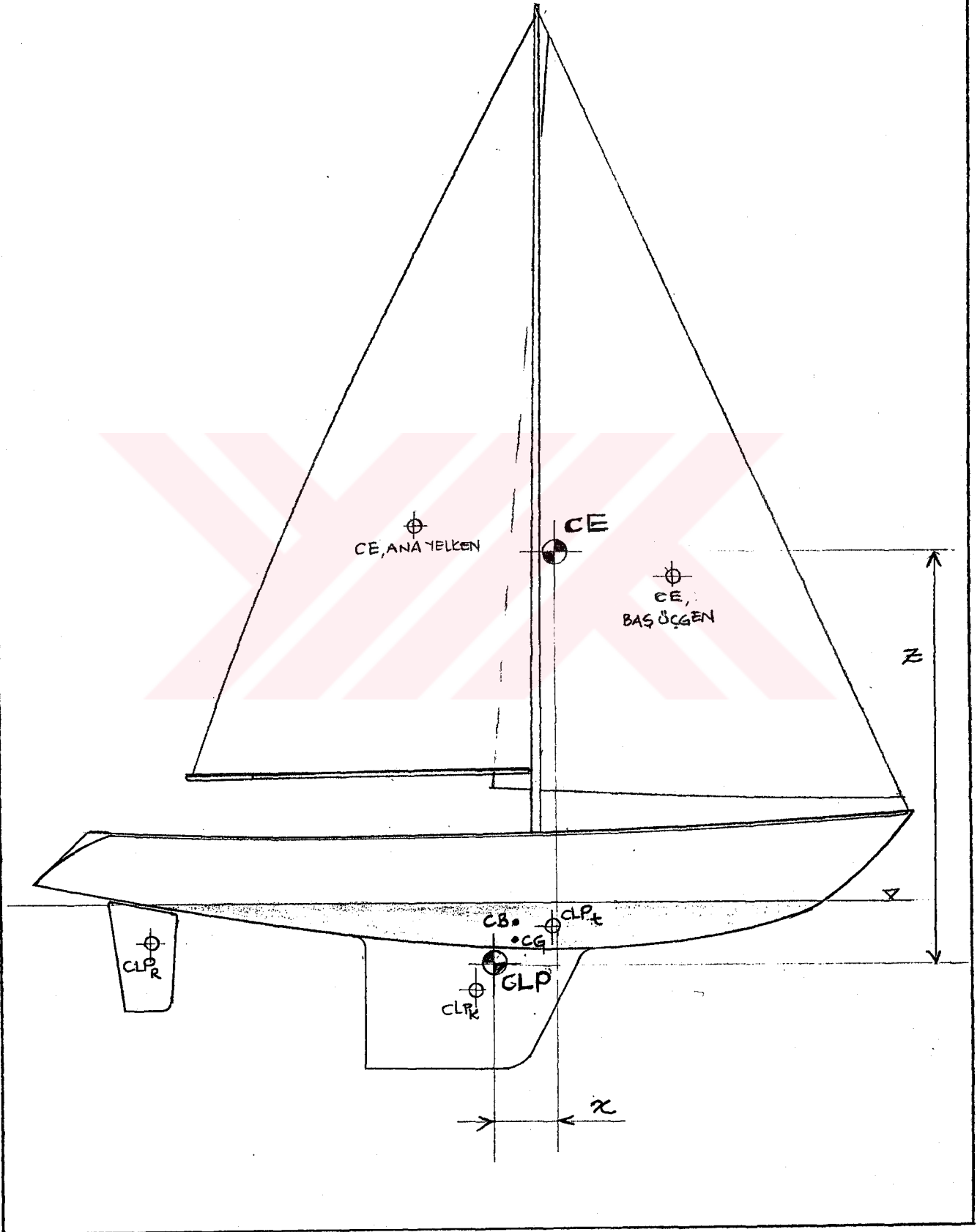
Şekil.3.1'de sloop armalı modern bir teknenin profil görünüşü üstünde, bu kuvvetlerin etki merkezleri gösterilmiştir. Rüzgarın yelkenler üzerindeki etki merkezi olan C.E.(Center of Effort) pratik hesaplamalarda yelkenlerin alan merkezleri dikkate alınarak bulunan toplam alan merkezidir. Hidrodinamik kuvvetlerin etki merkezi olan C.L.P.(Center of Lateral Plane) pratik hesaplamalar için su altı yanıl izdüşüm alanının merkezi olarak kabul edilir. Hidrostatik denge koşulundan, teknenin yüzme ve ağırlık merkezleri de, aynı düzeyde yer almaktadır.

Teknenin seyir yönüne göre, bu kuvvetlerin tekneye etkime tarzı ve merkezleri farklılıklar gösterir. Bunlar da iki ana grupta toplanabilirler:

- 1) Pupa seyri,
- 2) Orsa seyri.

Bu seyirler dışındaki seyirler de bu iki gruba benzer biçimde ele alınabilir.

CE: Aerodinamik Etki Merkezi (Center of Effort)
CLP: Hidrodinamik Etki Merkezi (Center of Lateral Plane)



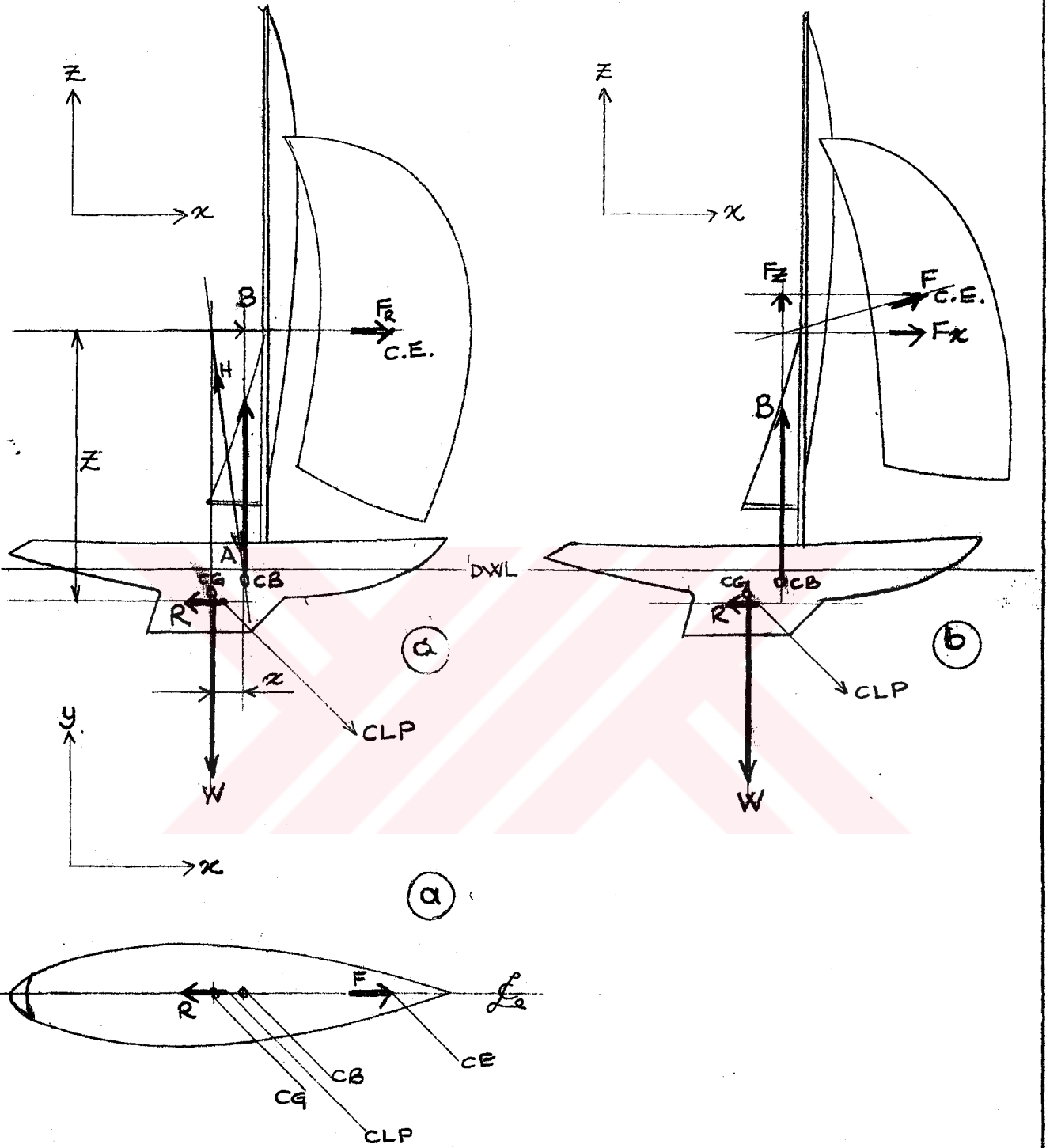
ŞEKİL 3.1. YELKENLİ TEKNEDE AERODİNAMİK ve HİDRODİNAMİK
ETKİ MERKEZLERİ

3.1. PUPA SEYRİNDE DENGİ [6], [7]

3.1.1. Balonlu Pupa Seyrinde Denge

Bu durum simetrik balonla (spinnaker) ya da ana yelken-genoa ikilisiyle ayıbacığı yapılarak da sağlanabilir[2]. Şekil.3.2.a'da gösterildiği gibi, bu durumda balon yelkenin etki merkezi, teknenin simetri eksenini üzerindedir. Rüzgar ilerletme kuvveti F_R tek bileşenli ve kıçtan başa doğrudur. xz düzleminde bulunan rüzgar kuvveti F_R , tekneyi ilerletmeye çalışır. Suyun bu kuvvete cevabı ise etki merkezi teknenin simetri ekseninde ve kıça yönlü olan R direnç kuvvetidir. Tekne hızı sabitlenene dek R direnç kuvveti F_R rüzgar ilerletme kuvvetine eşit olmak üzere artar. İlerletme kuvveti F_R ve ağırlık kuvveti W , aynı düzlemde oldukları için tek bir bileşene (A) indirgenebilir[6]. Bu bileşke kuvvet tekneyi ilerletmeye çalıştığı gibi başa doğru trim etmesine de sebep olur. Baş tarafta oluşan hacim artışı nedeniyle hacim merkezi belirli bir x mesafesi kadar başa doğru kayar. F_R ve R kuvvetleri arasındaki düşey uzaklık z ve hacim merkezi yerdeğiştirmesi x, tekneyi dengeleyen moment kollarıdır. Bu durumda $F_R \cdot z = B \cdot x$ olur. Hidrostatik ve hidrodinamik kuvvetler B ve R ise, A bileşke kuvvetinin dengeleyicisi H bileşke kuvvetini oluşturur. A ve H, eşit büyüklükte aynı doğrultuda ve zıt yönlüdür.

Gerçek koşullarda balona etkiyen ilerletme kuvveti Şekil.3.2.b'de görüldüğü gibi iki bileşenlidir. Düşey ve yukarı yönlü olan F_z bileşeni, bir önceki denge koşuluna,



C.E. Rüzgar Etki Merkezi (Center of Effort)
 C.L.P. Yanal Alan E.M. (Center of Lateral Plane)
 C.G. Ağırlık Merkezi (Center of Gravity)
 C.B. Yüzme Merkezi (Center of Buoyancy)

ŞEKİL 3.2. BALON YELKENLE, PUPA SETİNDE KUVVETLER

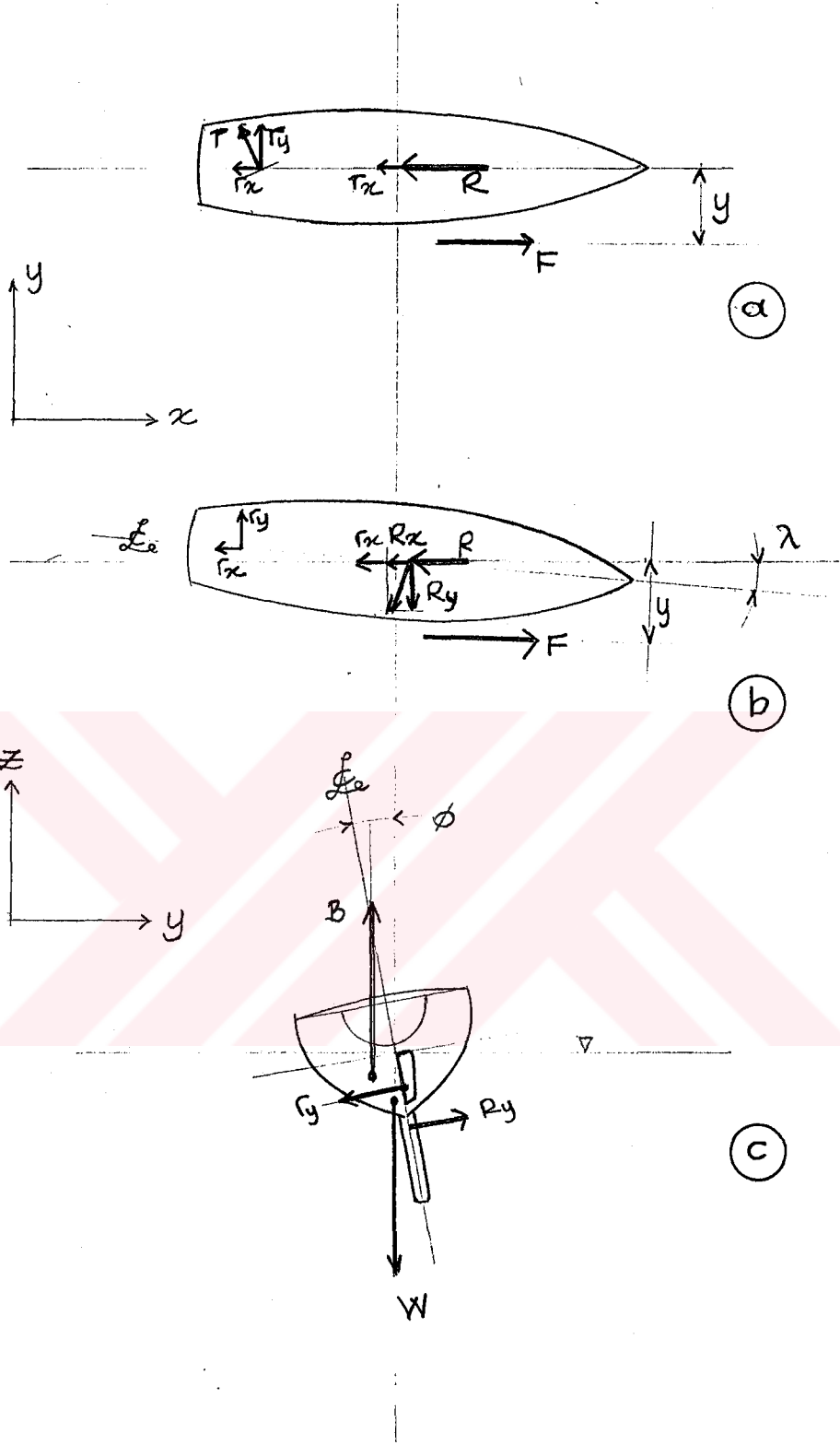
B hidrostatik kuvvetini azaltmak üzere katkıda bulunduğu için, etkisi teknenin bir miktar sudan çıkması ve buna bağlı olarak da tekne hızının artması olarak görülür.

3.1.2. Balonsuz Pupa Seyrinde Denge

Bu koşulda rüzgar kuvveti teknenin simetri eksenine paralel ve başa yönlüdür. Ancak etki merkezi yelkenlerin açılmış olduğu tarafta ve simetri ekseninden y uzaklıktadır (Şekil.3.3.a). Bu durumda ilerletme kuvveti F_R , $F_R \cdot y$ momenti sebebiyle tekneyi, yelkenlerin açılı bulunduğu yönün aksine doğru döndürmeye çalışacaktır. Rotayı korumak amacıyla dengeleyen bir kuvvete gereksinim duyulur. İlk bakışta bunu dümenle sağlamak mümkündür. Dümen tarafından oluşturulan r kuvvetinin r_y bileşeni moment etkisini dengelemeye çalışırken, r_x bileşeni hidrodinamik direnci arttıracak ($F_R = R + r_x$) ve hızın azalmasına yol açacaktır. Bu bakımdan dümenin dengeleyici olarak kullanılması pek doğru olmayacaktır.

x ekseninde r_y bileşenini dengeleyecek bir başka kuvvete gereksinim duyulur. Dümenin etkisiyle tekne simetri eksenine, rotasından λ açısı kadar sapmıştır (Şekil.3.3.b). Bu sayede tekne tarafından üretilen R_y kuvveti dengeleyici olarak çalışırken, R_x bileşeni hidrodinamik direnci arttıracığından yine hızın azalmasına sebep olur.

Sisteme bu durumda, Şekil.3.3.c'de görüldüğü gibi, yz düzleminde bakıldığında r_y ve R_y kuvvet bileşenlerinin



ŞEKİL 3.3. BALONSUZ PUPA SETRİNDE KUVVETLER

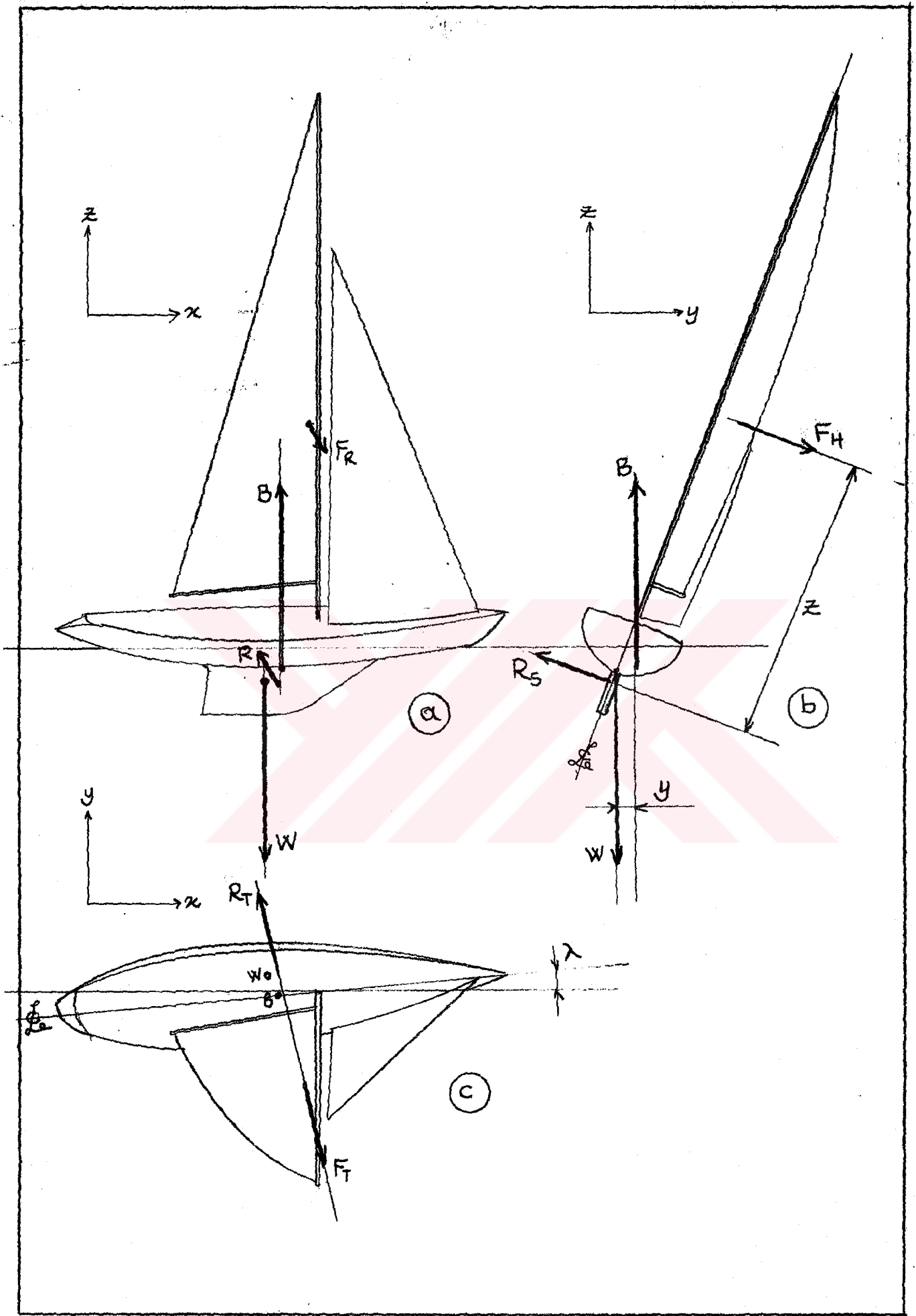
farklı yüksekliklerde olduğu görülür. Dolayısıyla bu kuvvet çifti teknenin meyiletmesine sebep olur. Bu durumda CG ve CB aynı düşey ekseninde bulunan yerlerini değiştirirler. Meyil sonucu oluşan asimetric su altı formu dolayısıyla, ek bir meyil direnci elde edilir. Ancak tekne pratikte, burada açıklandığı sırada dengeli seyir konumuna ulaştıktan sonra, F_R ve R kuvvetleri yz düzleminde aynı düşeye geldikleri veya birbirlerine yakınlaştıkları için dümen ve tekne tarafından oluşturulan negatif etkili dümen ve direnç kuvvetlerinden kurtulur. Yine de bu durumda kaçınılmaz olan meyil sebebiyle oluşan bir ek direnç söz konusudur. Bu direnç dümenin oluşturduğu toplam dirençten daha azdır[6].

3.2. ORSA SEYRİNDE DENGE [6], [7], [8]

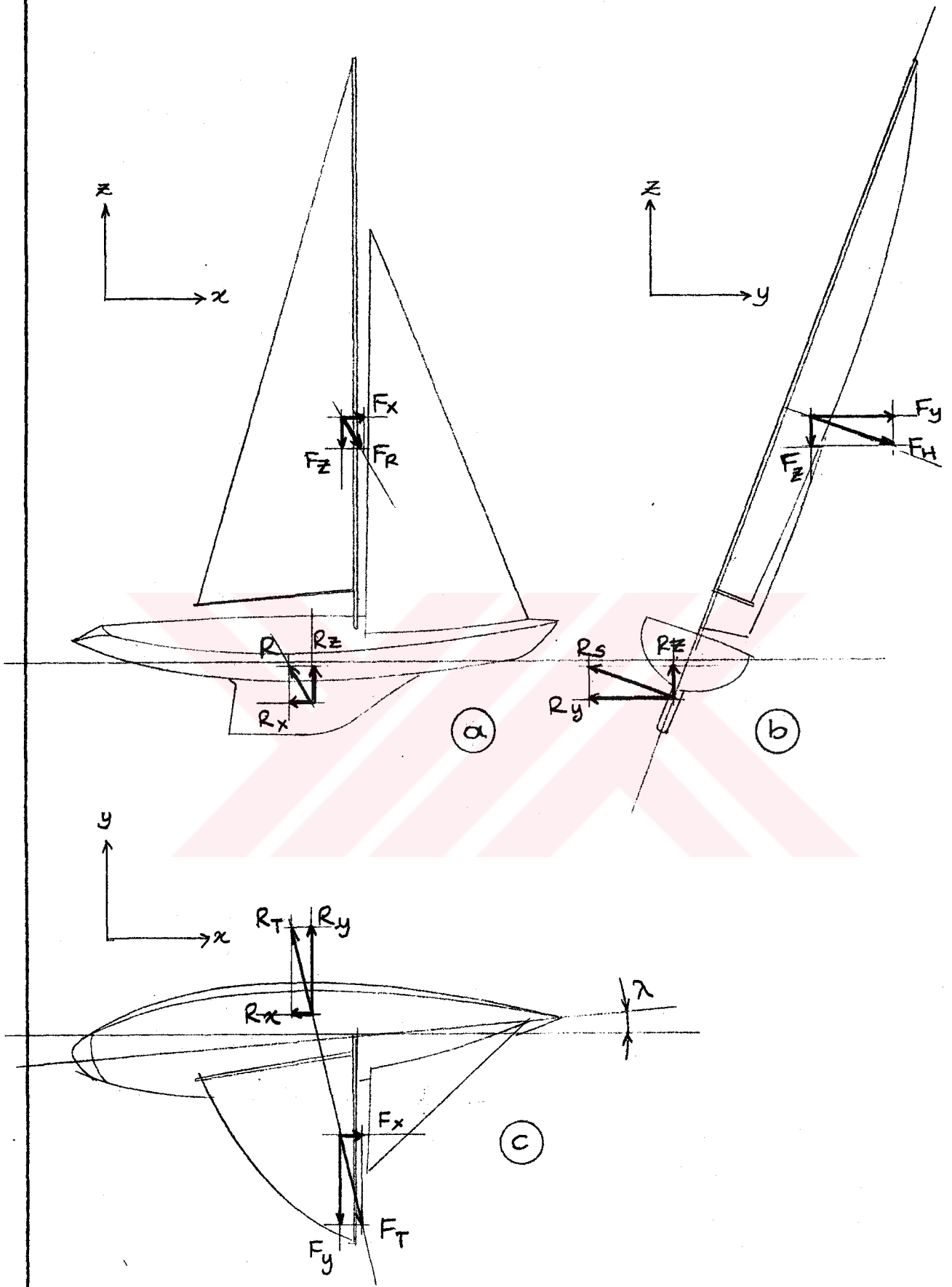
Modern yelkenli teknenin başarısını ya da performansını yansıtan seyir, orsa seyridir. Bu durumda teknede yine, F, R, B ve W kuvvetleri söz konusudur. B ve W , z eksenini üzerinde düşey, F ve R ise her üç ekseninde bileşenlere sahiptir (Bkz. Şekil.3.4. ve 3.5.).

xz düzleminde F_R ve R ilerletme ve hidrodinamik direnç kuvvet çiftinin etkisi 3.1'dekine benzer şekilde W ve B arasındaki boyuna yerdeğiştirme ile karşılanır.

yz düzleminde ise F ve R kuvvetlerinin bileşenleri olan F_H ve R_s kuvvet çiftinin meyil etkisi, yine W ve B arasındaki enine yerdeğiştirme ile dengelenir.



ŞEKİL 3.4. ORSA SEYRİNDE KUVVETLER



ŞEKİL 3.5. ORSA SEYRİNDE KUVVET BİLEŞENLERİ

Teknenin rota stabilitesi varsa ya da CE ile CLP birbirlerine uygun konumdalarsa, F_t ve R_t birbirlerinin dengeleyicisi olarak çalışırlar. F ve R kuvvetleri düzlemler üzerindeki izdüşümlerinden sonra, eksenler üzerindeki bileşenlerine ayrılabilir.

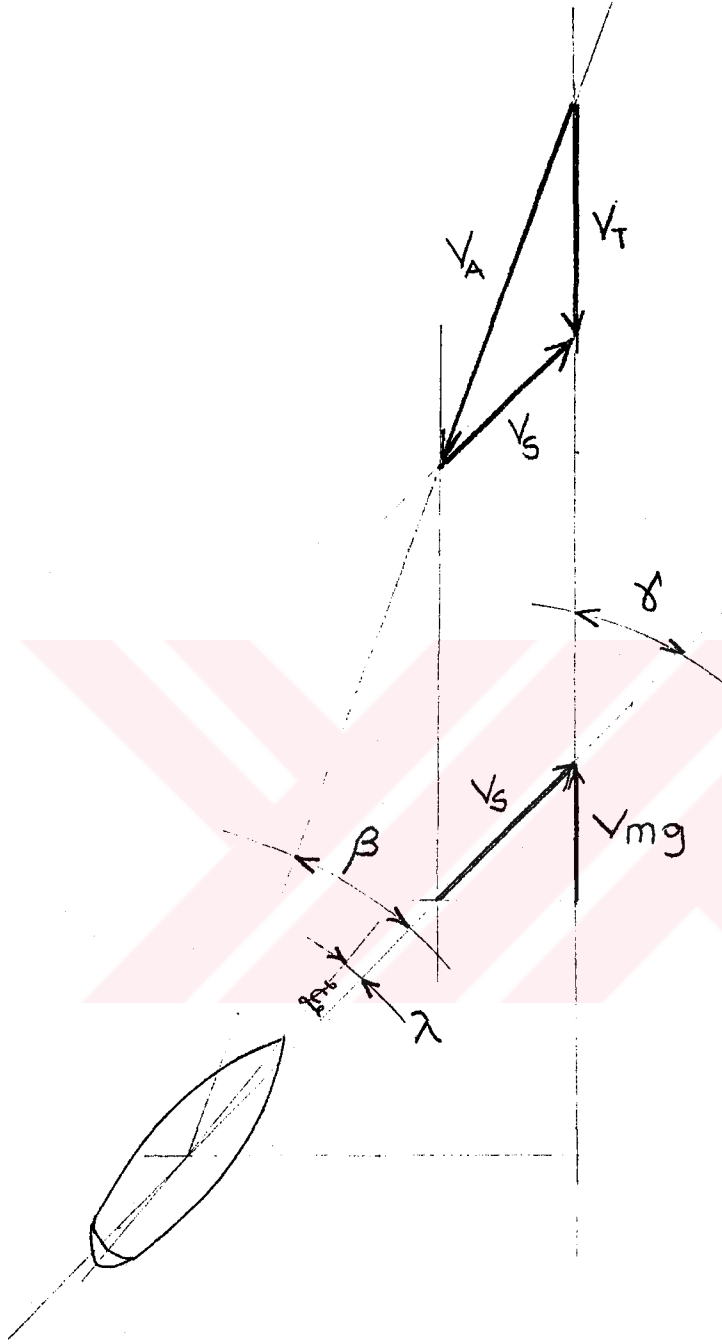
F_t kuvvetinin x yönündeki F_x bileşeni ilerletme kuvveti olarak çalışırken y yönündeki F_y bileşeni teknenin meyiletmesine ve yanal olarak hareket etmesine sebep olur. Bu kuvvetler R_x ve R_y tarafından karşılanırlar. R_x teknenin ilerleme hareketindeki toplam direnç, R_y ise tekne yanal alanı, salma ve dümen tarafından oluşturulan ve sürüklenme açısının oluşumuna direnç gösteren toplam kuvvet bileşenidir.

yz düzleminde ise Şekil.3.5.b'den görüldüğü gibi F_H ve R_s , F_y ve R_y bileşenlerinin yanısıra z yönünde F_z ve R_z bileşenlerini de oluştururlar. Bu düzlemde F_H kuvvetini dengeleyen bir diğer kuvvet W 'dir. Burada; $F_H \times z = W \times y$ moment eşitliği vardır. F_H 'in x yönündeki bileşeni olan ilerletme kuvveti F_x , doğrultucu moment olan $W \times y$ ile doğrudan ilişkilidir. Bir başka deyişle teknenin performansı stabilitesiyle büyük ölçüde bağlantılıdır.

Tekne tarafından, F_H kuvvetinin dengeleyicisi olan R_s kuvvetinin ve hidrodinamik kaldırma kuvvetinin oluşturulabilmesi için, teknenin su altı elemanlarının akımla belirli bir hücum açısı ya da sürüklenme açısında (λ) karşılaşması gereklidir. Bu koşulda teknenin su altı

elemanlarının toplamından istenen özellik gerekli kaldırma kuvvetini (R_y), en küçük sürüklenme açısında ve en az dirençle (R_x) oluşturabilmesidir. Salma ve dümen için en çok kullanılan kesit NACA profilleridir. Bu bakımdan da NACA profillerinin seçiminde baz alınacak nokta, küçük hücum açılarında en yüksek kaldırma/sürüklenme oranını vermesidir.

Açıklanan kuvvetler altında davranan yelkenli teknenin performansını ölçmede kullanılan kriter, rüzgara karşı tırmanma hızıdır (V_{mg} = Velocity made good to windward). Şekil.3.6.'daki diyagramda görüldüğü gibi V_{mg} , gerçek rüzgar hızına, görünen rüzgar hızına ve açısına bağlıdır.



- V_T Gerçek rüzgar hızı
- V_A Görülen rüzgar hızı
- V_s Teknenin hızı
- λ Sürüklenme açısı
- β Görülen rüzgar açısı
- δ Gerçek rüzgar açısı

ŞEKİL 3.6. ORSA SEYRİNDE HIZ DİYAGRAMI ve V_{mg} .

4. YELKENLİ TEKNELERİN TASARIMI

4.1. GENEL TASARIM YÖNTEMİ ve SÜRECİ

Bir yelkenli teknenin tasarımına geçmeden önce "tasarımı yapılacak yeni bir tekne" düşüncesinin oluşumunu görmekte yarar vardır. Bu tekne hafta sonlarında küçük gezintiler yapılabilecek bir dingi, tek kamaralı küçük bir yacht, bir house-boat, charter ya da özel amaçlı bir gezinti teknesi, belirli bir sınıfta yarışacak bir yarış teknesi, bir okyanusaşırı gezinti teknesi (ocean-cruiser) veya üç direkli bir okul gemisi de olabilir. Görüldüğü üzere bu, amaçları belirgin olarak tanımlanabilen niteliklerde bir ürünün kağıt üstünde yaratılıp çözümlenmesi problemi. O halde istek sahibinin ya da armatörün özellikle ön planda tuttuğu kriterlerinin tanımlanması dizayna başlamanın ilk şartıdır.

Problem iki bileşenlidir. Özel istekler ve genel (zorunlu) istekler olarak iki farklı karakterde istekle karşılaşılır. Kimi zaman müşterinin bilincine paralel olarak, özel istekler genel veya zorunlu isteklerin önünde yer alabilir. Ancak genel istekleri "sağlanması zorunlu olan", özel istekleri de "mümkün olabildiği ölçüde sağlanması zorunlu olan" kısıtlar biçiminde ifade etmek yerinde olur. Birbirleriyle çelişki halinde olan isteklerin eliminasyonu tanımlama aşamasında düşünülmemelidir.

Tasarım yöntemini ÖN TASARIM ve TASARIM şeklinde iki bölüme ayırmak kavramların oluşumu açısından gereklidir.

4.2. ÖN TASARIM

Ön tasarım süreci iki ana aşamadan oluşur.

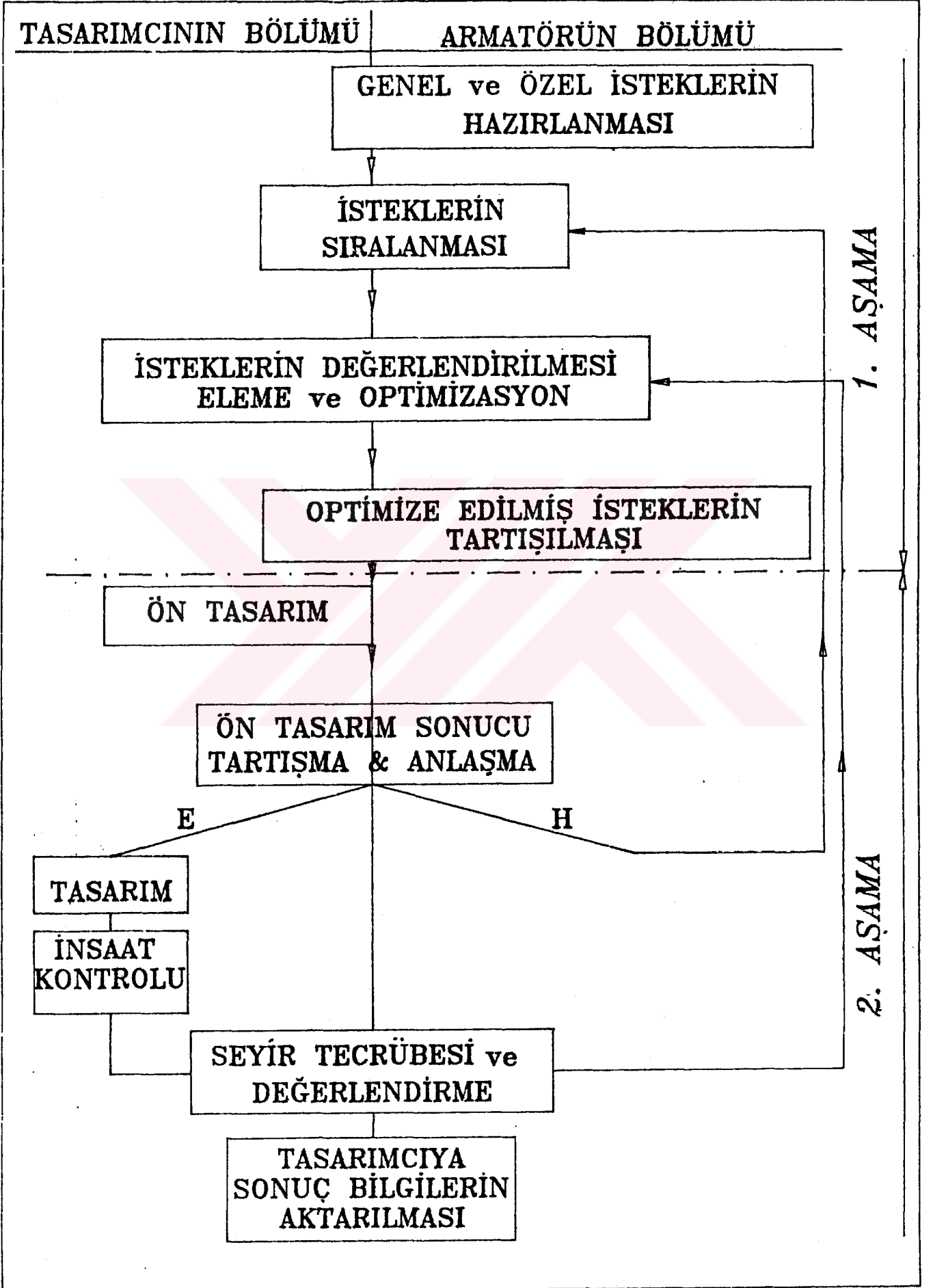
1- Armatörün öncelikli (ön planda) olduğu BİRİNCİ AŞAMA

2- Tasarımcının öncelikli (ön planda) olduğu İKİNCİ AŞAMA

Her iki aşamada da tasarımcı ile istek sahibi arasında parçalı ya da sürekli bir etkileşim sözkonusudur.

Birinci aşamada amaç, isteklerin değerlendirilip yorumlanması ve somut bir öneri haline dönüştürülmesidir. Bu aşama boyunca, gerek istek sahibinin kendi bilinciyle gerekse tasarımcının aşılayacağı veya yönlendireceği bilgilerle istekler tanımlanır. Bundan sonra öngörülen isteklerin tutarlılığı, uygulanabilirliği, ve maliyeti gibi faktörler tartışılarak, optimize edilir ve eleme yapılır. Böylelikle teknenin görüntüsü, arması, genel yerleştirmesi, kısmen de olsa formu ortaya çıkar. Tablo.4.1'de verilen akış diyagramında bu süreç, aşamaları ve birbirleriyle olan ilişkileriyle gösterilmiştir[9]. Birinci aşamanın sonunda veya ikinci aşamanın başlangıcında yapılmış bulunan ön tasarım üzerinde, istek sahibi ve tasarımcı arasında yapılacak görüşmeyle, başlangıçta tanımlanıp listelenerek

TABLO 4-1. TASARIM AKIŞ DİYAGRAMI



sıralanmış bulunan isteklerin, tasarımcı tarafından ne ölçüde iyi yorumlanıp, sonuçlandırılmış olduğu saptanır. Hatta kimi zaman başlangıçtaki istekler, ne derece iyi algılanıp dizayna aktarılmış olursa olsun, çıkan sonuç istek sahibi tarafından kabul görmeyebilir. Bu durumda yapılacak değişiklikler yeniden belirlenerek birinci aşama çevrimi tekrarlanır. Bu çevrim gerektiği kadar tekrarlanmalıdır.

Ön tasarım tamamlandıktan ve istek sahibi ile tasarımcı bu noktada anlaşmaya vardıktan sonra, ikinci aşamaya tam anlamıyla geçilmiş olur.

İkinci aşamanın ilk bölümünü, birinciden ikinciye geçiş teşkil eder. Bu noktada tasarımcı elinde tanımlanmış verileriyle ön tasarımı oluşturmuş ve belirlenmiş bir amaca yönelmiştir. Bu noktaya tasarıma başlama aşaması adını vereceğiz. Tasarıma başlama aşamasından sonra, tasarımın kendisini oluşturmak üzere yapılması gereken resimler listesi **Tablo.4.2**'de sıralanmıştır. Bir sonraki bölümde bu listedeki resimlere ait oluşum sırası, her birinin önemi takibeden bölümlerde açıklanmış ve örnekleri de şekillerle sunulmuştur.

TABLO.4.2. YELKENLİ TEKNELERİN TASARIMINDA
HAZIRLANACAK ÇİZİMLER LİSTESİ

- 1- TEKLİF
- 2- ENDAZE
- 3- OFSET TABLOSU
- 4- GENEL YERLEŞİM
- 5- GENEL YERLEŞİM KESİTLERİ
- 6- YELKEN PLANI
- 7- PROFİL GÖRÜŞÜ ve GÜVERTE PLANI
- 8- ÜSTYAPI ENDAZESİ
- 9- BOYUNA KONSTR. KESİTLERİ
- 11- MAKİNA DAİRESİ DÜZENLEMESİ
- 12- DİREK VE ARMA DONANIMI
- 13- TEMEL HİDROSTATİK HESAPLAR
- 14- TANKLAR, BORU & ELEKTRİK DONANIMI
- 15- AĞIRLIK VE BALAST HESABI
- 16- DÜMEN VE SALMA TASARIMI
- 17- STABİLİTE HESAPLARI
- 18- HAVALANDIRMA ve İKLİMLENDİRME
- 19- İNŞAAT DETAYLARI
- 20- ÖZEL İSTEKLERİN TASARIMLARI
- 21- TEKNE KULLANIM KILAVUZU

4.3. TASARIM

4.3.1. TEKLİF

Ön tasarım yapıldığı sırada teklif resmine ulaşılmıştır. Bu resim, asıl tasarım için gerek duyulan bütün bilgiyi içermelidir. Ön tasarım için tanımı yukarda yapılan çevrimler ve aşamalar gerektiği kadar tekrarlanarak optimum sonuca ulaşılabacaktır. Bütün bu işlem boyunca elde edilen tasarıma başlangıç verilerini içeren "teklif resmi" formatında bir profil görüntü ve yelken planı, güverte plan görüntüsü ya da görüntüleri, gerek duyulursa bazı kesit görüntüleri ve yapılan değişimleri gösteren bir tablo bulunmalıdır. Teklif resmi formatı Şekil.4.1.'de verilmiştir. Bu plan çerçevesinde tekne oluşturulurken teknenin inşaa malzemesi, yöntemi, yeri ve maliyeti konusunda da temel kararlar alınmalıdır. Bu aşamada verilemeyen kararlar gerek tasarımın ilerki aşamalarında gerekse inşaa sırasında istenmeyen durumlara, yanlış anlamalara ve hatta tasarımı ya da daha sonraları inşaatı hayati açıdan tehlikeye atabilecek sonuçlara yol açabilir.

Görüldüğü gibi teklif aşamasında özü, tekneye ait bilgilerin belirlenmesi ve kararların verilmesi oluşturmaktadır. Teknenin formu, görüntüsü, yelken sistemi, iç yerleştirme planı, inşaa malzemesi, tekniği, yardımcı sevk sistemi ve makina aksamı bu noktada prensip olarak karara bağlanır.

DEĞİŞİMLER

ARMA & YELKEN DONANIMI

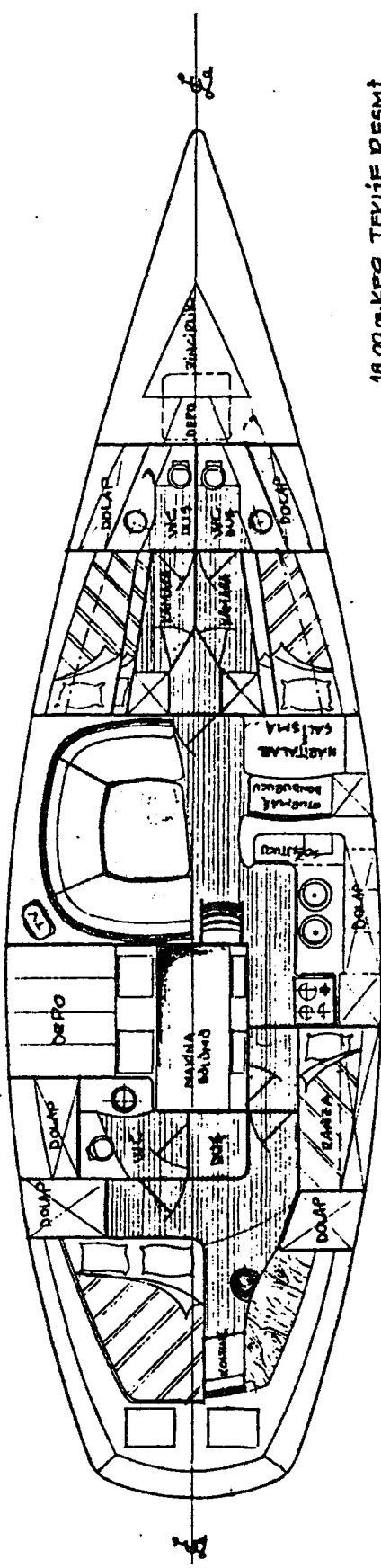
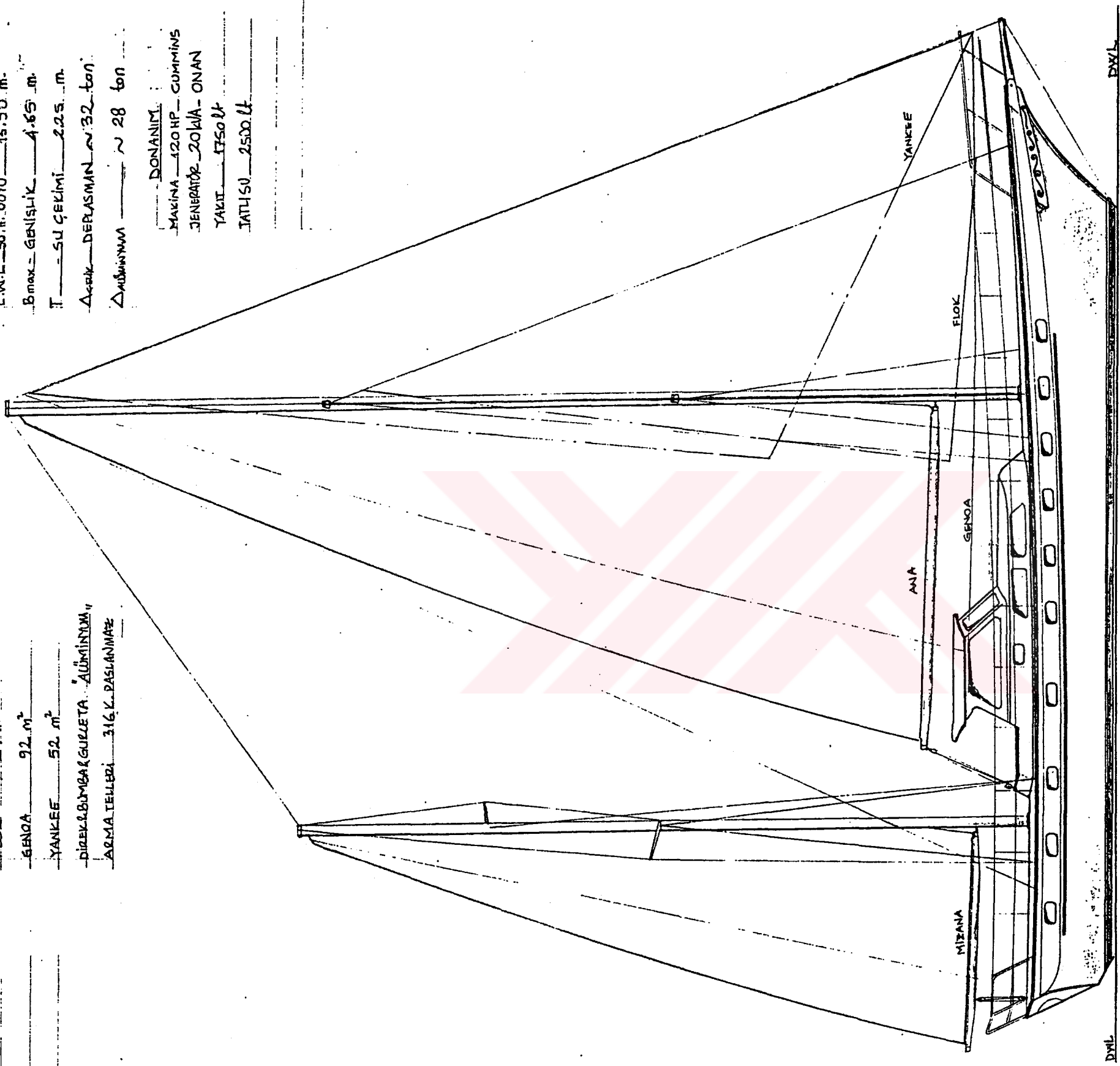
ANA YELKEN 50 m²
MIZANA 23 m²
FLOK 29 m²
GENOA 92 m²
YANKEE 52 m²
DİREK & BÜMBÜRGÜLETA "ALÜMİNYUM"
ARMA TELLERİ 316 K. PASLANMAZ

ANA BOYUTLAR

L.O.A. TAM BOY 18.00 m.
L.O.D. GÜNEZE BÖYÜ 16.50 m.
L.W.L. SU İL. BÖYÜ 13.50 m.
Bmax GENİŞLİK 4.65 m.
T SU ÇEKİMİ 225 m.
AĞIRLIK DEPLASMAN ~ 32 ton
AĞIRLIĞI ~ 28 ton

DONANIM

MARINA 120 HP CUMMINS
JENERATÖR 20 KVA - ONAN
YAKIT 1750 lt
YATLI SU 2500 lt



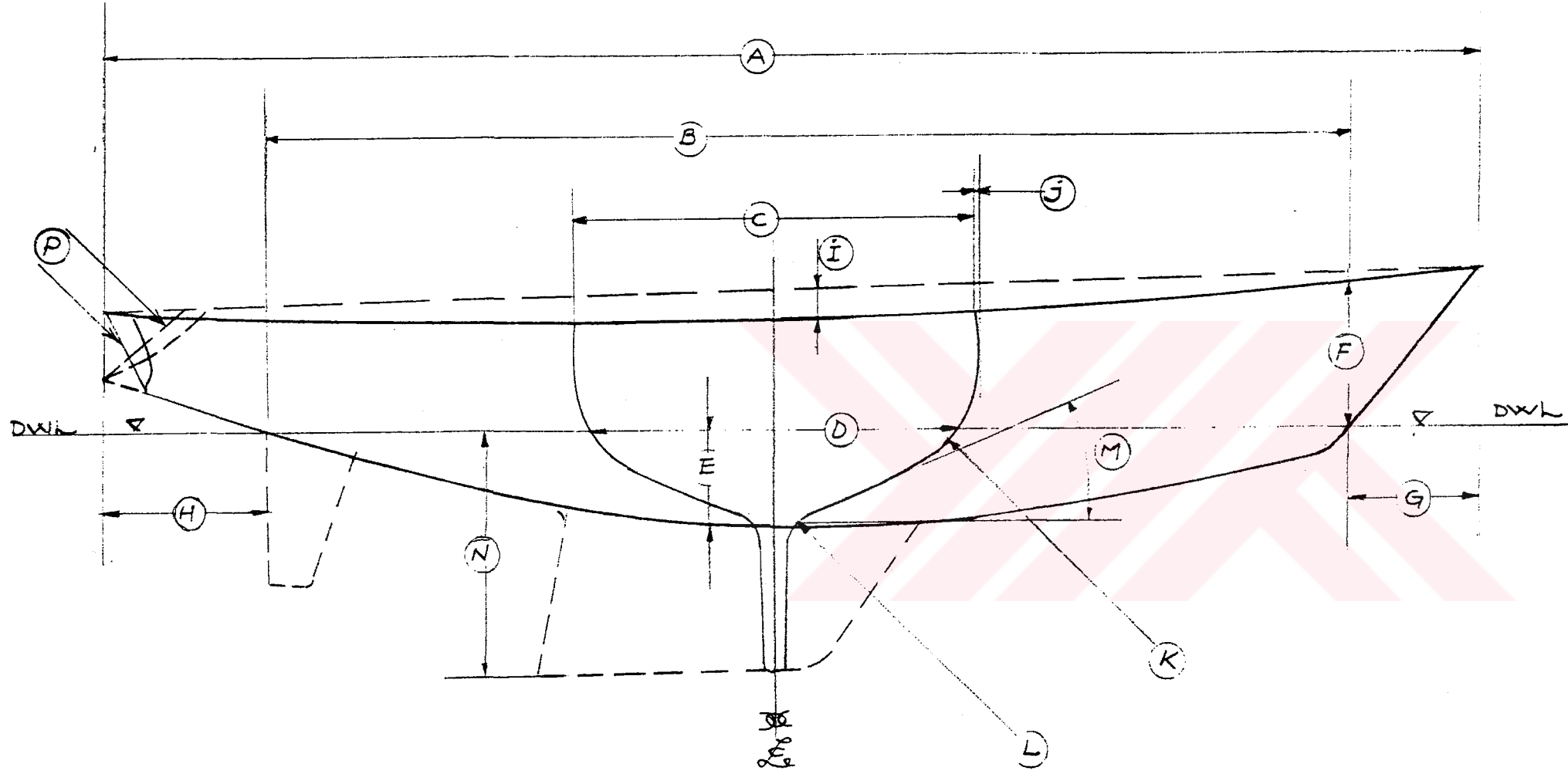
1800 RKEZ TEKLİF RESMİ
TASARIM: İ. KARATAŞ
ARMATÖR:
ÖLÇEK 1:1/50 TARİH:

ŞEKİL 4.1. TEKLİF RESMİ

4.3.2- ENDAZE

Endaze ile teknenin formu oluşturulur. Ön tasarım aşamasında, teklif resminde teknenin profil hatları, güverte hattı, kısmen orta kesit verileri (genişlik-derinlik-su çekimi) belirlenmiştir. Bilinen kısıtlar yardımıyla dizayn su hattı giriş açısı , istenen ya da mümkün olan en derin su çekimi veya doğrultma momenti ve moment kolu değerleri (stabilite) istekleriyle teknenin on istasyonda en kesitleri oluşturulup su hatları, batoklar ve diyagonaller yardımıyla form düzgünleştirilir. Özellikle yuvarlak karinalı teknelerde diyagonal hatları büyük önem taşırlar. Gerek form olarak istenen estetik nitelikler, gerekse yelkenle belirli bir sabit meyilde seyrederken oluşan yeni su hattının diyagonallerden biri olması, diyagonallerin önemini vurgular. Diyagonal hatları ile dizayn su hattı(DWL) arasında ne derece benzerlik sağlanabilmişse o ölçüde form dizaynında başarılı olunduğu söylenebilir. Çeneli teknelerde bu düşünce her zaman doğru olmaz.

Sekil.4.2'de tipik bir modern yelkenli tekneye ait profil ve posta kesit görünüşü üzerinde, endazeyi oluşturmada kullanılacak kavramlar gösterilmiştir. Bu kavramlardan bir çoğu ön dizayn aşamasında %90-95 doğrulukla belirlenmiştir. Bunlar tam boy, su hattı boyu, genişlik, draft ve şiyerdir. Diğerleri ise endaze resminin oluşumu aşamasında tanımlanır.



A_LOA	Tam Boy
B_LWL	Su Hattı Boyu
C_B	Genişlik (Maksimum)
D_BWL	Su Hattı Genişliği
E_Th	Çıplak Tekne Su Çekimi
F	Baş Fribord
G	Su Hattından Başa Uzantı
I	Siyer
J	Kesit Dönümü
	(Enkesit ters eğriliği)
K	Sintine Dönümü (Kruz)
L	Salma Dönümü
M_ex	Kruz Açısı
N_T	Su Çekimi
P	Ayna

ŞEKİL 4.2. MODERN BİR TEKNEDE ENDAZİYİ OLUŞTURMADA KULLANILAN KAVRAMLAR

Orta kesit formundaki sintine dönüm noktası ve kruz açısı teknenin amacındaki kriterlere bağlı olarak tasarlanır.(hız, stabilite, konfor gibi) (Bkz Şekil.2.4.). Endaze oluşumundaki diğer önemli değerler, genişlik, ballast, su çekimi ve su altı yanıl alanıdır. (Bkz Şekil.2.3).

Genişlik ve ballast, uygun rüzgarda yelken ile seyir yapabilme yeteneğinin iki göstergesidir. Genişlik küçük meyil açılarında , ballast ise büyük meyil açılarında görece olarak daha önemlidir. Bwl/Lwl oranı yarış-gezi sınıfı teknelerde %25-35 arasında değişirken, hareketli salmalı (centerboarder) veya daha küçük ebattaki teknelerde %40 civarındadır. Gereğinden fazla genişlik ıslak alanı ve form direncini arttırdığı gibi hafif hava ve çarpıntılı denizde orsa ve apaz seyirlerinde zararlı olabilir.

Ballast/Deplasman oranı modern teknelerde %30-50 arasında değişir. Genişlik ve ballast değerleri teknenin yelken alanı ile de bağıntılıdır. Su çekimi ve su altı yanıl alanının orsa seyirlerinde tekne performansına büyük etkisi vardır. Uygun bir yanıl alan oranı ve yeterli su çekimi, yüksek sürüklenme açıları (leeway angle) oluşumunu engellemede önem taşır. Yüksek yan oranlı (aspect ratio) salma ve derin draft, en verimli dizayndır ve akıma göre düzeltilmiş form bu ikisi ile birlikte, salma tarafından oluşturulan, kaldırma/sürüklenme oranını (R_y/R_x , Bkz.Şekil.3.5) arttırır. Sadece form dizaynı için ilk basamakta, uygun derinlikte drafta gereksinim vardır.

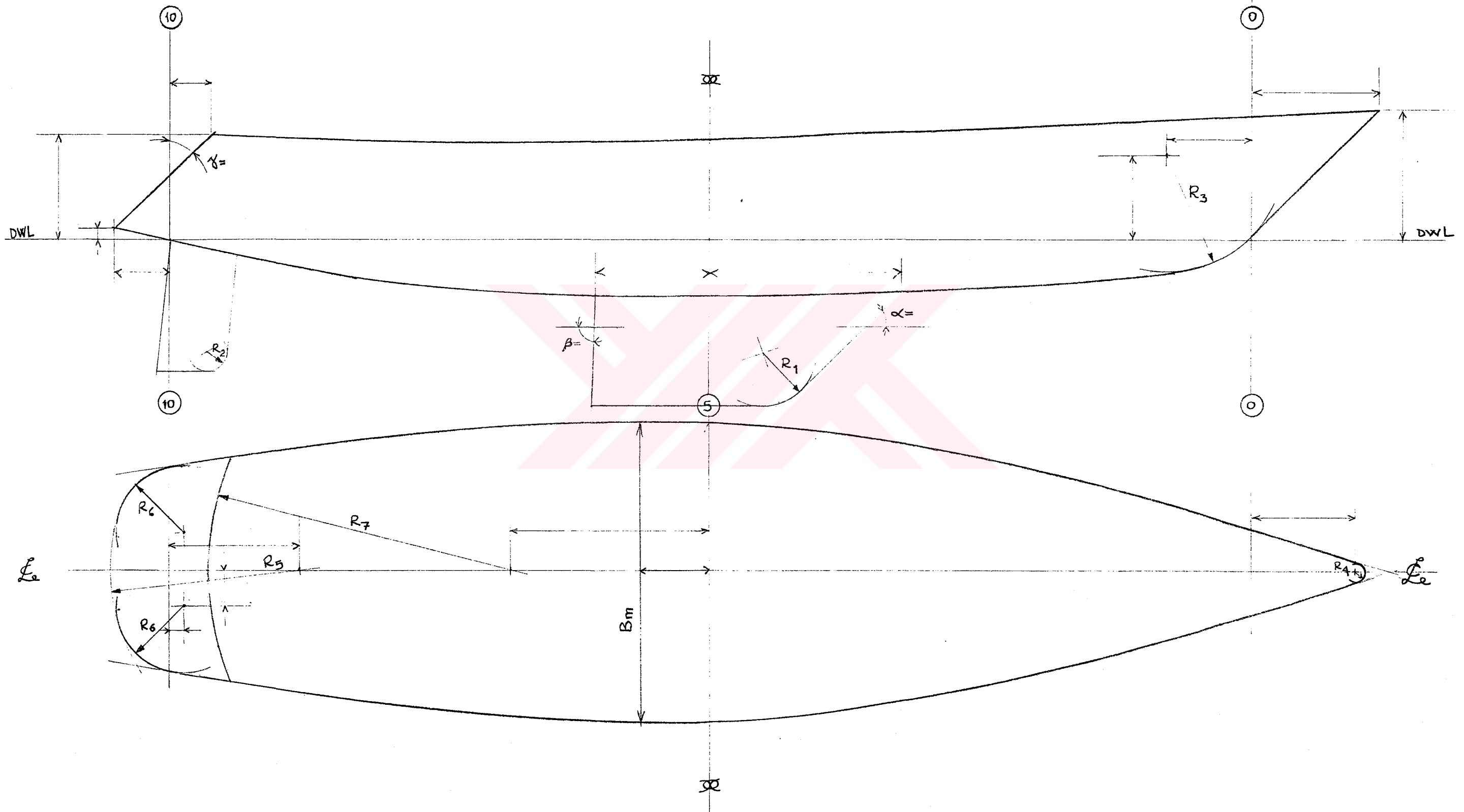
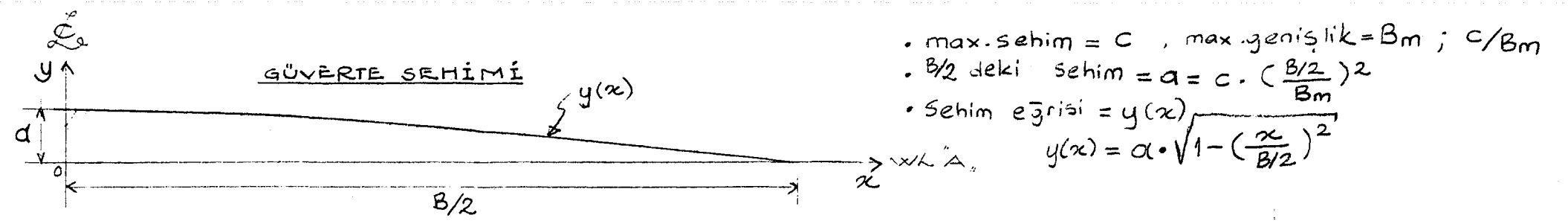
Deplasman teknelerinde k   draft, batokların ve su hatlarının sürekliliğini bozmaksızın kayıcı formlara oranla daha derin yapılabilir. Ba   omuzlu  un çok dolgun olması istenmemekle birlikte, yine kayıcı tekne formlarına oranla daha dolgun olabilir. Kruzlu ya da sintine d  n  m   açısı çok keskin düz dipli tekneler iyi form stabilitesine karşılık artan ıslak alan değeri sebebiyle istenmeyen bir direnç artışı gösterirler. Bunun yanında yumuşak sintine dönümlü ya da daha az kruzlu tekneler daha az ıslak alan dolayısıyla daha düşük direnç değerlerine karşın, düşük başlangıç stabilitesine sahiptirler.

Boyuna yüzme merkezi LCB, mastoriden ne çok başta ne de çok k  ta olmalıdır. Ancak yelkenle seyir esnasında mürettebatın ve yolcuların genellikle bulunduğu yer k   havuz (kokpit) veya k   güverte salonudur. Bu sebeple LCB'nin bir miktar k  ta olması daha uygundur. Yüksek form stabilitesine erişmek amacıyla orta ve k   kesitlerin en geniş yeri dizayn su hattından daha yukarıda olmalıdır. Ba  -k   vurmada güvertenin serpintiden etkilenmemesi için ba   kesitlere güverte altına doğru ters eğrilik (flare) verilmelidir[3].

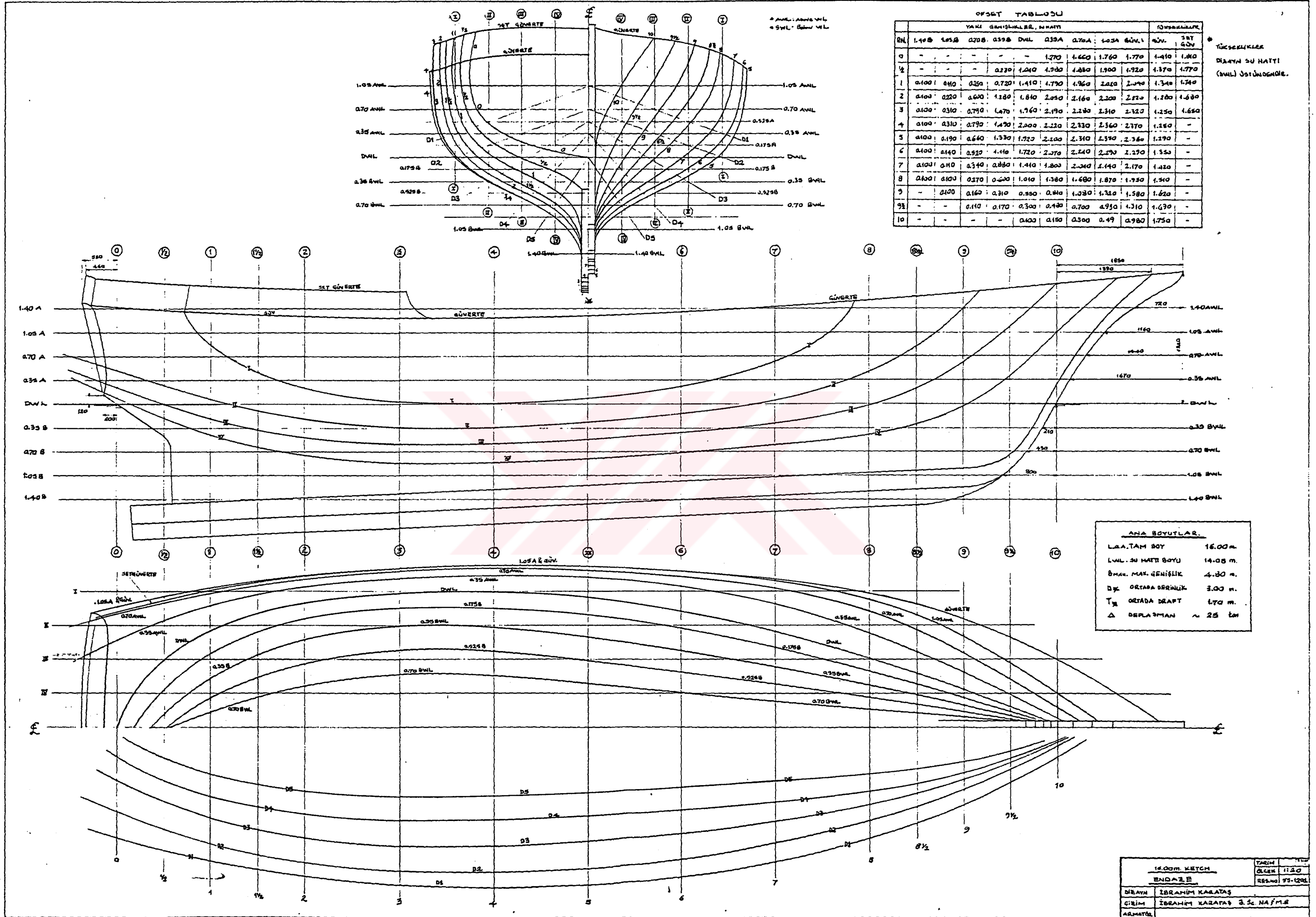
Endaze oluşumunda önem taşıyan bir nokta da teknenin profil kesit şeklidir. Klasik tekne formlarına bakıldığında, yelkenli yatların kökeni y  k yelkenlileri olduğundan, omurga salma (long-keel) hakimiyeti görülür. (Bkz. Şekil.2.3)

Yüzyılın ortalarına doğru gerek ıslak alanı azaltmak, gerekse manevra yeteneğini arttırmak amacıyla, mastoriden başa olan omurga parçası yok edilmiştir. Böylelikle üçgen su altı profili elde edilmiştir. Modern anlamda yelkenli tasarımlarında ise, omurga tamamen yok edilmiş bütünüyle yelkenlilere özgü, temelde salma ve dümen ikilisinden oluşan ve zaman zaman diğer takıntılarla fonksiyonları çeşitlendirilen su altı profilleri geliştirilmiştir. Modern bir tekneye ait endazede su altı profili daha sonra salma ve dümen ile tamamlanmak üzere tek başına dizayn edilir. Bu aşamada daha önce açıklanan su çekimi, genişlik, ballast ve LCB'nin yerine ilişkin ön yaklaşımlarla su altı profil kesiti belirlenir.

Endaze ile posta kesitleri, su hatları, batoklar vediyagonaller ile düzeltilerek oluşturulduktan sonra baş bodoslama, kış bodoslama, varsa şiyer ve kuşak, yine varsa ayna tasarımı da açılımıyla birlikte son şekline kavuşturulur. Bütün geometrik bünye elemanları tam ve kesin olarak ifade edilmelidir. Örneğin çene hattı varsa başlangıç ve bitiş noktaları, bir daire yayı kullanılarak herhangi bir form elemanı oluşturulmuşsa, (ayna eğriliği, posta kesiti veya güverte uç bağlantıları gibi) bunların merkezleri, yarıçapları ve teğet noktaları, iki farklı eğri yüzey veya düzlem hayali bir kesişim hattını takiben düzgünleştirilmişse bu hayali hat çizilerek ölçülendirilir (Şekil.4.3). Tekne çeneliyse bütün çene hatları da açık olarak endazede tanımlanmış olmalıdır. Endaze örnek resmi Şekil.4.4.'te sunulmuştur.



ŞEKİL 4.3. ENDAZE OLUŞUMUNDA KULLANILAN GEOMETRİK YA DA ÖZEL ŞEKLİ
 ELEMANLARIN TANIMLANMASI.



ŞEKİL 4.4. ENDÜZE RESMİ FORMATI

4.3.3- OFSET TABLOSU

Endaze tasarımında kullanılan temel on veya oniki ya da daha fazla sayıdaki istasyon sistemine göre düzenlenebileceği gibi, üretim aşamasında 1/1 ölçekte çizilecek endaze için her postaya göre de düzenlenebilir. Ancak bu şekilde bir düzenlemeye göre tablo oluşturabilmek için, boyuna konstrüksiyon yapısının tasarımı tamamlanarak üretilecek postaların tekne üzerinde boyuna yerlerinin kesinleştirilmesi gereklidir.

Ayrıca baş ve kıç bodoslamalar, güverte hattı, şiyer hattı ve tekne çeneli ise bütün çene hatları uç noktalarıyla birlikte ve varsa hayali hatlar da ofset tablosuna ek olarak verilmelidir.

4.3.4- GENEL YERLEŞİM

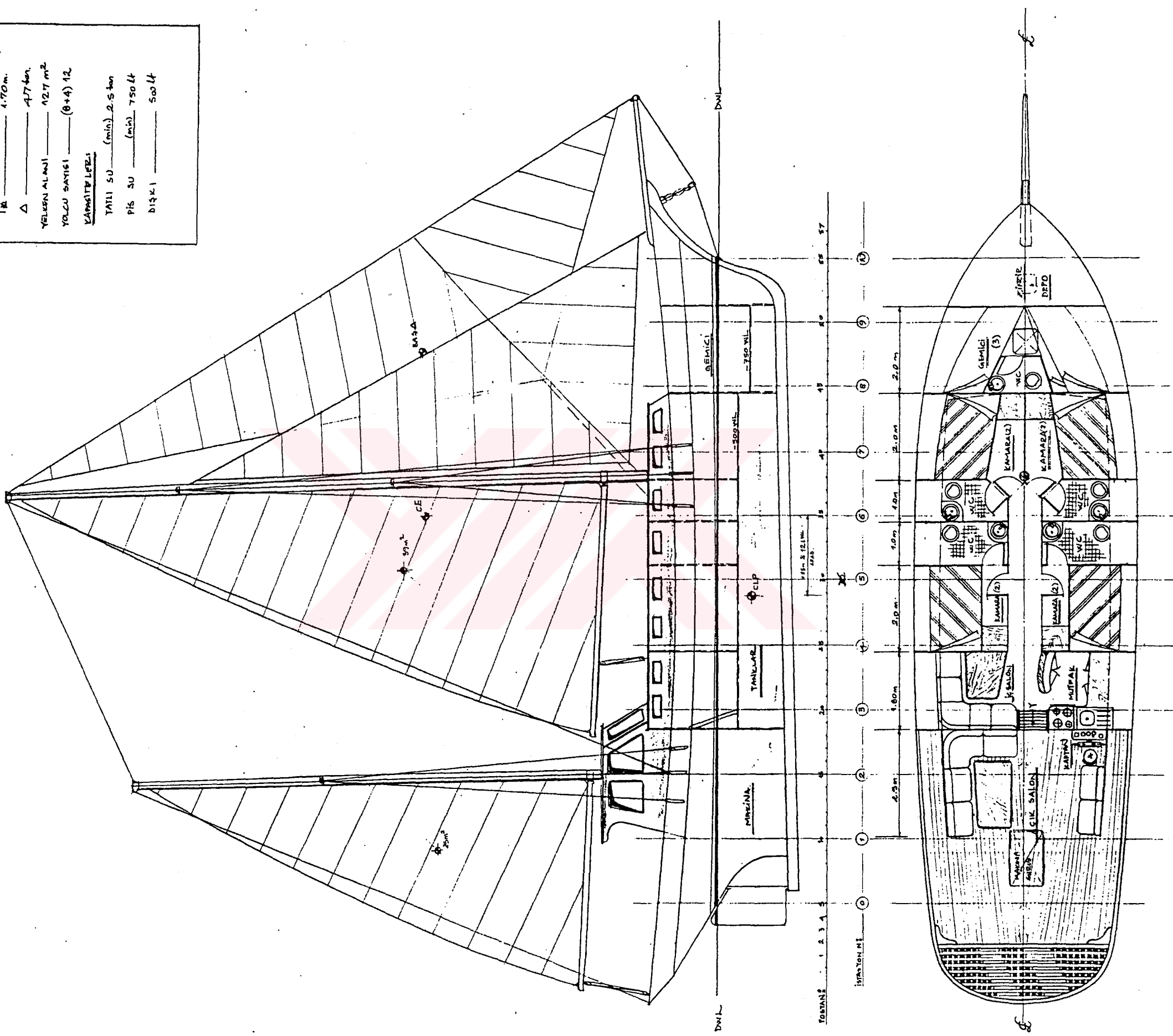
Bu resimde ilk hareket noktası teklif resmiyle üzerinde anlaşmaya varılan genel yerleştirme düşüncesidir. Bu düşünce kesinleştirilmiş endaze formuna aktarılarak yeniden profil ve plan görünümüleriyle oluşturulur. Kolayca anlaşıldığı üzere genel yerleşim ile tanımlanacak olanlar, kamara sayısı, boyutları, salon, mutfak, makina dairesi, mürettebat, depolar, çalışma bölümü, kıç güverte salonu veya kokpit gibi anabашlıkların aynı düzen içerisinde teklif resmindeki yerlerinden, endaze ile sağlanan hacim içindeki kesin konumlarına yerleştirilmeleridir.

Genel yerleştirme resminde bir profil görünüş ve güverte ya da seviye sayısı kadar üstten görünüş bulunmalıdır (Bkz. **Şekil.4.5.**).

Özellikle  zel gezinti amaçlı yatlarda i  yerleştirme, bir ergonomi problemidir. Kullanıcının  zel istekleri bu noktada son derece büyük önem taşır. Her istek, teklif resminde üzerinde karara varılmış bird ş nce var olsa bile, genel yerleşim resmi birbiriyle çelişen istek gruplarına göre yeterli sayıda seçmeli olarak sunulmalıdır. Tasarımcıdan bu aşamada beklenen, yapılan global i  yerleştirmenin sonuçlarını istek sahibine açıklayarak yansıtmasıdır. Örneğın ticari amaçlı yelkenli gezi teknelerinde hedeflenen müşteri tipine ve inşaat b t cesine göre dizaynerin önerilerine daha çok itibar edilecektir. Bu sebeple bu grup teknelerde mürettebat ile yolcuların teknenin ayrı bölümlerine yerleştirilmesi kullanım rahatlığı bakımından tercih edilecek yerleştirme felsefesidir.

   yapıyı oluşturacak her bir elemanın yeri ve boyutları üstünde ayrı ayrı düşünmekte ve yapılan spesifik yerleşimin global yerleştirmeye ve teknenin amacına uygunluğunu kontrol etmekte yarar vardır. Bir önemli nokta da, ağırlık merkezinin enine yerinin simetri düzleminin dışında olması istenmez. Aksi halde tekne sabit bir meyil açısına sahip olacağından düzeltici ağırlıklara gereksinim duyulur. Bu efektif kullanım hacimlerinin azalmasına yol a acağı gibi, deplasman artışına ve istenmeyen denge sorunlarına yol açar. Bu

ANA ÖLÇÜLER
 L.O.A. (Bastırıldık) 20.60 m
 L.O.B. 18.60 m
 LWL 18.00 m
 Bney 5.20 m
 DK 2.70 m
 Td 4.70 m
 Δ 47 ton
 YELKEN ALANI 127 m²
 YOLCU SAYISI (8+4) 12
 KAPASİTELER:
 TATIL SU (min) 2.5 ton
 PİS SU (min) 750 lt
 DİŞKİ 500 lt



TÜM MAKARAR SAKLIDIR.
 DİZAYNERİN TAZİYE İZNİ OLMAKSIZIN
 ÇOĞALTILAMAZ, KOPYA EDİLEMEZ, SATILAMAZ.

18.60 m. GÜLET		TARİH	..
GENEL YERLEŞTİRME & YELKEN PLANI		ÖLÇEK	1:50
		RESNO	98-0402
DİZAYN	İBRAHİM KARATAŞ	B.Ş. Nispetiye M.Ö.	
SİZİM	İBRAHİM KARATAŞ	B.Ş.	
ARMATÖR			

ŞEKİL 4.5. GENEL YERLEŞTİRME RESMİ

yüzden mümkün olduğunca asimetric yerleşimlerden kaçınılmalı veya ağırlıklar ve ağırlık merkezleri düşünülerek yerleştirme yapılmalıdır.

4.3.5- GENEL YERLEŞİM KESİTLERİ

Genel yerleşim resminde yapılan işler çoğunlukla ilk aşamada plan ve profil görünüşler üzerinde gerçekleştirilir. Sınırlı hacimde yapılan bu önemli çalışmada bu nedenle örneğin, ilk bakışta iyi düzenlenmiş gibi gözüken bir yemek salonunda, yolcular oturmak için yemek masasının üstünden geçmek zorunda kalır ya da iyi yerleştirilmiş bir mutfaktan erzak deposuna geçmek için her defasında fırını yerinden kaldırmak gerekebilir.

Bu ve benzeri yanlışların kontrolü aynı zamandakonstrüksiyon elemanlarına göre düzeltilmeleri ancak genel yerleştirme kesitleriyle mümkündür. Gerektiği sayıda kesit, belli bir düzende (baştan kıça veya tersi) çizilir. Genel yerleştirme resminden profil ve plan görünüşlerine göre her bir eleman kesitleri işlenir. Bu işlem sırasında görülen yanlışlar, bir çevrim izlenerek genel yerleştirme resmi ve armatörün görüşlerine başvurularak düzeltilir. Bu işlemin sonunda bir önceki aşamada çizilen genel yerleşim resmi de kesitler yardımıyla düzeltilerek yenilenmiş olur.

4.3.6- YELKEN PLANI

Bu resimde teknenin profil görünüşü, kıçtan görünüş profilin kıç tarafına ve baştan görünüş profilin baş tarafına yerleştirilmiş olarak çizilir. Teklif resminde seçilmiş bulunan arma sistemi (sloop, cutter, ketch, yawl, schooner, v.b.) (Bkz. Şekil.2.1.) genel yerleşim ve endaze ile bağlantılı olarak yelken planına işlenir. Genel yerleştirme ve kesitleriyle başlangıçta öngörülen yaklaşık direk yeri veya yerleri kesin şeklini almış bulunmaktadır. Kullanılacak yelken elleçleme düzenekleri (vinçler, furling sistemleri, iskotalar v.s.) ve bunlar için öngörülen bütçe de düşünülerek, yelken boyutları ve sayısı belirlenir. Bağlı olarak direk boyları, bumba seviyeleri, boyları, gunceta yerleri, açıları, çarmık telleri, güverte bağlantı yerleri ve açıları, prensip olarak kesinleştirilir ve resimdeki yerlerine üç görünüşte işaretlenir.

Yelken planı oluşumunda en önemli nokta rüzgar etki merkezinin yeridir. Genel yerleştirme ve endaze ile bağlantılı olarak oluşturulacak yelken planındaki C.E. salma tasarımı dayanak noktası olacaktır. Genel yaklaşım olarak C.E.'un mastoriden çok fazla başta olması ya da çok fazla kıçta olması istenmez. Aksi halde tekne, birinci durumda rüzgar altına düşmeye, ikinci durumdaysa rüzgar üstüne dönmeye yatkın olur. Her iki durumda da salma dizaynında problemlerle karşılaşılır.

Bumba manevraları da düşünülerek yapılmış bir çarmık sistemi düzenlemesi kullanıcıya büyük kolaylık sağladığı gibi, arma sistemini daha verimli kılar. Velken planı örneği Şekil.4.6'da sunulmuştur.

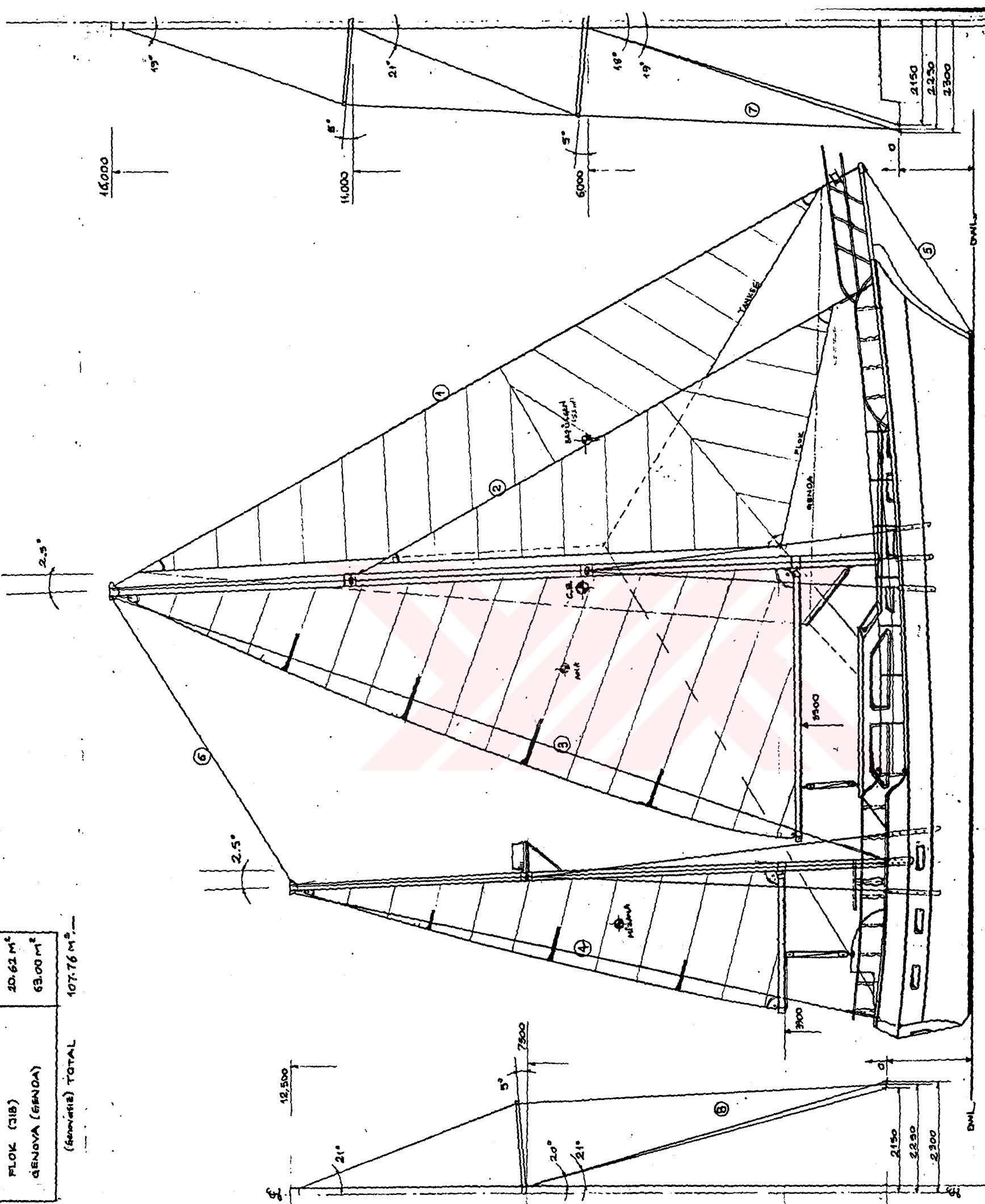
4.3.7- PROFİL GÖRÜNÜŞ ve GÜVERTE PLANI

Bu resim bir profil ve bir plan görüntüsten oluşur. Amaç teknenin kendisinin ve ana sevk sistemi olan yelkenlerini kullanılır hale getirecek ekipmanların seçilip yerleşiminin saptanması ve üstyapı veya tekneye ait lumbuzlar, heçler ve pencerelerin genel yerleştirmeye bağlantılı olarak tasarlanmasıdır.

Buraya kadar teknenin formu, iç düzenlemesi ve yelken planı hazırlanmış bulunmaktadır. Yelken planında öngörülen çeşitli yelken düzenlemeleri ve arma elemanlarından gunceta, çarmık telleri ve çarmık ayakları kesinleştirildikten sonra yelkenlerin kullanılır hale getirilmesi amacıyla güverte üstündeki yelken elleçleme aletlerinin seçilip düzenlenmesi yapılacaktır. Yelkenli teknelerde arma donanımı maliyeti toplam maliyetin %30-50 si arasında değişmektedir. Başlangıç bütçesi paralelinde yapılacak vinç ve diğer ekipmanların adedi ve markalarının seçimi bu resmin ilk aşamasıdır. Taslak halinde yapılan belirlemeye yerleşim sonrası son kontrol işlemiyle ekleme-çıkarma yapılabilir.

YELKEN	ALAN
ANA YELKEN (MAIN SAIL)	38.02 m ²
MIZANA YELKEN (MIZEN SAIL)	14.18 m ²
YANKEE	34.94 m ²
FLOK (JIB)	20.62 m ²
GENOVA (GENOA)	63.00 m ²
(Genişlik) TOTAL	107.76 m ²

15000 KETCH	TARIM
YELKEN PLANI	1/5
İBRAHİM KARATAŞ BŞ. NAFİ ME.	15000
İBRAHİM KARATAŞ BŞ. NAFİ ME.	15000
ARMATÖR	15000



NO	ARMA TELİ	KALINLIK
1 -	FORESTAY (BASTEL)	Ø=12 mm, 1x19 Gdwinia Çelik
2 -	JIBSTAY (FLOK TELİ)	Ø=9 mm, 1x19 "
3 -	MAIN BACKSTAY (SfP)	Ø=12 mm, 1x19 "
4 -	MIZEN BACKSTAY (SfP)	Ø=9 mm, 1x19 "
5 -	BOBSTAY	Ø=14 mm, 1x19 "
6 -	TRIANGLE STAY (KABANİL)	Ø=9 mm, 1x19 "
7 -	SHROUDS (ANA D. ÇERMEKLERİ)	Ø=9 mm, 1x19 "
8 -	" (MIZANA ÇERMEKLERİ)	Ø=9 mm, 1x19 "

AÇIKLAMALAR:

1- BÜTÜN ÖLÇÜLER MM.DİR.

2- BASTON BÖTÜ KAPLAMADAN İHBAREN 2.0 M.DİR.

3- ARMA KEDİMLERİ İÇİN BK2: BBS NO 93-1102.

4- MIZANA DİREK NO 8 POSTA, ANA DİREK NO 29 POSTA ÜZERİNDEDİR.

ŞEKİL 4.6. YELKEN PLANI

Elleçleme aletlerinin yerleştirilmesinde baz alınacak nokta, dizayn edilmiş yelken sisteminin en kolay kullanılabilmesini sağlayacak ve kullanıcıya uygun ölçülerde olmasıdır. Bir başka kısıt ta güverte üstündeki efektif kullanım alanlarını mümkün olduğu kadar geniş tutabilmektir (Yürüme, oturma, güneşlenme alanları vb.). Böylece yelken sistemini kullanılabilir hale getiren mandar ve iskota vinçleri, iskotalar, iskota rayları ve arabaları, furling sistemleri, makaralar ve diğer bütün ekipman resimdeki yerlerine işlenir ve seçilen marka ve ebatlarını tanımlamak üzere resimde veya ayrıcalıstelenir. Bunları dışında güverte vardavelaları, baş ve kık vardavelalar, karaya iniş-çıkış iskeleri ve sistemi, denize iniş yerleri, halatlar, usturmaçalar ve bunların saklanacağı yerler, iskeleye yanaşmada çeşitli durumlar düşünülerek tasarlanır.

4.3.8- ÜSTYAPI ENDAZESİ

Bu resimde üstyapıya ait kabin tavanı, kabin önü, güverte sehimi, kık güvertedeki yükseltiler ve seviye farkları gibi özel şekilli veya düz, güverte elemanları ve yapısı tasarlanır. Teknenin estetik ve kullanım olanakları açısından önem taşıyan bu bölümü genel yerleşimi ile profil görünüş ve güverte planı resimleriyle genel hatları, seviyeleri başlangıç ve bitiş noktalarıyla belirlenmiştir. Bu bilgiler baz alınarak kesinleştirilecek güverte sehimi, yan duvar ve pencere eğimleri ve her türlü eğrisel şekil burada gösterilir.

Resim düzenlemesi bir profil ve bir güverte planı görünüşüyle bu görünüş üstünde üstbina kesitlerin işlenmesi şeklinde yapılır. Sehimler için bir karakteristik tanım yapılmalı ve çizilmelidir (Bkz.Şekil.4.3.). Her düzlemin birbirine bağlandığı noktalar veya hatlar ölçülendirilerek tarif edilmelidir. Daire yayı kullanılarak tasarımı yapılan eğrisel yüzey veya hatların daire merkezi, çapı ve teğet noktaları çizilip ölçülendirilerek gösterilmelidir.

4.3.9- BOYUNA KONSTRÜKSİYON RESMİ

Teklif resminde genel görünüş ve iç yerleştirme ile birlikte teknenin inşaat malzemesi ve yöntemi de seçilmiştir. İnşaatın yapılacağı yerin yerel koşullarına ve tersane olanaklarına göre, ahşap, kontraplak, fiberglas, çelik, alüminyum, betonarme veya kompozit malzemelerden herhangi biri seçilerek tasarımın bu kısmına başlanır. Malzeme seçimini özel amaçlı yatlarda kişisel tercihler sebebiyle armatörün kendisi yapar. Bu durumda yat tasarımcısı ayrıca, maliyet faktörünü ve seçilmiş bulunan inşaat malzemesinin teknenin amacına uygunluğunu değerlendirerek varsa daha uygun malzemeye göre seçimli olarak birkaç malzeme teklifi daha sunmalıdır. Bu nedenle çeşitli tersanelerden teklif almakta da yarar vardır. Genellikle malzeme seçimi aşamasında tasarımcının düşünceleri armatör için büyük önem taşır. Bu bakımdan reel olarak tasarımcının uygun bulacağı inşaat yeri yerel olanakları ve teklif alınan tersanenin özel olanakları düşünülerek bir malzeme seçimine gidilecektir.

Malzeme belirlendikten sonra teknenin çalışması düşünölen denizler, yanaşacağı limanlar, öngörölen ömür ve istenildiğinde değerde satılabilirlik olanakları bakımından uygun bir klas kuruluşu seçilmelidir. Klaslama işlemi ölkemizde yaygın olarak yapılmamakla birlikte bunun gerekliliğı sözü edilen amaçlar açısından tartışılmazdır. Ticari amaçlar, özellikle charter için yapılan teknelerde klaslanmış olmak diğere teknelere oranla her bakımdan ayrıcalık getirecektir. Ancak tekne boyutları ve bütçesi klaslanmaya değmeyecek ölçüde küçükse ya da klaslama amaca hizmet etmiyorsa yine de klas kurallarına göre yapı elemanları tasarımı yapılmalıdır.

Yelkenli teknelerde de gemi inşaatında kullanılan inşaat sistemleri kullanılır. Çelik, alüminyum ya da soğuk kalıp şerit kaplama ahşap inşaat tekniklerinde, tekne boyutları da gözönüne alınarak, daha çok boyuna inşaat sistemi uygulanır.

Boyuna konstrüksiyon resmi prensip olarak, simetri eksenini boyunca bir profil kesit ve bir tam güverte plan görünüşünden oluşur. (Gerektiğinde her iç seviyeye göre bir güverte planı da çizilebilir.) Güverte görünüşünde simetri ekseninin alt yarısına teknenin iç yapı elemanları, üst yarısına da güverte yapı elemanları çizilir. Bu görünüşlerde eleman boyutları ve yerleşimler, klas kurallarını sağlamak koşuluyla genel yerleşim planına göre düzenlenebilir. (Eşit olmayan posta aralıkları, seviyeler arası farklı cins ve ebatta eleman

seçimi vb.gibi) Resimde her elemanın ebatlarını, malzemelerin cinsini, bağlantı elemanlarını ve sağlanması öngörülen özel isteklerin (özel montaj sırası ,kaynak yöntemi gibi) tümünü gösteren bir liste ya da tablo bulunmalı veya ayrıca böyle bir liste ya da tablo hazırlanmalıdır.

4.3.10- ENİNE KONSTRÜKSİYON KESİTLERİ

Boyuna konstrüksiyon resminde yerleşimi ve tasarımı yapılan elemanların kesit görünüşlerini gösteren resimdir. Genel yerleşim kesitleri resmine benzer tarzda, yeterli sayıda kesitle belirli bir düzende çizilir. Posta ve perde kesitleri üzerinde klas kurallarının öngördüğü özel bağlantı detayları büyük ölçeklerle gösterilmelidir. İnşaat ya da montaj sırasının veya kaynaklı bağlantı niteliklerinin özel önem taşıdığı durumlar bu resimde gösterilmeli ve tanımlanmalıdır. Ayrıca iç yerleştirme ve seviyelerle uyuşumun kontrolü bu kesitlerle yapılır.

4.3.11- MAKİNA DAİRESİ DÜZENLEMESİ

Yelkenli teknelerde yardımcı sevk sistemi olarak çeşitli tiplerde makineler kullanılmaktadır. Teknenin düşünülen sefer yarıçapına göre tasarımı yapılacak tüm makina donanımı bu resimle düzenlenir. Seçilen makina, soğutma sistemi pervane-şaft-kovan sistemi, dümen makinası veya makinaları, jeneratörler, pompalar, su

yapıcı, atık su arıtma ve boşaltma sistemleri, aküler, limanlarda kullanılacak transformatörler gibi makina dairesinde yer alması öngörülen bütün ekipman, bu resimde gösterilecektir. Genellikle teknenin kıç, bazen de orta bölümünde yer alan makina dairesi için, teknenin sadece bu bölümlerine ait profil, plan ve gerektiği kadar kesit görüntüleri çizilerek bu resim oluşturulur. Elemanların yerleşim düzenlemesinde, bunlar için hazırlanacak yataklar ve/veya platformlar yapı elemanlarını bozmamalı, hatta yapının mukavemetini arttıracak biçimde klas kurallarına uygun olarak tasarlanmalı, makina dairesinde servis ve bakım tutumuna izin veren ve bu bölüme giriş çıkışları engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Yalıtım düzenlemesi, seviyeler ve bağlantı detayları da gerekirse büyük ölçeklerle gösterilmelidir. Seçimi yapılan her bir ekipman resimde numaralanarak, listelenmelidir.

4.3.12- DİREK ve ARMA DONAMIMI

Bu resimde direk, bumba, gunceta gibi ana arma elemanları ve bunların tekneye ve birbirlerine olan bağlantıları, fittingleri çarmık telleri ve ayakları boyutlandırılır, çizilir ve listelenir. Direk bumba ve guncetalar için, ilk olarak bir malzeme seçimi yapılacaktır. İki tür malzeme düşünülür. Ahşap veya alüminyum. Bu elemanlardan fonksiyonları bakımından en az ağırlıkta en fazla mukavemeti (veya atalet momenti

vermesi istenir. Bunu, ahşap malzemede ladin (beyazçam), alüminyumda ise denize uygun alaşım (magnezyum veya titanyum) sağlar. Birbirleriyle kıyaslandığında aynı boydaki direk ya da bumba için gerekli mukavemeti sağlama bakımından alüminyum ahşaba daha üstün durumdadır. Maloluş ve estetik açısından ise ahşabın daha iyi olduğu söylenebilir. Alüminyum ahşaba göre aynı boy ve aynı yükler için daha küçük ebat kesit ve et kalınlığında aynı mukavemeti sağlar[10]. Tüm arma elemanlarının tasarımı için Ref.[10]'da ayrıntılı bilgi bulunabilir. Bu resimde düzenleme, direkler için en ve boy farklı ölçeklerde çizilerek, inceltme miktarı (taper) ve buna ait başlangıç ve bitiş noktaları ile formu, gürçeta yerleri, güverte bağlantısı, kesit görüntüleri, konstrüksiyon yöntemi gibi bilgiler resme işlenir. Bumbalar ve gürçetalar da aynı düzende tasarlanır (Bkz.Şekil.4.7.).

Bumba direk bağlantısı kazboynu (gooseneck), çarmık ayakları ve diğer gürçeta başı, direk başı ve bumba başı fittingleri tasarlanarak ölçüleriyle ve seçilen malzemeleriyle resme işlenir. Yelken planında gösterilen çarmık telleri, ıstralyalar gibi arma telleri burda da listelenmelidir. Bu, tasarımda ve inşaatla çeşitli kolaylıklar sağlar.

4.3.13- TEMEL HİDROSTATİK HESAPLAR

Yelkenli tekne tasarımımda hesapları resimlerden ayrı ele almakta ve bunları bir dosya halinde düzenlemekte yarar vardır. Temel hidrostatik hesaplarda amaçlanan tasarım su hattında (DWL) teknenin sahip olduğu hidrostatik değerleri hesaplamaktır.

Yelkenli teknede ağırlık değişimini etkileyen faktörler sadece yolcu sayısı, yakıt, tatlı su ve atık su miktarları gibi son derece belirli ağırlıklar olduğundan su çekiminde oluşabilecek değişim miktarları çok azdır. Bu bakımdan dizayn su hattının (DWL) bir ya da iki alt ve üstündeki su hatlarındaki hidrostatik değerlerin hesaplanması, form hakkında bilinmesi gereken bütün değerleri vermesi bakımından yeterlidir. Ayrıca çalışma koşullarında yelken etkisiyle her zaman belirli bir sabit meyilde gidildiğinden bu değerler geçerliliğini bir ölçüde yitirecektir. Ancak dizayn kolaylığı bakımından bu bilgilerin doğru kabul edilmesinde hiçbir sakınca yoktur. Endaze bölümünde açıklandığı gibi DWL'nin formu ile diyagonallerin benzer olması da kabulün yanlış olmadığını gösterir.

3.3.14. TANKLAR, BORU ve ELEKTRİK DONANIMI

Tekneye ait tank grupları, endaze ve iç yerleştirme elemanlarına bağlı olarak mümkün olduğunca simetrik ve işlevsel olarak tasarlanır. Bir yelkenli teknede

bulunması gereken tanklar, yeterli miktarda tatlı su, pis su, yakıt ve çevre korunması açısından zorunlu olan sintine ve dışkı tanklarıdır. Teknenin inşaat malzemesine bağlı olarak bünye tankları şeklinde tasarlanabileceği gibi, galvanizli çelik ya da paslanmaz çelik, fiberglas ve küçük tekneler için torba şekilli yumuşak plastik malzemeden yapılmış, tekmeden bağımsız tanklar da tasarlanabilir.

Tank kapasiteleri her bir tank grubu için, birim zaman ya da birim yolcu başına sarfiyat ya da üretim düşünülerek hesaplanmalıdır.

Tanklar için plan, profil ve gerektiği sayıda kesit görünüşten oluşan bir resim düzenlenir. Tanklara ait dolum, hava firar, transfer ve diğer boru hatları ile fittingleri ve pompaların yerleşim düzenlemesi yapıldıktan sonra bu resme işlenmeli, elemanlar listelenerek resme eklenmelidir. Tanklara ve makina donanımına ait olmayan borular da (hidrolik, frengi, yangın gibi) bu resimde ana hatları ve öngörülen temel fittingleriyle gösterilip listelenmelidir. Detay resimler de istendiğinde ana düzenlemeye uygun olmak koşuluyla tasarımcı veya inşaatçı tarafından oluşturulabilir.

Elektrik donanım resminin ayrı düzenlenmesinde fayda vardır. Aynı resim düzeni izlenerek jeneratörler, liman elektrik giriş ve çevirme üniteleri, aydınlatmalar, priz hatları ve elektrikle işleyen bütün ekipmana ait (ırgat,

vinç vs.) elektrik hatları prensip şema olarak oluşturulmalıdır. Daha profesyonel çalışmalar için bu konuda hizmet veren kişi veya kuruluşlardan ayrıntılı tasarım ayrıca istenmelidir.

4.3.15. AĞIRLIK ve BALLAST HESABI

Yelkenli teknelerde tasarımın bir önemli aşaması da ağırlık hesabıdır. Bu hesaplama ile amaçlanan, formu, yapı elemanları, iç yerleşim ve donanımı belli olan teknenin elde var olan toplam ağırlığının ve bu durumdaki ağırlık merkezi ile eklenecek ballast miktarının bulunmasıdır. Ağırlık hesabı için tekneyi oluşturan her bir eleman aşağıdaki ağırlık gruplarına ayrılır.

2-Kaplama

3-İç yapı elemanları

4-Güverteler ve ayna

5-Makina donanımı

6-Boru donanımı

7-Tanklar (Tümü yarı dolu durumda)

8-Dümen donanımı

9-Demirleme donanımı

10-Güverte donanımı

11-Arma donanımı

12-Mobilya, mefruşat, mutfak ve banyolar

13-Elektrik ve elektronik donanım

14-Çivi, tutkal, (veya elektrod) boya, macun, vernik, izolasyon (İnşaat malzemesi ve tekniğine göre bağlama elemanları)

15-Mürettebat ve yolcular

16-Özel kalemler veya bilinmeyenler

Her bir grup elemanları teknede var olan malzemesi, ebadı, ölçüsü ve yerleşimine göre ağırlık hesabı listesinde ayrıntılı olarak yer almalıdır. Tanklar, ortalama ağırlığı yansıtmayı amacıyla yarı dolu durumda kabul edilerek hesaplanmalıdır[10]. Ağırlık hesabı için yapılacak tablo formatı Tablo.4.3'te gösterildiği gibidir.

Böylelikle bulunan toplam ağırlık teknenin ballastsız ağırlığı olacaktır. Teknenin dizayn su değerinden, toplam ağırlığın çıkarılmasıyla elde edilecek ballast değeri kadar ağırlık eklemek gerekecektir. Miktarı belirlenen ballastın ağırlık merkezinin nerede olması gerektiğine ise salma ve dümen tasarımı ile stabilite hesabı aşamasında karar verilecektir.

4.3.16. DÜMEN ve SALMA TASARIMI

Tasarımın bu bölümü yelkenli teknelerde en önemli kısmı oluşturmaktadır. Orsa seyirlerindeki performans, teknenin stabilitesi, değişik rüzgar açılarında yapacağı hız gibi sonuç karakteristikleri bu tasarımla doğrudan ilişkilidir.

TABLO.4.3. -AĞIRLIK HESABI TABLOSU FORMATI

	ELEMAN ADI ve AÇIKLAMASI	A	B	C	D	E
A						
Ğ						
I						
R						
L						
I						
K						
G						
R						
U						
B						
U						
	Σ1		Σ2		Σ3	

A: Ağırlık (kg)

B: Ağırlık merkezi düşey yeri (DWL'den) (m)

C: Düşey moment (kg.m)

D: Ağırlık merkezi boyuna yeri (mastoriden) (m)

E: Yatay moment (kg.m)

Bu aşamada öntasarımda tanımlanmış bulunan teknenin formu, iç yapısı, görüntüsü ve arma sistemi ile ilgili istekleri sağlayan sonuç, salma ve dümensiz çıplak tekne elde edilmiş bulunmaktadır. Hidrostatik ve ağırlık hesapları ile de çıplak tekneye ait yüzme ve ağırlık merkezleriyle yanıl profil alan merkezi hesaplanmıştır. (LCB, VCB, LCG, VCG, CLP, VCLP) Çıplak tekneye ait hacim ve deplasman değlerleri ile konulacak ballast miktarı da bilindiğine göre aşağıdaki bağıntılar sağlanmak üzere salma ve dümen tasarımı yapılacaktır[7]. (Açıklayıcı bilgi için Bkz.Tablo.4.4).

4.3.16.1.Hacim eşitlikleri:

(i=t,d,s çıplak (t)ekne,(d)ümen, (s)alma, (r)ekne)

$$a) V_T = \sum_i V_i$$

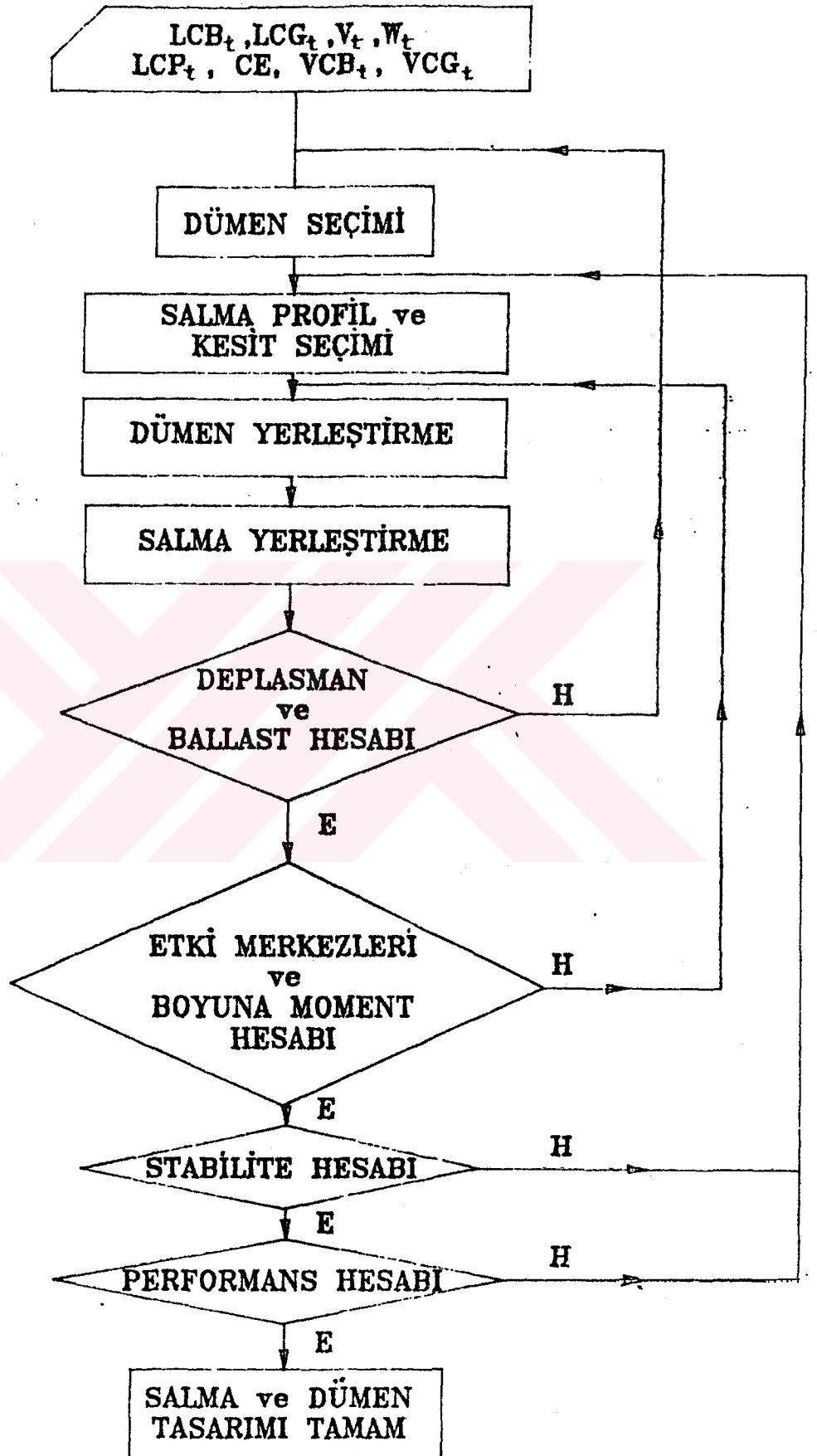
$$b) LCB_T = (\sum_i V_i \times LCB_i) / V_T$$

$$c) VCB_T = (\sum_i V_i \times VCB_i) / V_T$$

4.3.16.2.Ağırlık eşitlikleri:

$$a) W_T = \sum_i W_i$$

TABLO 4.4. DÜMEN ve SALMA TASARIM AKIŞ DİYAGRAMI



$$b) LCG_T = \left(\sum_i W_i * LCG_i \right) / W_T$$

$$c) VCG_T = \left(\sum_i W_i * VCG_i \right) / W_T$$

4.3.16.3. Su altı yanal alan ve etki merkezi eşitlikleri:

$$a) A_T = \sum_i A_i$$

$$b) LCLP_T = \left(\sum_i A_i * LCLP_i \right) / A_T$$

$$c) VCLP_T = \left(\sum_i A_i * VCLP_i \right) / A_T$$

4.3.16.4. Ballast eşitlikleri:

a) DWL'deki gerçek deplasman,

$$\Delta = V_T * \gamma = \left(\sum_i V_i \right) * \gamma$$

b) Teknenin toplam ağırlığı,

$$\Delta = \sum_i W_i = W_t + W_d + W_s$$

c) Salma ağırlığı,

$$W_s = W_{sk} + W_b$$

d) Gerçek ballast miktarı,

$$W_b = \Delta - (W_t + W_d + W_{sk})$$

e) Salma hacmi ve ballast ağırlığı kıyaslaması,

$$W_B = V_s \cdot \rho_b$$

Görüldüğü gibi seçilmiş bulunan salma ve dümen ikilisinin ek hacimlerinden dolayı oluşan yeni deplasman değerinden, çıplak tekne, dümen ve salma kabuğunun oluşturduğu ağırlık grubunun farkı alındığında salma içine yerleştirilecek ağırlık yani gerçek "ballast" miktarı elde edilmiş olur. Ballast malzemesinin cinsi, tasarlanmış bulunan salma hacmine bağlı olarak belirlenmelidir. Aksi halde, örneğin düşük yoğunlukta bir malzemede ısrar edildiği ve salma içindeki hacme gereken ağırlık sığdırılamadığı veya salma hacminin gereğinden çok fazla olduğu durumda, kesit şekli ve/veya boyutları bir öncekinden farklı yeni bir salma seçilerek tasarım çevrimi tekrarlanmalıdır. Pratik olarak salma hacminin, ballastın salma içinde kapladığı hacimden %20-30 fazla olmasında fayda vardır. Böylelikle ağırlık merkezini ayarlamak ve salmaya erişilirliği sağlamak mümkün olacaktır.

4.3.16.5. Boyuna moment eşitliği:

Çıplak tekne, salma ve dümenden oluşan toplam sistemin trimsiz yüzmesini sağlayacak ağırlık merkezi bu eşitlikle elde edilir.

$$V_t \times LCB_t = W_t \times LCG_t$$

$$\sum_i V_i \times LCB_i = \sum_i W_i \times LCG_i \quad i=t,d,s$$

4.3.16.6. Etki merkezleri eşitliği:

Salma teknenin neresine yerleştirilmelidir? Tekne, dümen ve salmadan oluşan su altı elemanlarının toplam direnç merkezi CLP ile yelken sisteminin rüzgar etki merkezi CE arasında ilişki kurularak bu soruya yanıt bulunabilir. Farklı rüzgar şiddeti ve açılarıyla, değişik yelken konfigürasyonları düşünüldüğünde, rüzgar etki merkezinin teknede her zaman sabit bir yerde bulunmadığı görülür. Ancak yine de deneyimlere dayalı olarak bu merkezin, her farklı arma tipine göre değişim gösterdiği aralık tahmin edilebileceğinden, rüzgar ve direnç merkezleri (su altı etki merkezi) arası bağıntı aşağıdaki gibi verilmektedir. Burada boyuna eksende rüzgar etki merkezinin, su altı etki merkezinden ne kadar baş tarafta olması gerektiği, su hattı boyunun yüzdesi olarak verilmektedir[7], [9].

- a) Sloop-Cutter...%14-19
- b) Ketch.....%18-22
- c) Yawl.....%13-16
- d) Schooner.....%4-6

Yawl ve ketch için pratik hesaplamada kullanılacak toplam yelken alanına, mizana yelken alanının yarısı ve toplamının etki merkezi, ana direğin önünde birden fazla yelkeni olan arma grupları için, ana direk tepesinden baş ıstralya ucuna ve flock veya genoanın ana direğe izdüşüm noktalarıyla sınırlı baş üçgen alanı ve etki merkezi dahil edilir[10].

Pratik hesaplamalarda arma sisteminde ve su altındaki etki merkezleri için geometrik merkezler gerçek etki merkezi olarak kabul edilir.

Sağlanması gereken bir koşul da toplam ağırlık merkezinin yüksekliğine yeridir. Daha büyük doğrultucu moment kolları elde edilebilmesi için ağırlık merkezi mümkün olduğu ölçüde su hattından aşağıda yer almalıdır. Bir sonraki aşamada yapılacak olan stabilite hesapları sonunda eğer yeterli doğrultucu moment kolu değerleri elde edilemiyorsa, daha derin bir salma tasarlanıp salma tasarımı çevrimine tekrar başlanacaktır.

Teknenin çalışacağı denizin ortalama derinliği düşünüldüğünde (koylarda gezinti yapacak bir tekne gibi) salmanın derinliğine bir sınırlama gelmesi durumunda, tüm tasarımı yeniden ele almak, gerekirse endazedan başlayarak bir dizi değişim yapmak gerekebilir.

Dümen tasarımı, iyi bir dümeden beklenen, istenen hızda ve moment değerinde tekneyi yönlendirebilme yeteneğidir. Tarihsel gelişiminde yelkenli teknelerde dümenler, dengesiz, yarı dengeli ve dengeli (tek noktadan askılı ve salmadan ayrık) şeklinde bir değişim göstermiştir. Yelkenli teknelerde dümenin yanıl alanı, teknenin toplam yanıl alanının %8-10'u civarında olmalıdır. Daha azında kontrol yeteneği azalması, daha fazlasında ise istenmeyen direnç artışıyla karşılaşılacaktır.

4.3.17. STABİLİTE HESAPLARI

Bilinen herhangi bir yöntemle, salma ve dümen tasarımıyla son şeklini almış, VCG ve deplasmanı bilinen teknenin doğrultucu moment kolu hesabı yapılır. Çapraz eğrilerden elde edilen doğrultucu moment kolu değerleri, 3.2'de açıklanan, rüzgar tarafından oluşturulan meyil kuvvetinin (FH) momentini karşılayacak miktarda değilse, salmanın kendisi ve tekneye göre yerleşimini değiştirmeksizin, salma içindeki ballast malzemesinin dizilişini ya da malzemenin kendisini değiştirerek, VCG aşağı çekilir. Bu durumda doğrultucu moment kolu değişimi hesaplanır. Yine yeterli sonuç elde edilememişse salmanın formunu değiştirerek, daha derin bir salma tasarlama yoluna gidilir. Yeterli moment kolu değerlerine ulaşana dek bu işlem tekrarlanır.

Gezinti teknelerinde stabilite kriteri olarak IMCO stabilite kriterlerini, yarış teknelerinde ise tasarlanmış olduğu özel yarış ya da yarışların kurallarında belirtilen stabilite kriterlerini uygulamak mümkündür. Ancak çoğunlukla rüzgar kuvvetinin oluşturduğu meyil momentine karşı teknenin davranışını düşünmek gerektiği için, Ref[10]'da verilmiş bulunan "Dellenbaugh Açısı Yöntemi" ile, yelken alanı ve stabilizeyi birbirine bağlı olarak değerlendirmek mümkündür. Bu formülle teknenin baygın ya da diri olduğuna, Şekil.4.8'de verilen grafik yardımıyla karar verilir.

$$\text{Dellenbaugh Açısı} = \frac{1 \times \text{Yelken Alanı} \times \text{MeyilMoment Kolu}}{1 \text{ derece MeyildeDoğrultucu Moment}}$$

Dellenbaugh Açısı----derece

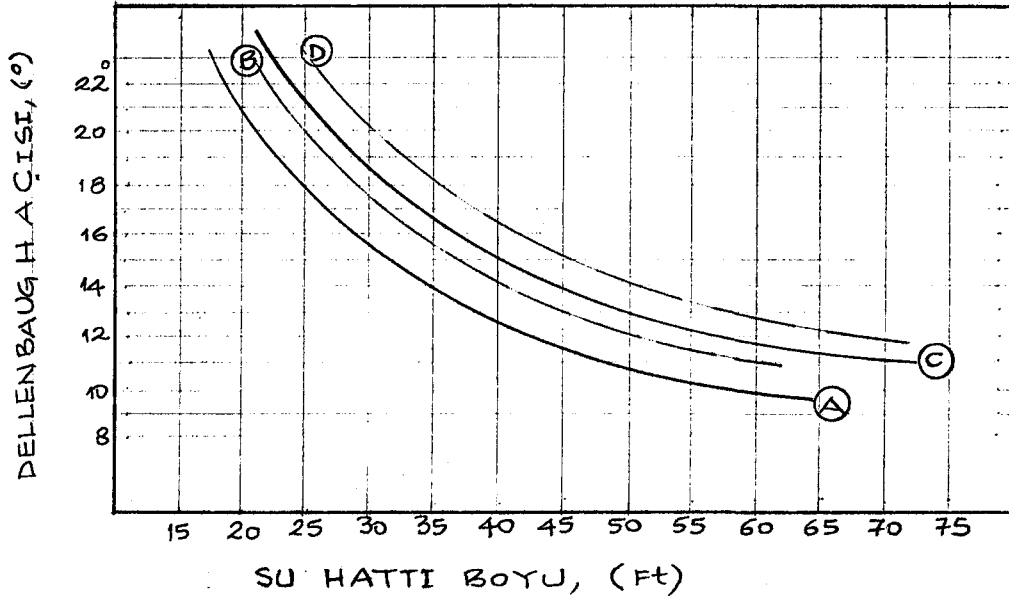
Yelken Alanı-----Baş üçgenin %100'ü kullanılarak hesaplanan alan

Meyil Momenti Kolu--CE ve CLP arasındaki düşey uzaklık

1-----1 lbs/ft² (Beaufort5 şiddetinde birim alanagelen rüzgar basıncı)

GM * Deplasman

$$1 \text{ derece Meyilde Doğrultucu Moment} = \text{-----}$$



- A - CENTERBOARD NORMU
- B - BAYGIN CENTERBOARDLAR
- C - SALMA OMURGALI TEKNE NORMU
- D - BAYGIN SALMA OMURGALI TEKNELER

ŞEKİL 4.8 TEKNE SU HATTI BOYUNA GÖRE
"DELLENBAUGH AÇISI" DİYAGRAMI

Sekil.4.8'de verilen grafikte, tekne su hattı boyuna göre Dellenbaugh açılarının normal ve baygın tekneler için aldığı değerler verilmiştir. Eğer normalden daha diri tekneler tasarlanmak isteniyorsa, daha küçük açılar veren VCG ve/veya yelken alanı tasarımı yapılmalıdır.

4.3.18. HAVALANDIRMA ve İKLİMLENDİRME

Özellikle house-boat olarak kullanılan tekneler için bu devrenin kurulması son derece gereklidir. Aynı hatları kullanarak hem ısıtma hem de soğutma sağlanabilir. Bu resim bir profil, bir plan ve gerektiği kadar kesit görüntüsten oluşur. Sıcak-soğuk hava üretme ve çevirme üniteleri ile hatlar resme işlenir. Ekonomik olması bakımından manikalar yardımıyla yapılacak doğal havalandırma ise her tür tekne için en ideal çözümdür.

Havalandırma makina dairesinin, tuvaletlerin ve tank seviyelerinin kokularını önlemede hayati önlem taşır. Havalandırma ile ilgili güverteye konulacak bütün ekipman iç yerleşimi ve güverte düzenlemesini bozmamalıdır. Eklemeler diğer resimlere uygun olarak yapılmalı ve gerekli yerlere işlenmelidir.

4.3.19. İNŞAAT DETAYLARI

Gerek klas kuruluşu isteklerinin doğru uygulamaları, gerekse inşaatçının yol göstericisi olması bakımından

gereken bütün detaylar, inşaat olanaklarına göre oluşturulup resmedilmelidir. Aksi halde inşaat bitiminde, ayrıntılar ve bunların bütüne etkisi bakımından farklı bir tekneyle karşılaşılabilir.

4.3.20. ÖZEL İSTEKLERİN TASARIMLARI

Teknenin şekliyle ya da sevk sistemleri veya güverte düzenlemesiyle ilgili herhangi bir özel tasarım, armatörle tasarımcı arasındaki anlaşmaya bağlı olarak yapılmalıdır. Bu özel tasarımın ilgili olduğu bölüm, hesaplara yansıtılmalı ve ne derece mümkün olduğu kıyaslanmalıdır.

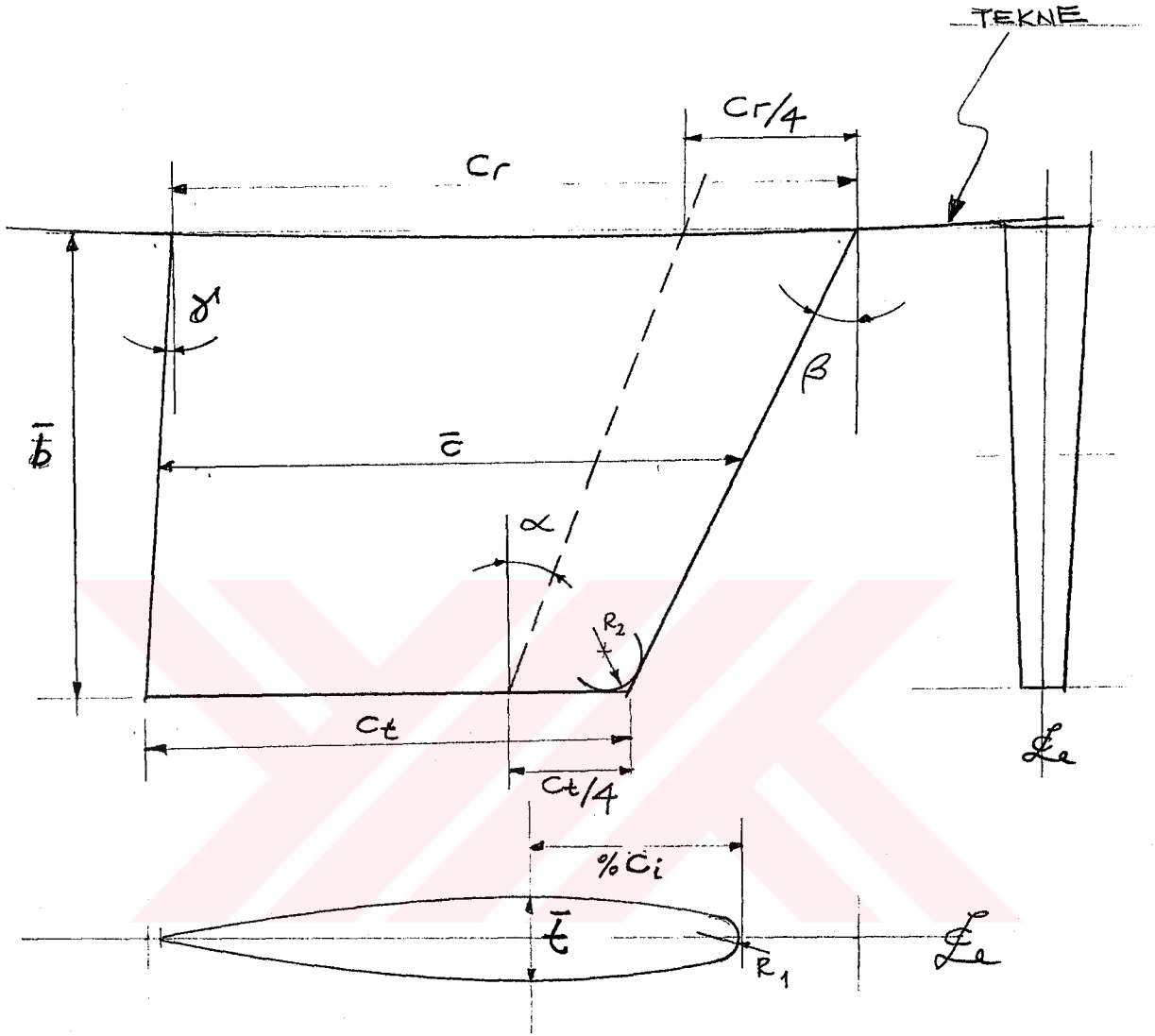
4.3.21. TEKNE KULLANIM KILAVUZU

Teknenin günlük bakım tutumunda, kullanımında veya yıllık bakımında gerekli bütün yapısal veya özel önem taşıyan tasarım ve inşaat bilgileri ile tasarlanan kullanım yöntemleri bu kitapçıkta toplanmalı, armatöre ya da kullanıcıya sunulmalıdır. Bu, teknenin tasarımcının kafasındaki gibi kullanılabilmesini sağlamakla beraber, teknenin ömrünü de uzatacaktır.

5. YELKENLİ TEKNEDE PERFORMANS

Buraya kadar, özellikle 4.Bölümde anlatıldığı biçimde yelkenli teknenin tasarımı tamamlanmıştır. Sonuç teknenin performansı, daha açık olarak rüzgara göre çeşitli yönlerde seyrederken, yapacağı hız, meyil ve sürüklenme açıları gibi değerler de hesaplanarak tasarım tamamlanır. Performans hesabı ile hedeflenen, tasarımda, istekler kısmında hız ve/veya güvenlik gibi kriterlere ne derece ulaşıldığının görülebilmesidir. Eğer istenenlere ulaşılmamışsa ilk olarak yapılması gereken, 4.3.16'da verilen yönteme uygun olarak tasarlanan salmanın ve/veya dümenin Şekil.5.1.'de gösterilen terminolojideki elemanlarında değişimler yapılmasıdır [11],[12]. Elde edilen yeni salmalı tekne için istenen kriterlere ulaşana dek, performans hesabı tekrarlanır.

Burada Kaynak[13]'de okyanus yarışları için tasarlanacak teknelere ait verilen teoriden yararlanılacaktır. Belirtilen noktalarda verilen açıklamalarla teorinin genelleştirilmesi mümkündür.



C_r : KÖK KIRIŞ UZUNLUĞU

C_t : UÇ KIRIŞ UZUNLUĞU

$\bar{C}$: ORTALAMA KIRIŞ UZUNLUĞU (CHORD)

$\bar{b}$: ORTALAMA AÇIKLIK (SPAN)

α : EĞİKLİK AÇISI (SWEEP-BACK ANGLE)

β : ÖNDER KENAR AÇISI

δ : İZLER KENAR AÇISI

$\bar{t}$: ORTALAMA KALINLIK

A : YÜZEY ALANI (veya $\bar{b} \cdot \bar{C}$)

$$AR = \text{YAN ORANI} = \frac{(\bar{b})^2}{A} = \frac{\bar{b}}{\bar{C}}$$

ŞEKİL 5.1. SALMA YAPISI ve TERİMLERİ

5.1. PERFORMANS HESABI TEORİSİ [13]

Yelkenli tekne performansı, teknenin seyir yönüne ve içinde seyrettiği rüzgar koşullarına, daha açık bir ifade ile gerçek rüzgar hızı ve açısına göre farklılık gösterir. (Orsa, apaz, pupa.Bkz. Şekil.2.1.)

Konuya burada yapılan yaklaşım, temel aerodinamik ve hidrodinamik teorilerden yararlanarak, tekne performansını bir mühendislik matematiği problemi haline dönüştürmektir. Bu durumda bilinenler veya girdiler, gerçek rüzgar hızı ve açısıdır. Bilinmeyenler ise;

- 1) Meyil açısı,
- 2) Tekne hızı,
- 3) Sürüklenme açısı,
- 4) Görünen rüzgar hızı,
- 5) Görünen rüzgar açısı' dır.

Bu beş bilinmeyen için beş eşitlik yazılarak çözümüne ulaşılabacaktır. Problemi oluşturan eşitlikler aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

1) Meyil eşitliği:

Tekne ve Salma	=	Arma ve Yelken
Doğrultucu Momenti		Yatırımcı Momenti

2)İlerletme Kuvveti Eşitliği:

Rota yönündeki = Toplam Direnç + Sürüklenme Direnci
 Yelken Kuvvetleri (Sürtünme,Dalga (Salma, Dümen ve
 (Yelken, Rüzgar Dalgalı Deniz) Tekne)
 Karışık hava etkisi

3)Yanal Kuvvet Eşitliği:

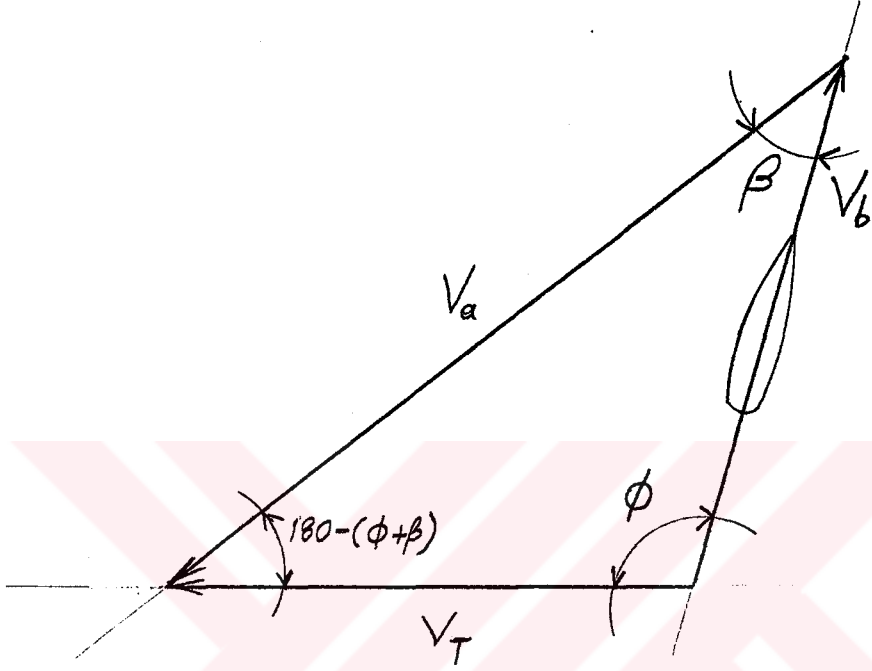
Yelken ve Rüzgar Direnci = Tekne, Salma, Dümen
 Yanal Kuvvetleri Yanal Kuvvetleri

4)Rüzgar Üçgeni Eşitliği:

Şekil.5.2.'de verilen rüzgar üçgeninden;

- a)Görünen Rüzgar Hızı, Cosinüs teoremi
- b)Görünen Rüzgar Açısı, Sinüs teoremi.

Bütün bu eşitliklerin daha açık olarak kurulmasında kullanılmak üzere ve bazı yarış kurallarında da ifade edilen kavramlar Tablo.5.1.'de listelenmiştir.



- ϕ : Rota Açısı
 β : Görülen Rüzgar Açısı
 V_b : Tekne Hızı
 V_T : Gerçek Rüzgar Hızı
 V_a : Görülen Rüzgar Hızı

ŞEKİL 5.2. RÜZGAR ÜÇGENİ

Tablo.5.1

<u>Terim</u>	<u>Tanım</u>
FMD....(h)...	Mastoride fribord
DM.....	Salmalı Draft
P.....	Güverte üstünden yaklaşık yelken yüksekliği
BWL....(b)...	Su Hattı Genişliği
θ	Meyil Açısı
W_T	Deplasman
LOA.....	Tam Boy
LWL.....	Su Hattı Boyu
L.....	Efektif Boy

5.2.MEYİL EŞİTLİĞİ

5.2.1.Tekne Doğrultucu Momenti

Teknenin deplasmanını oluşturan ağırlık gruplarını, deplasman cinsinden ifade etmek mümkündür:

i)Salma Ağırlığı= KWR/W_T

ii)Arma Ağırlığı= $W_T/30$

iii)Mürettebat ve Donanım= $W_T/20$, $W_T/10$

KWR, burada incelenen yarış tekneleri için yarış kurallarıyla sınırlandırılmış bir değerdir. Ancak genel anlamda yarış sınıfı harici teknelerde, tasarımcı kendi oranını belirlemekte serbesttir. Diğer oranlar için de bu geçerlidir.

Sekil.5.3.'te teknenin meyilli olduğu taraftaki fazladan suya girmiş, üçgen kesitte ve efektif su hattı boyunda olan hacim genellikle 0.5 kabul edilen form katsayısıyla aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$V_{hi} = (1/2 * h * b/2) * L/2 = bhL/8 \quad (5.2.1)$$

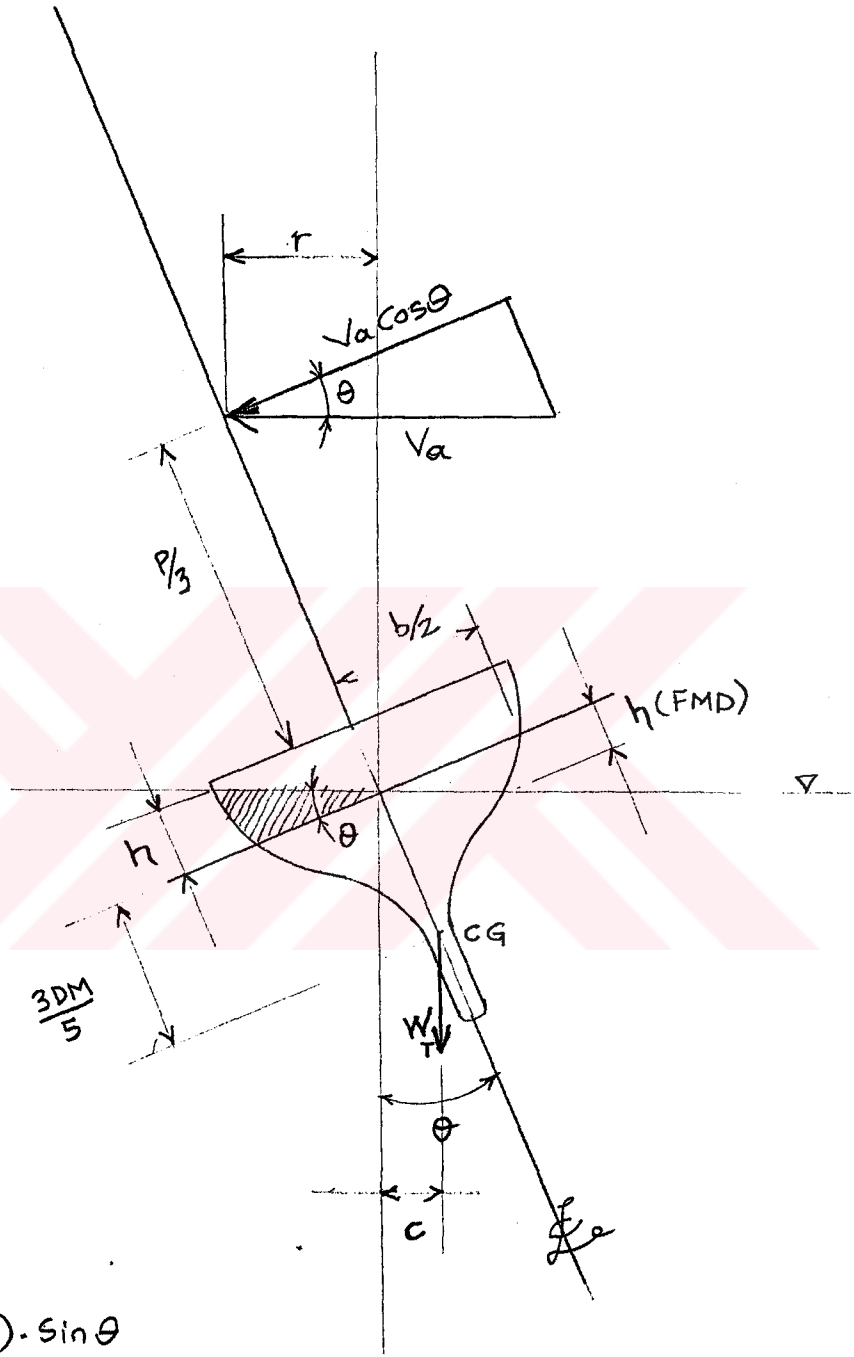
Bu hacmin moment kolu;

$$(2/3) * (2/3) * (b/2) * \cos\theta = (2/9)b\cos\theta \text{ 'dır.}$$

Giren ve çıkan hacimlerin eşitsizliği nedeniyle, tekne bir dengeleme yapmak zorundadır. Sudan çıkan kısım için en son durumda moment kolu $(2/9)b\cos^2\theta$ kabul edilir. Buna göre toplam tekne doğrultucu momenti;

$$M_H = (2/9)b\cos\theta * (1 + \cos\theta) * (bhL/8) \quad ft^4 \quad (5.2.2)$$

olacaktır.



$$T = (FMD + P/3) \cdot \sin \theta$$

$$C = (3/5 DM) \cdot \sin \theta$$

* TANIMLAR İÇİN BKG, TABLO 5.1

ŞEKİL 5.3. MEYİLLİ TEKNE KESİTİ

$\rho_w = 64 \text{ lb/cuft}$ alınarak ve $\text{tg}\theta = h/(b/2)$ den

$$M_H = 0.9 * b^3 L (1 + \cos\theta) * \sin\theta \text{ ft.lb dir.} \quad (5.2.3)$$

Meyil nedeniyle oluşan efektif su hattı boyu L de θ 'nın bağılısıdır. Meyil yaptıktan sonra su hattı boyundaki değişim aşağıdaki şekilde ifade edilir;

$$L = \text{LWL} + (\text{LOA} - \text{LWL}) * (\sin\theta/2)$$

Bu durumda tekne doğrultucu momenti, ölçülebilen değerler cinsinden elde edilir;

$$M_H = 0.9 * b^3 * \{ \text{LWL} + (\text{LOA} - \text{LWL}) * (\sin\theta/2) \} * (1 + \cos\theta) * \sin\theta \text{ ft.lb} \quad (5.2.4)$$

Aynı moment değeri herhangi bir teknede daha doğru olarak kabuller yapılmaksızın, doğrudan gerçek değerleriyle (efektif boy, suya batan meyilli hacim ve merkezi) hesaplanabilir.

5.2.2. Salma Doğrultucu Momenti

$M_K = \text{Salma Ağırlığı} * \text{Salma Moment Kolu}$

şeklinde ifade edilir. Buradaki iki büyüklüğü de teknede ölçülebilen büyüklüklere dönüştürmek mümkündür. Ancak genel anlamda bakıldığında tekneye ait gerçek değerlerini hesaplamak daha doğru olacaktır.

Salma Ağırlığı = KWR/W_T

Salma Moment Kolu = $c = (3/5) * D \sin \theta$

(Salma Ağırlık Merkezi, draftın 3/5'i alınmıştır.)

$$M_K = (3/5) * DM * KWR * W_T * \sin \theta \quad \text{ft.lb} \quad (5.2.5)$$

5.2.3.Arma Yatırıcı Momenti

$M_R = \text{Arma Toplam Ağırlığı} * \text{Arma Moment Kolu}$

Bu hesaplama için yapılan kabuller; toplam tekne ağırlık merkezi su hattındadır ve yelken şekli ile bumbanın güverteden yüksekliği önemsenmemiştir. Arma ağırlık merkezi ise "P" ortalama yelken yüksekliğinin 1/3'ünde alınmıştır.

Arma Toplam Ağırlığı = $W_T/30$

Arma Moment Kolu = $r = (FMD + (P/3)) \sin \theta$

$$M_R = (1/90) W_T (3FMD + P) \sin \theta \quad \text{ft.lb} \quad (5.2.6)$$

5.2.4.Yelken Yatırıcı Momenti

Yelken kuvveti bileşenleri Şekil.5.4'te gösterildiği gibidir. Bölüm.5.3.'te açıklanacağı gibi, görünen rüzgar kuvvetinin meyil yaptıran yanal bileşeni;

$$F_L = (1/2) \rho_a V_a^2 A_s (C_L / \cos \gamma) (\cos(\beta - \gamma)) (\cos \theta) \quad (5.2.7)$$

olacaktır. Sürüklenme açısı λ sebebiyle oluşan yatırııcı kuvvet çok küçük olduğundan ($\ll 1Ch$) önemsenmeyecektir. Bu durumda toplam yelken yatırııcı momentini;

$$M_s = F_L ((P + 3FMD)/3) \cos \theta$$

$$M_s = ((P + 3FMD)/6) \rho_a V_a^2 A_s (C_L / \cos \gamma) (\cos(\beta - \gamma)) (\cos^2 \theta) \quad (5.2.8)$$

'dır.

Toplam Meyil Eşitliği:

$$M_H + M_K - M_R = M_s$$

$$\begin{aligned} & \left((2/3) * b^3 * (LWL + (LOA - LWL) * (\sin \theta / 2)) * (1 + \cos \theta) \sin \theta \right) + \\ & \left((3/5) * DM * KWR * W_T * \sin \theta \right) - \left((1/90) W_T (3FMD + P) \sin \theta \right) = \\ & ((P + 3FMD)/6) \rho_a V_a^2 A_s (C_L / \cos \gamma) (\cos(\beta - \gamma)) (\cos^2 \theta) \quad (5.2.9) \end{aligned}$$

Bu eşitliğin sol tarafı yarış teknelerinde meyil tecrübesiyle ölçülen bir değer olarak $W_T G M \sin \theta$ şeklinde de ifade edilebilir. Ancak bu ifade θ 'nın küçük değerlerinde geçerli olmakla birlikte açı büyüdükçe doğruluğunu yitirir.

Toplam meyil eşitliğinden görünen rüzgar hızı V_a çekilerek, θ meyil açısı ile aşağıdaki gibi ilişkilendirilebilir:

$$V_a^2 = B * (\sin \theta / \cos^2 \theta) \quad (5.2.10)$$

B: Uygun bir meyil katsayısı

Orsa seyrinde B; (Ana yelken ve genoa ile)

$$B = \frac{6 \cos \gamma \left\{ \left(\frac{2}{3} \right) L (1 + \cos \theta) + \left(\frac{3}{5} \right) KWR W_T DM - \left(\frac{1}{90} \right) W_T (3FMD + P) \sin \theta \right\}}{(P + 3FMD) \rho_a A_{\frac{1}{2}} CL \cos(\beta - \gamma)} \quad (5.2.11)$$

Pupa seyrinde Balon yelken kullanılarak;

$$B = \frac{8L(BWL^{\frac{3}{2}}) + (3.6)KWR DM - (0.067)W_T(3FMD + P)}{(P + 3FMD) \rho_a ADWDR \cos(\beta - \gamma_{DW})} \quad (5.2.12)$$

ADWDR: $1.2 \times (\text{Ana yelken} + \text{Balon alanı})$

γ_{DW} : Balon sürüklenme açısı $\tan^{-1}(C_D/CL)$

5.3. İlerletme Kuvveti Eşitliği

5.3.1. Rota Yönündeki Yelken Kuvvetleri

Bez yelkenler karmaşık aerofoil yapıdadırlar. Çünkü rüzgar şiddeti ve hücum açısına göre şekil değiştirirler. Çarpık şekilli ve bumbadan direk tepesine doğru farklı kesittedirler. Genel olarak sehim oranı (camber ratio) $1/7$ ve yan oranı 2 'den büyük olan yelkende, hücum açısı 5 derece civarında ve kaldırma katsayısı 1.2 ile 1.6 arasındadır. Ve bu

ideal yelken olarak kabul edilebilir. Şekil.5.4.'ten kuvvet bileşeni katsayıları aşağıdaki gibi yazılabilir:

Kaldırma kuvveti	$C_L = C_T \cos \gamma$
Sürüklenme kuvveti	$C_D = C_T \sin \gamma$
Yanal kuvvet	$C_H = C_T \cos \delta$
İlerletme kuvveti	$C_R = C_T \sin \delta$
Kaldırma/Sürüklenme açısı	$\gamma = \cot^{-1}(C_L/C_D)$
İlerletme kuvveti açısı	$\delta = \tan^{-1}(C_R/C_H)$
ve, $\delta = \beta - \gamma$ $90 + \beta - \gamma = 90 - \delta$	

Yelkende ortalama kaldırma kuvveti katsayısı, yelkenin sehimine, görünen rüzgar açısına ve hızına bağlıdır. Ancak her farklı, görünen rüzgar açısı için kaldırma kuvveti katsayısı tam olarak, yelkenin şekline, kesitine, toruna ve ıskotalanışına bağlıdır. Bunlar yarış veya normal seyirde yelkenden elde edilecek verimi o anda etkileyen faktörlerdir.

Genel olarak $\beta = 25$ derecelik gerçek rüzgar açısında orsa seyirinde C_L , 1.2 civarındadır. Apazda 1.6 civarına yükselir. Pupa seyirinde ise 1-1.4 arasındadır. Buna göre yelken ilerletme kuvveti aşağıdaki gibidir:

$$F = (1/2) \rho_a V_a^2 A C_R = (1/2) \rho_a V_a^2 A C_T \sin \delta$$

$$F = (1/2) \rho_a V_a^2 A_s (C_L / \cos \gamma) \sin(\beta - \gamma) \quad (5.3.1)$$

İlerletme kuvvetinde meyilden dolayı oluşan azalma meyil açısı θ ile değişir. Ve yelken ilerletme kuvveti,

Orsada;

$$F_h = (1/2)\rho_a V_a^2 A (C_L / \cos\gamma) \sin(\beta - \gamma) \cos\theta \quad (\text{genoa}) \quad (5.3.2)$$

Pupada;

$$F_{spin} = (1/2)\rho_a V_a^2 A D W D R \cos\theta (\sin\beta)/2 \quad (\text{balon}) \quad (5.3.3)$$

şeklinde ifade edilir.

5.3.2. Sürtünme Direnci

Sürtünme direnci katsayısı Prandtl ve Schlichting tarafından aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$C_f = \frac{0.455}{\log(V_b L / \nu)^{2.58}} \quad \nu: \text{viskozite} \quad (5.3.4)$$

Buna göre tekne, salma ve dümene ait toplam sürtünme direnci;

$$R_f = (1/2)\rho_w V_b^2 (A_h C_{fh} + A_k C_{fk} + A_r C_{fr}) \quad (5.3.5)$$

i: (h)tekne, (k)salma, (r)dümen

Ai: Islak Alan

Cfi: Sürtünme Direnci Katsayısı

Genel olarak yat formları dikkate alındığında, tekne ıslak alanı meyil durumuna göre farklılık gösterdiğinden, her meyil açısına karşılık ayrı hesaplanması gerekir. Ancak yarış kurallarında ölçülen ve elde var olan kavramlar cinsinden ıslak alan ampirik olarak aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$A_h = 0.74 * LWL * MG$$

MG: Mastorideki ıslak posta boyu

5.3.3. Dalga Direnci

Yat formlarına uygun teorik dalga direnci henüz tanımlanabilmiş değildir. Bu yüzden istatistik ve deneysel sonuçlardan elde edilen datalara uygun ampirik yaklaşımlar kullanılmaktadır. Dalga direncinin su hattı boyu ile (veya $\sqrt{L}$) ya da Froude sayısı ile değiştiğini söylemek mümkündür. Buna göre;

$$WAD = \frac{(0.12) V_b^2 A_h W_T (V_b - WAC \sqrt{L})^{2.5}}{L^4 g \cos^2 \theta} \quad (5.3.6)$$

g : yerçekimi ivmesi,

WAC: Dalga Direnç Katsayısı (Deneysel olarak 1.2 bulunmuştur.)

Tekne formuna ait BWL/LWL ve $V/\sqrt{L}$ oranları da dalga direncinde etkili olduklarından WAD üzerinde aşağıdaki düzeltmeler yapılmalıdır.

$$WAD_1 = WAD(1+10*((BWL/LWL)-0.26)^2) \quad (5.3.7)$$

$$WAD_2 = WAD_1 (V/\sqrt{L})^{0.3} \quad (5.3.8)$$

5.3.4. Dalgadan Dolayı Direnç Artışı

Bu etkinin tam olarak ne ölçüde olduğu bilinmemektedir. Yine ampirik yaklaşımlara başvurulmuştur. Durgun sudaki direnç artışı, dalgaya karşı gidildiğinde ve dalga boyu tekne boyundan büyük olduğu durumdaki direnç artışı ile aynı karakteristik özellikleri göstermektedir. Ayrıca fribordu yüksek teknelerde dalgadan dolayı direnç artışı kimi zaman dövünme etkisiyle oluşan dirençten çok, hızla orantılı olmaktadır. Düşük rüzgar ve/veya tekne hızlarında oluşan dalgalar ve ek direnç toplam dalga direncine kıyasla çok küçük olduğundan önemsenmeyebilir.

Dalgaların tekneye geliş açıları da göze alınması gereken bir faktördür. Bunlara göre verilen dalgadan dolayı direnç artış değeri;

$$RWD = \frac{RWC \cdot WAD \cdot \phi \cdot V_b^2}{(W_T)^{0.5} (LOA)^{1.5}} \quad (5.3.9)$$

RWC : Dalgadan Dolayı Direnç Artışı
Katsayısı

WAD : Dalga Direnci

ϕ : Gerçek Rüzgar Açısı (Radyan)

5.3.5.Karışık Hava Etkisi

Bu etki çırpıntılı deniz-mutedil hava, ya da sakin deniz rüzgarlı hava durumlarında görülür. Bu durumda da kesin bir yaklaşımda bulunmak mümkün değildir, ancak yine de bu etki aşağıdaki bağıntı ile özetlenebilir:

$$RAD = \frac{(RAC)(SDF) V_b^2}{(W_T)^{0.5} L \sin(\beta - \gamma)} \quad (5.3.10)$$

RAD: Karışık hava direnci

RAC: Karışık hava direnç katsayısı

SDF: Yelken ilerletme kuvveti

5.3.6.Sürüklenme Direnci

Teknenin ve su altı takıntılarının, sürüklenme açısı kadar bir hücum açısı oluşumu sonucunda oluşturdukları yanal kuvvete sürüklenme direnci denir.

Toplam Sürüklenme	=	Salma	+	Dümen	+	Tekne
Direnci		S.D.		S.D.		S.D.

$$R_i = (1/2) \rho_w V_b^2 (A_k C_{dik}/2) \cos \theta + (1/2) \rho_w V_b^2 (A_r C_{dir}/2) \cos \theta +$$

$$(1/2) \rho_b V_b^2 (A_h C_{dih}/3) \quad (5.3.11)$$

Son terimdeki ıslak yanıl alan, toplam tekne ıslak alanının 1/3'ü alınmıştır. Fakat gerçekte teknenin yanıl alanının (profil izdüşüm alanı) yan oranı, çok küçük bir değer olduğundan bu terim toplam sürüklenme direncinde çok az bir yüzdeyi oluşturur.

Buradaki sualtı elemanlarının sürüklenme direnci katsayıları ve terminoloji aşağıdaki gibidir:

$$AR: \text{Yan Oranı} = \frac{(\text{Yükseklik})^2}{\text{Alan}} = \frac{\text{Yükseklik}}{\text{Ortalama Genişlik}}$$

λ : Sürüklenme Açısı

$$C_{di} = \frac{(GL)^2}{\pi AR} \quad (5.3.12)$$

$$C_{dik} = \frac{6 c_k h_k (\lambda)^2}{(h_k + c_k)^2} \text{-----Salma} \quad (5.3.13)$$

$$C_{dir} = \frac{6 c_r k h_r (\lambda)^2}{(h_r + c_r)^2} \text{ -----Dümen} \quad (5.3.14)$$

$$C_{dir} = 0.3 (\lambda)^2 \text{ -----Tekne} \quad (5.3.15)$$

5.3.7.Rüzgar Direnci

Teknenin direk, arma elemanları, mürettebat, davlumbaz ve su üstünde kalan kısmı görünen rüzgar etkisiyle bir ek direnç oluşturur. Bu direnç:

$$R_{vf} = (1/2) \rho_a V_a^2 (A_{vf} C_{vf} + A_{hf} C_{hf}) \cos \beta \quad \text{veya,}$$

$$R_{vf} = (1/2) \rho_a V_a^2 A_{tw} C_{tw} \cos \beta \quad (5.3.16)$$

şeklinde ifade edilen rüzgar direncidir.

A_{tw} :Rüzgardan etkilenen (yelken hariç) toplam yüzey alanı

C_{tw} :Toplam rüzgar direnci katsayısı

Toplam İlerletme Kuvveti Eşitliği:

Yelken İlerletme = Toplam Direnç (B)+ Sürüklenme Direnci(C)
Kuvveti (A)

(A):

$$\left[\begin{array}{l}
 \text{Orsada;} \\
 F_h = (1/2) \rho_a V_a^2 A_s (C_L / \cos \gamma) \sin(\beta - \gamma) \cos \theta \quad (\text{genoa}) \\
 \text{Pupada;} \\
 F_{spin} = (1/2) \rho_a V_a^2 A_{DWDR} \cos \theta (\sin \beta) / 2 \quad (\text{balon})
 \end{array} \right]$$

=

(B):

Sürtünme + Dalga + Dalgalı Deniz; (Rf+WAD+RWD)

$$\left[\begin{array}{l}
 (1/2) \rho_w V_b^2 \{A_h C_{fh} + A_k C_{fk} + A_r C_{fr}\} \\
 + \frac{(0.12) V_b^2 A_h W_T (V_b - WAC \sqrt{L})^{2.5}}{L^4 g \cos^2 \theta} \\
 + \frac{RWC \text{ WAD } \phi V_b^2}{(W_T)^{0.5} (LOA)^{1.5}}
 \end{array} \right]$$

+

(C):

$$\left[\begin{array}{l}
 (1/2) \rho_v V_b^2 (A_k C_{dik} / 2) \cos \theta + (1/2) \rho_v V_b^2 (A_r C_{dir} / 2) \cos \theta + \\
 (1/2) \rho_b V_b^2 (A_h C_{dih} / 3)
 \end{array} \right]$$

(5.3.17)

5.4.Yanal Kuvvet Eşitliği

Yelken kuvvetleri ve rüzgarın, sürüklenme açısı oluşturarak, tekne takıntılarının da kaldırma kuvveti oluşturması aşağıdaki yanal kuvvet eşitliğindeki gibi ifade edilir:

Yelken + Rüzgar = Tekne Kaldırma + Dümen + Salma
Yanal Kuvveti Direnci Kuvveti K.K. K.K.

$$(1/2)\rho_a V_a^2 \{A_s (C_L / \cos \gamma) \cos(\beta - \gamma) \cos \theta + A_{tl} C_{dw} \sin \beta\} = \\ (1/2) \{ (A_h / 3) C_{Lh} + (A_r / 2) C_{Lr} \cos \theta + (A_k / 2) C_{Lk} \cos \theta \} \quad (5.4.2)$$

A_{tl} : Tekne, davlumbaz, direk ve armanın toplam yanal alanı

C_{dw} : Yanal rüzgar direnci katsayısı

C_{Lh} : Tekne kaldırma katsayısı

C_{Lr} : Dümen kaldırma katsayısı

C_{Lk} : Salma kaldırma katsayısı

Burada meyil etkisi, tekne kaldırma kuvvetinde gözükmemektedir($\cos \theta$). Çünkü tekne yanal alanının meyil ile değişimi $\cos \theta$ ile açıklanamayacak kadar karmaşık bir yapıda ve burada ele alınan birinci derece bir yaklaşım için gereksiz bir hassaslık olacaktır.

Yukarda ifade edilen kaldırma katsayıları, sürüklenme açısı ve her bir elemana ait yan oranları cinsinden yazılabilir. Bu durumda tek bilinmeyen λ sürüklenme açısı olarak kalacaktır. Salma ve dümen sürüklenme açısı etkisinde, 0-10 derece arası ve hatta daha küçük açılarda çalıştıklarından dolayı bağıntılar $CL-\lambda$ eğrisinin [8] lineer kısmında yer alır. Bu sebeple basit airfoil teorisi uygulanacaktır.

Simetrik NACA profillerinde,

$$CL = \frac{a_o}{1 + (a_o / \pi AR)} \quad \text{kullanılır.} \quad (5.4.2)$$

Örneğin NACA 0012 profili için $a_o = 6.0$ (1/rad) dır. Salma ve dümen tekne gövdesine bağlanmış elemanlar oldukları ve etrafındaki akım tekne tarafından bozulduğu için "efektif" yan oranları iki katı olmaktadır.

$$AR_k = (2hk / ck) \cos \theta$$

$$AR_r = (2hr / cr) \cos \theta$$

$$CL_k = \frac{6\lambda}{1 + (ck / hk) \cos \theta} \quad (5.4.3) \quad CL_r = \frac{6\lambda}{1 + (cr / hr) \cos \theta} \quad (5.4.4)$$

Teknenin yan oranı, serbest yüzey etkisi ve yuvarlak dolgun kesitleri sebebiyle 0.07-0.15 arasında değişir. Ayrıca, bu gibi yan oranlarında basit lineer kaldırma kuvveti teorisi geçersiz kalmaktadır. Bunu için yarış teknelerinde deneysel olarak bulunan tekne kaldırma kuvveti katsayısı, $C_{Lh}=0.3 \lambda$ şeklinde ampirik olarak verilmiştir.

5.5.Rüzgar Üçgeni Eşitlikleri

Denklem takımının çözümünde kullanılacak olan rüzgar üçgeni eşitlikleri Şekil.5.2'den çıkarılacaktır. Cosinüs teoremi ile görünen rüzgar hızı V_a , Sinüs teoremi ile de görünen rüzgar açısı β bulunur.

$$V_a^2 = V_b^2 + V_T^2 - 2V_b V_T \cos \phi \quad (5.5.1)$$

$$\frac{V_a}{\sin \phi} = \frac{V_T}{\sin \beta} \quad (5.5.2)$$

5.6.Eşitliklerin Çözümü

Buraya kadar ifade edilen eşitlikler, iterasyonla çözülecek, farklı gerçek rüzgar hızı ve gerçek rüzgar açıları değerlerine karşılık teknenin yapacağı meyil açısı, tekne hızı, sürüklenme açısı, görünen rüzgar hızı ve açısı elde edilecektir.

1.Adım: λ_o , θ_o ve V_{bo} ilk yaklaşım değerleri tahmini olarak saptanır. V_T ve ϕ , gerçek rüzgar hızı ve açısı veri olarak girilir. Rüzgar üçgeninden (5.5.1) eşitliği-Cosinüs teoremi ile V_{a1} görünen rüzgar hızı, (5.5.2) eşitliği-Sinüs teoremi ile β görünen rüzgar açısı hesaplanır.

2.Adım: V_{a1} , meyil dengesi denkleminde (5.2.9) yerine konularak meyil açısı θ_1 bulunur.

3.Adım: V_{a1} , β , θ_1 ilerletme kuvveti (5.3.17) ve yanal kuvvet (5.4.1) eşitliğinde yerine konularak, bu iki denklemin birlikte çözümü ile V_{b1} tekne hızı ve λ_1 sürüklenme açısı elde edilir. V_{b1} değeri rüzgar üçgeninde yerine konularak (5.5.1) yeni bir V_{T1} gerçek rüzgar hızı hesaplanır.

4.Adım: Sonuç olarak V_T ile V_{T1} farklı olacaktır. Bu durumda V_{bo} , (V_T/V_{T1}) oranı ile düzeltilerek, iterasyona 1.ci adımdan $V_{Ti}=V_{Ti+1}$ elde edilene dek devam edilir.

SONUÇ

Yat tasarımı konusunda ülkemizin değişen koşullarıyla birlikte ortaya çıkan yeni gereksinimler, ciddi çalışmalar yapılması zorunluluğunu ortaya koymuştur. Bu çerçevede burada, halen çeşitli şekillerde karşılaşılan yat tasarımcılığına bir standart getirilmesi hedef alınmıştır.

İlk bölümlerde yelkenin tarihsel gelişimi özetlenerek, önemi vurgulanmıştır. Yelkenli teknede denge kavramı, teknenin seyir yönlerine göre üzerindeki farklı karakterdeki kuvvetler ve etkileri tanımlanarak açıklanmıştır. Böylece ülkemizde yaygın olan çoğunlukla sadece pupa seyri yapabilen ve yelkencilik vasıfları çok iyi olmayan, gulet ve tırhandil teknelerinde ne tarzda geliştirmeler ve iyileştirmelerin yapılması gerektiğine dair temel kriterler tanımlanmıştır.

4.Bölümde "yelkenli tekne tasarımı nasıl olmalıdır" sorusuna yanıt aranmıştır. Bu aşamada tasarımı iki parçaya ayırmak gereği ortaya çıkmıştır. Ön tasarım ve tasarım olarak bölümlendirilen tasarım prosedüründe, yapılması gereken tasarım elemanları, mümkün olduğunca geniş ölçüde yelkenli tekneleri kapsayacak biçimde ayrı ayrı açıklanmıştır. Resimlerin oluşum sırası, genel hedefler ve en çok karşılaşılan tasarım istekleri doğrultusunda dizgelenmiştir.

Son bölümde kurulan performans eşitlikleriyle, değişik gerçek rüzgar hızı ve açılarında, teknenin yapacağı meyil açısı, sürüklenme açısı ve tekne hızı gibi performans değerlerini hesaplama yöntemi verilmiştir. Kurulan bu dizge ile herhangi bir yelkenli teknenin başarıyla tasarımı mümkün hale getirilmiştir.



KAYNAKÇA

- [11]- BAADER J. , The Sailing Yacht
Adlard Coles Ltd.Granada Publ. ,
LONDON,1979
- [12]- ÖNEY A.M. , Yelken Kursları ,
Türk Donanma Vakfı Yayını, No.2,
ANKARA,1977
- [13]- HENDERSON R. , The Racing Cruiser
Reilly & LeeBooks, CHICAGO,1970
- [14]- NUTKU A. , KÜÇÜK F. , Türk Kıyı Tekneleri I,
Çektirme ve Gulet, İ.T.Ü.Gemi
Enst. Bülteni, İSTANBUL,1963
- [15]- TEKOĞUL N. , Bodrum Guletlerinin Hidromekanik
İncelemesi, D.E.Ü.Den.Bil.ve Tek.Enst. ,
Y.Lisans Tezi, İZMİR,1986
- [16]- DAVIDSON K.S.M. , Some Experimental
Studies of the Sailing Yacht,
Transactions SNAME Vol.1,1936
- [17]- GUTELLE P. , The Design of Sailing Yachts
Nautical Books Mcmillan, LONDON,1984

[8]- MARCHAJ C.A., Sailing Theory and Practice
Granada Publishing Ltd., N.Y., 1973

[9]- KRAMER J.A.M., Criteria for Cruising Yachts
Symposium Yacht Arch., DELFT, 1975

[10]- KINNEY F.S., Skene's Elements of Yacht
Design, Dodd, Mead & Company, NY, 1973

[11]- SABUNCU T., Gemi Manevraları ve Kontrolü,
İTÜ, İSTANBUL, 1985

[12]- LYLE R., "Draw me a Dream", Wooden Boat
Magazine, Maine USA, Vol.104, Jan.1992

[13]- MYERS A.H., Theory of Sailing Applied to Ocean
Racing Yachts, Marine Technology,
Maryland, 1975

ÖZGEÇMİŞ

İBRAHİM KARATAŞ, Şubat 1968'de MUĞLA, Yenice'de doğdu. Orta öğrenimini Muğla Turgut Reis Lisesinde tamamladıktan sonra 1984 yılında İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fak., Gemi İnşaatı Bölümü'nde Lisans öğrenimine başladı. Eylül 1988'de mezun olarak aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ne kaydoldu. Bir yıl süreyle izin aldı. Bu dönemde, Bodrum'da AĞANTUR LTD.'de Y.Müh.M.ÖZKALAY ile yat tasarımcısı olarak çalıştı. Bu süre boyunca Bodrum'da gulet, tırhandil, aynakıç gulet ve çektirmelerin yat olarak tasarımı ve inşaatında bulundu. "Bodrumlu Gönüllüler" grubunca her yıl düzenlenen temizlik kampanyalarında kullanılmak üzere 14 m.Loa çöp toplama teknesinin tasarım grubunda yer aldı. Mayıs 89'da yat dizayneri R.C.G.LYLE ile aynı ofiste 25 m.Loa bir modern-klasik teknenin tasarımını gerçekleştirdi. 1989-90 döneminde İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitü'sünde Yüksek Lisans programına başladı.Kasım 89-Haziran 90 arasında Dalaman'da inşaa edilen 16m.Loa bir ketchin tasarımcılığını ve inşaat kontrolörlüğünü yaptı. Temmuz 90'da Y.Müh.O.T.KALAYCIOĞLU ve yat tasarımcısı Ed DUBOIS tarafından tasarımı yapılan 50 m.Loa bir mega-yacht olan TURQUOISE'ın inşaatında inşaat sorumlusu olarak çalışmaya başladı. Halen aynı inşaatı Yeni Zelanda ve Hollanda'lı danışmanlarla ortaklaşa yürütmektedir.Bodrum'da bulunduğu yıllarda "Türkiye Yacht" dergisinde, Bodrum tekneleri ve tersanelerine ilişkin yayınlanmış araştırma ve makaleleri bulunmaktadır.

Tarih: 21. 7. 1992

İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Aşağıda adı geçen öğrencinin 1991-92 Yaz döneminde, yönetimimde hazırlamış olduğu Yüksek Lisans tezi tarafımdan incelenerek yazım kılavuzuna uygun olduğu saptanmıştır.

Gereği için bilgilerinize sunulur.

ÖĞRENCİNİN ADI VE SOYADI: İbrahim Karabaş
ENSTİTÜ NO : 888.Y.007
ANABİLİM DALI : Geni İnşaatı

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. ÖMER BEKİK
Ömer Bekik

ANABİLİM DALI BAŞKANI velisi

Y. Doç. Dr. Metin Teylan

Metin Teylan