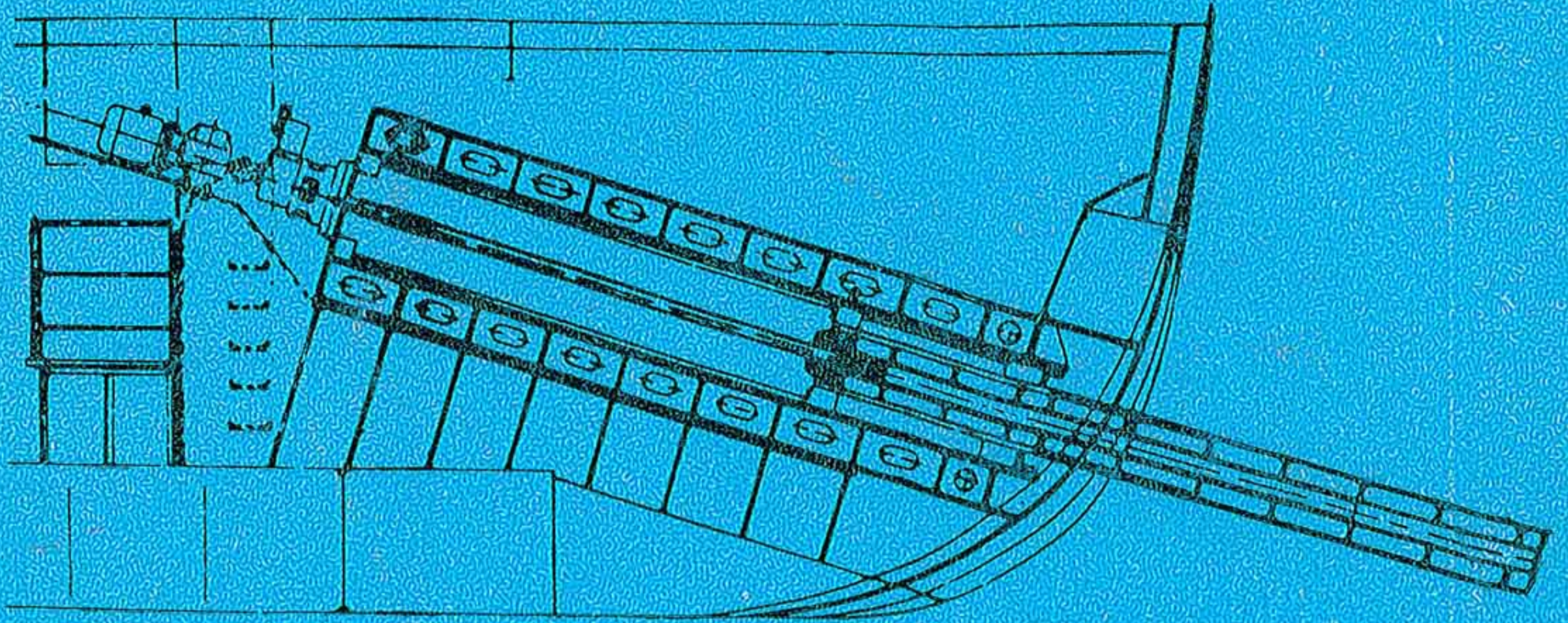




GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

tmmob gemi mühendisleri odası yayın organı

Sayı 93 Temmuz 1984



- GEMİ FORMUNUN MATEMATİKSEL TANIMI I
- VERİLEN BİR GEMİ İÇİN YALPA FİNLERİNİN DİZAYNI
- DİNAMİK STABİLİTE KRİTERİNİN PRATİK DEĞERLENDİRMESİ
- DENİZDE YANGINDAN KORUNMA KURALLARI VE TÜZÜKLERİ
- ODADAN HABERLER

*Burçelik A.Ş. 1969'dan beri klasli parçaları ile
Gemi İnşa Sanayinin hizmetindedir.*

A-Çapalar - Çıposuz - Union tipi

12-30-60-100-125-150-200-250-300-400-500-650-760-
900-1000-1250-1500-1750-2500-2500-3000-3500-4000-5000-6000
7000-8000-12000 - Kg. lık.

B-Lokmalı - Yekpare Zincirler

Ø 31 den Ø 102'ye kadar, yüksek mukavemetli (high strength steel) veya çok yüksek mukavemetli (extra high strength steel) malzemedendir.

C-Zincir Aksesuarları:

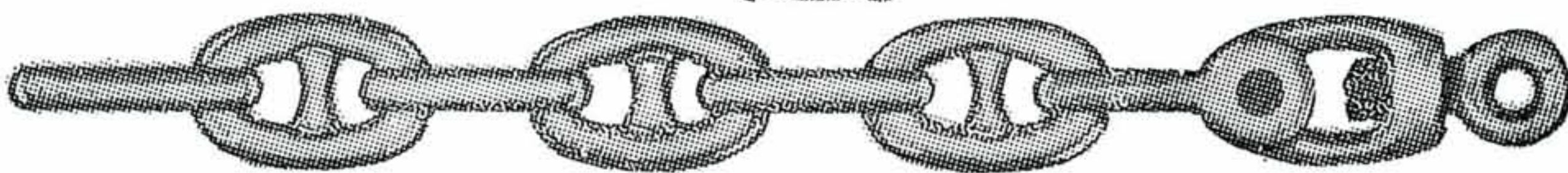
- Firdöndüler
- Çapa kilitleri
- Zincir kilitleri
- Yer halkaları, mapalar
- Örünceler
- Çabuk çözülür palamar kancaları.
- QRH



D- Diğer Parçalar:

(6 ton net ağırlığa kadar.)

- Saft bosaları
- Dümen bosaları
- Kırt nozülleri
- İskele babaları
- Valfler
- A-Braketler
- Localar
- Kırt ağızları
- Silindir kapakları.



Marmara Transport A.Ş.

LPG GEMİLERİ

TANKERLER

KURU YÜK GEMİLERİ

KONTEYNER GEMİLERİ

BASINÇLI LPG TANKLARI

YENİ GEMİ İNŞAATI

TAMİR İŞLERİ

TADİL BOY UZATMA

Yapımında Tecrübeli

MARMARA TERSANESİ

MERKEZ : Galatasaray, Yeniçeri Sok. Vakıf Han No. 20 Kat 3

BEYOĞLU - İST. Tel. : 143 03 74 - Telex : 24314 Marp Telgraf : Marp

TERSANE Çaykoz Mevkii YARIMCA - KOCAELİ

Telefon : TÛTUNÇİFTLİK 2096

Telex : 33100 M TER TR

BAŞVURU KİTAPLIĞINIZDAKİ EKSİKLİĞİ GİDEREN YENİ YAYINIMIZI ALDINIZ MI?

Yayın No. 9 :

Çelik Tekne Kaynağı İçin Yararlı Bilgiler

Çeviren : Behçet TUĞLAN

Ederi : 250 TL.

Diğer Yayınlarımız

Yayın No. 1 :

Birinci Gemi Mühendisleri Kongresi 1968

Ederi : 200 TL.

Yayın No. 2 :

İkinci Gemi Mühendisleri Kongresi 1969

Ederi : 200 TL.

Yayın No. 3 :

Üçüncü Gemi Mühendisleri Kongresi 1973

Ederi : 200 TL.

Yayın No. 4 :

Denize İndirme

Ederi : 200 TL.

Yayın No. 5 :

**11 - 14 Aralık 1979 1. Ulusal Gemi Yapım Sanayi
Haftası (Tükendi)**

Ederi : 250 TL.

Yayın No. 6 :

**Gemilerde Kullanılan Çelik Tekne Malzemeleri
(Tükendi)**

Ederi : 250 TL.

Yayın No. 7 :

Gemi Yük Donanımları Tasarımı (Tükendi)

Ederi : 250 TL.

Yayın No. 8 :

**Gemi İnşaatında Saç Profillerin İşlenmesi,
Saç İşleme Atölyelerinin Planlanması**

Ederi : 250 TL.

Yayınlarımız Odamıza başvurarak veya Odamız adresinden ödemeli istenerek elde edilebilir.

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

SAYI : 93

TEMMUZ 1984

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

T.M.M.O.B.

Gemi Mühendisleri Odası

Adına Sahibi :

Taşkın ÇİLLİ

—0—

Yazı İşleri Müdürü :

Gündüz SANER

—0—

Yönetim Yeri :

T.M.M.O.B. Gemi Mühendisleri Odası

Meclisi Mebusan Caddesi

No. 115 - 117 FİNDIKLI/İST.

Telefon : 143 63 50

—0—

Dizgi - Baskı :

Matbaa Teknisyenleri Basımevi

Telefon : 522 50 61

—0—

Kapak Grafiği :

Ateş AYDEMİR

—0—

REKLAM ÜCRETLERİ :

| | |
|------------------------------|----------|
| Ön iç kapak | : 35.000 |
| Ön iç kapak karşısı | : 30.000 |
| İçindekiler sahifesi karşısı | : 30.000 |
| Arka kapak | : 35.000 |
| Arka kapak içi | : 30.000 |
| Arka kapak içi karşısı | : 30.000 |
| Tam sayfa (normal) | : 20.000 |

Ücretler siyah - beyaz reklam içindir,
renk farkı ayrıca alınır.

Klişe ücretleri reklam sahiplerince
ödenir.

Fiati : 500 TL.

Yıllık Abone : 2000 TL.

—0—

KURULUŞ : NİSAN 1955

İ Ç İ N D E K İ L E R

| | | |
|--------------------------|---|----|
| Barbaros Okan | : Gemi Formunun Matematiksel Tanımı I | 3 |
| T. Celâl Kalyoncu | : Verilen Bir Gemi İçin Yalpa Finlerinin Dizaynı | 17 |
| Levent Papaker | : Dinamik Stabilitate Kriterinin Pratik Değerlendirmesi | 22 |
| C. Alpaslan Ertuğ | : Denizde Yangından Korunma Kuralları ve Tüzükleri | 25 |

TMMOB GEMİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYIN ESASLARI

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ dergisi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları mühendislerinin meslekle ilgili bilgilerini geliştirmeyi, Ulusal Gemi İnşaatı Teknolojisine katkıda bulunmayı, Gemi Mühendislerinin özgün meslek faaliyetlerini ilgililere ulaştırmayı ve üyelerinin sosyal yaşamlarını zenginleştirmeyi amaçlayan, TMMOB Gemi Mühendisleri Odasının 3 ayda bir çıkan yayın organıdır.

G.M.O. YAYIN KURULU

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Behçet Tuğlan | (Baş Editör) |
| Haluk Kaya | (Koordinatör) |
| Ohannes Özçelik | (Üye) |
| Taner Günay | (Üye) |
| Ercan Türkoğlu | (Basım İşleri Sorumlusu) |
| Ömer Gören | (Üye) |

Yazılarının GEMİ MÜHENDİSLİĞİ dergisinde yayınlanmasını isteyen yazarlar, yazılarını - orijinal çizim ve resimleri de içeren - 2 kopya halinde Baş Editör adına Gemi Mühendisleri Odasına yollamalıdır. Orijinal çizim ve resimler, yazı dergide çıkmadan evvel yazarına geri verilemez.

Yazılar açık ve anlaşılır bir dille ve daktilo ile 2 satır aralığı bırakılarak yazılmış olmalıdır. Çizimler aydınlar kağıdına siyah çini mürekkep ile çizilmeli ve aydınlar üzerine kurşun kalem ile hangi şekil olduğu ve alt yazısı belirtilmelidir. Eğer varsa, fotoğraflar parlak kağıda çekilmiş olmalı ve açıklayıcı bilgi kurşun kalem ile resmin arkasında verilmelidir. Referans listesi, yazının sonunda alfabetik sıraya göre düzenlenmelidir.

Yayın kurulu Editörlüğü tarafından, yayınlanması uygun görülen yazılar için telif hakkı olarak — üniversiteler yayın yönetmeliği esaslarına göre saptanan — "standard sayfa" başına 200 TL. ödenir. Tercüme yazılar için bu ödeme 100 TL. dir. Yazarlar, yazılarının daktilo ve çizimlerini Oda aracılığı ile yaptırmak istediklerinde, daktilo ve çizim için harcanan tutar telif hakkından düşülür.

Gemi Formunun Matematiksel Tanımı I

Dr. Barbaros OKAN(*)

ÖZET

Bilgisayarların hızla gelişmesi ile birlikte karmaşık formların dizaynında, dolayısı ile gemi dizaynında da önemli değişiklikler oldu. Bu değişiklikler önce endazenin matematik splaynlarla⁽¹⁾, daha sonra da tüm gemi yüzeyinin matematik splaynlarla ifadesi biçiminde gelişti. Bu yazı endazenin B-splayn tekniği ile dizaynını konu almaktadır. Öncelikle kısaca B-splaynlar tanıtılmakta, daha sonra da bunlar aracılığı ile endaze dizaynı anlatılmaktadır.

1. GİRİŞ

Gemi formunun matematik olarak tanımlanması çok eski dönemlerden beri gemi mühendislerini ilgilendiren temel konulardan birisi olmuştur. Zaman zaman bu koya duyulan ilgi çeşitli nedenlerle azalmışsa da kısa süre içerisinde tekrar önem kazanmıştır.

Bu konudaki en eski çalışmalar hidrostatik hesapların sağlıklı biçimde yürütülebilmesi için başlamış ancak kısa süre içerisinde problem nümerik entegrasyon problemine dönüşmüştür. Çeşitli kaynaklar [1, 2] bu konudaki en eski ve ciddi çalışmaların Taylor'a ait olduğunu belirtmektedirler. Bu dönemde Taylor hidrodinamik hesapları yürütebilmek için gemi formunu matematiksel eğriler yardımı ile tanımlamaya çalışmıştır.

1950'lerden sonra gemi inşaatı teknolojisindeki gelişmeler gemi formunun daha hassas olarak belirlenmesini gerektirmiştir. Diğer taraftan bilgisayarların hızla gelişmesi gemi formunun matematiksel tanımı konusundaki çabaları tekrardan yoğunlaştırmıştır. Bu dönemlerde gemi formunun matematiksel tanımında kullanılan teknikleri Kuo [3] ve Odabaşı [4] ayrıntılı olarak anlatmaktadırlar.

Ayrıca bu dönemde kullanılan teknikler tarihsel gelişim çizgisine paralel olarak Prenter [5] tarafından da detaylı olarak ele alınmıştır.

1960 lı yıllarda hemen hemen bütün sanayi kollarında matematiksel form tanımında polinom splaynlar kullanılmaktaydı. Ancak Rogers ve Adams'ın [6] da belirttiği gibi bu teknik çeşitli nedenlerle yetersiz kalıyordu. Nihayet 1970 li yıllarda bilgisayar grafiğinin ortaya çıkması ile bu konudaki çalışmaların yönü değişti. Önce Bezier [7, 8] Bernstein polinomlarını kullanarak daha sonra da sırası ile Cox [9] ve De Roor [10], Schoenberg [11] tarafından çok önceleri ortaya atılan B-Splayn polinomlarını kullanarak matematiksel form tanımına bugünkü karakterini kazandırdılar.

Bezier splaynları gerçekte B-Splaynların özel bir hali olup diğer splaynlara göre üstünlükleri kontrol edilebilmelerinden kaynaklanmaktadır. Bilgisayar grafiğinin sağladığı olanakları sayesinde endaze kolayca dizayn edilebilmekte ve kısa süre içerisinde en kesitleri, su hatları, batoklar ve diyagoneller arasındaki bütünlük sağlanabilmektedir. Oysa klasik yöntemlerle her defasında ölçek biraz daha büyütülerek tekrarlanan çizim işlemleri gemi formunun dizaynında son derece uzun zaman almaktaydı.

Bu makalede ele alınacak konu B-Splaynlar yardımı ile bir gemi endazesinin matematik olarak tanımlanmasıdır. İkinci bölümde eğri uydurma ile ilgili bilgiler üçüncü bölümde ise B-Splaynlar ile ilgili bilgiler ele alınacaktır. Dördüncü bölüm

(1) Splayn İngilizcedeki «Spline» sözcüğüne karşı gelmek üzere kullanılmıştır. Spline gemi inşaatındaki triz anlamında olup burada matematiksel triz kastedilmektedir.

(*) B.S.R.A., İngiltere.

B-Splaynlar yardımı ile eğri uydurmaya ilişkin teoremleri ve algoritmaları içermektedir. Beşinci ve son bölüm gemi endazelerinin tanımında kullanılabilecek bir sistemin açıklamasına ayrılmıştır.

2. EĞRİ UYDURMA

Eğri uydurma sözcüğü ile matematik tanımı belli olmayan bir eğriye en iyi yaklaşımı verecek matematik tanımın belirlenmesini kastediyoruz. Prenter [5] bu konuda oldukça ayrıntılı bilgi vermiştir. Biz bu bölümde orada verilen bilgileri özet olarak aktarmaya çalışacağız.

Önce en iyi yaklaşımdan ne kastettiğimizi açıklamaya çalışalım. Bunun içinde gerekli iki tanımı verelim.

hangi bir analiz kitabında bulunabilir, [12].

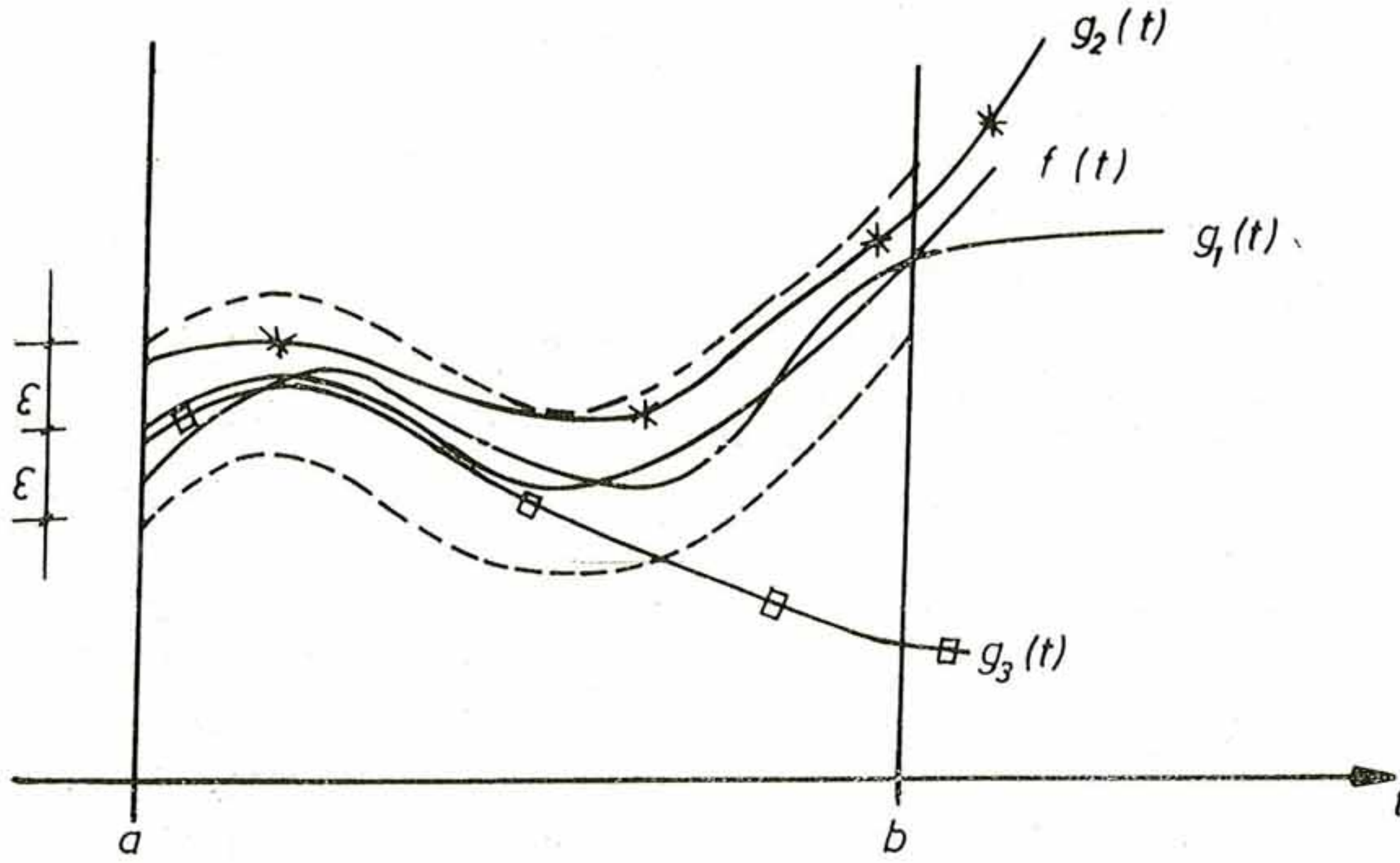
Aynı $[a, b]$ aralığında tanımlı iki $f(t)$ ve $g(t)$ fonksiyonları arasındaki uzaklık bu iki fonksiyon arasındaki farkın normuna eşittir.

$$d(f, g) = \|f(t) - g(t)\| = \text{Max} |f(t) - g(t)|$$

$$a \leq t \leq b$$

Şimdi iyi yaklaşımı şöyle tanımlıyoruz. Herhangi bir $\epsilon > 0$ olan bir değer ve $[a, b]$ aralığında tanımlı $f(t)$ fonksiyonu verilmiş olsun. Bu $f(t)$ fonksiyonu ile arasındaki uzaklık ϵ 'dan küçük olan her $g(t)$ fonksiyonu $f(t)$ 'ye iyi yaklaşımdır. Yani

$$\|f(t) - g(t)\| < \epsilon \quad (2.3)$$



— $f(t)$, — — — iyi yaklaşım bölgesi
 — — — $g_1(t)$ * $g_2(t)$ iyi yaklaşımlar
 — □ — $g_3(t)$ Kötü yaklaşım

Şekil 2.1 Bir eğriye iyi yaklaşım tanımının geometrik yorumu.

Bir $[a, b]^{(2)}$ aralığında tanımlı $f(t)$ fonksiyonunun normu bu bölgede alacağı en büyük değerdir.

$$\|f(t)\| = \text{Max} |f(t)| \quad (2.1)$$

$$a \leq t \leq b$$

Bunun geometrik anlamı $[a, b]$ aralığında $f(t)$ fonksiyonunun etrafındaki yarıçaplı tübün içinde kalan her eğri $f(t)$ 'ye iyi yaklaşımdır (Şekil 2.1). Bu şekildeki $g_1(t)$ ve $g_2(t)$ iyi yaklaşımken $g_3(t)$ iyi yaklaşım değildir.

Bu normun dışında bir çok norm tanımları olmakla birlikte biz bu normu kullanacağımız için diğer norm tanımlarını burada vermiyoruz. Başka norm tanımları her-

(2) $[a, b]$ kapalı bölge anlamına gelmektedir. Yani a ve b sınırları da bölgeye dahildir. (a, b) , $[a, b)$, $(a, b]$ işaretleri sırası ile a'nın, b'nin ve hem a hem de b'nin bölgeye dahil olmadığını gösterir.

Şimdi $[a, b]$ aralığında $f(t)$ fonksiyonuna iyi yaklaşım olacak $g(t)$ fonksiyonunu bulmak için Weierstrass yaklaşım teoreminden yararlanacağız. Weierstrass teoremine [13] göre herhangi bir a, b aralığında her sürekli $f(t)$ fonksiyonuna iyi yaklaşım sağlayan bir $p(t)$ polinomu bulunabilir. Yani

$$\|f(t) - \sum_n a_n p_n(t)\| < \varepsilon, \quad \varepsilon > 0 \quad (2.4)$$

clur. Burada $\{p_n(t)\}$ tam polinom cümlesidir. Bu teorem yardımı ile $f(t)$ fonksiyonuna iyi yaklaşım elde etmek $\{p_n(t)\}$ tam polinom cümlesinin seçimine ve daha sonra da belirli yollardan a_n katsayılar cümlesinin belirlenmesine indirgenmiş oluyor.

Bir an için $\{p_n(t)\}$ polinomlar cümlesinin seçildiğini varsayalım ve $\{a_n\}$ katsayılar cümlesinin hesaplanmış olanaklarını gözden geçirelim. İyi yaklaşımın belirlenmesinde kullanılan Prenter [5] tarafından sınıflanmıştır. Biz bunların sadece üç özel halini ayrıntılara girmeksizin sadece uygulanışı açısından, inceleyeceğiz.

İnterpolasyon koşulları [Lagange Enterpolasyonu] $[a, b]$ aralığında belirli noktalarda yaklaşımın fonksiyonun bu noktalarda aldığı değerleri almasını öngörmektedir. Yani,

$$a \leq t_i \leq b, \quad i=1, 2, \dots, n \quad f(t_i) = f_i \quad \text{ise}$$

$$f_i = \sum_{j=1}^n a_j p_j(t_i) \quad (2.5)$$

(2.5) lineer bir denklem sistemi oluşturur ve bu sistemden $\{a_j\}$ katsayılar cümlesi çözülür.

Düzgünlük ve İnterpolasyon koşulları [Hermite Enterpolasyonu] $[a, b]$ aralığında belirli noktalarda fonksiyonun bu noktalarda aldığı değerleri almasının yanı sıra istenen mertbeden türevlerinin de değerlerini almasını öngörmektedir. Yani

$$a \leq t_i \leq b, \quad i=1, 2, \dots, n \quad f^{(k)}(t_i) = f_i^{(k)} \\ k=1, 2, \dots, m \quad \text{ise}$$

$$f_i^{(k)} = \sum_{j=1}^N a_j p_j^{(k)}(t_i) \quad N = (m+1)n \quad (2.6)$$

(2.6) da lineer bir denklem sistemi olmakla birlikte (2.5)'e kıyasla çok daha büyük bir sistemdir.

En küçük kareler yöntemi ise varyasyonel bir koşul olup $f(t)$ fonksiyonu ile yaklaşım polinomu arasındaki farkın minimum yapılmasını öngörür. Yani

$$\frac{d}{da_j} \left\{ f(t) - \sum_{j=1}^n a_j p_j(t) \right\}^2 = 0 \quad (2.7)$$

Bu koşulları daha da genişletmek olanaklıdır. Ne varki bu iş mühendislik sınırlarını aşip matematiğin sınırları içine girdiği için bu makalenin kapsamı dışına düşmektedir.

Bu bölümü $\{p_n\}$ polinomlar cümlesinin seçimine ilişkin çok kısa bir kaç cümle ile tamamlamak istiyoruz. $\{p_n\}$ polinom cümlesinin seçimi içinde oldukça geniş olanaklara sahibiz. Bunlardan en basiti $\{t\}$ cümlesi olmaktadır. Ancak bu polinomlar basit oldukları kadar da kısıtlıdırlar [6]. Esneklikleri açısından en güçlü polinomlar Bernstein ve B - Splayn polinomlarıdır.

Bernstein polinomları

$$J_{n,i}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i} \quad (2.8)$$

şeklinde verilmektedirler. Burada n polinomun mertebesini, i de 1 den $n+1$ 'e kadar sıra ile bütün değerleri alan bir sayıdır. Bu sayı Bernstein ve B - Splayn polinomlarında ortaya çıkan poligon kavramı ile ilişkilidir. Bernstein polinomlarının uygulanışı ile ilgili bir çok kaynak bulmak olanaklıdır [7, 8, 14, 15].

B - Splayn polinomları Bernstein polinomlarının daha genel bir halidir. Daha karmaşık olmakla birlikte çok daha esnekler ve bu nedenle form dizaynı için çok daha elverişlidirler. Bu özellikleri göz önüne alınarak makalenin bundan sonra-

ki bölümlerinde sadece B-Splayn polinomları ve uygulamaları ile ilgileneceğiz.

3. B-SPLAYN POLİNOMLARI

B-Splaynların temel teorisi Schoenberg [11] tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra Cox [9] ve De Boor [10] bu polinomların hesabı için uygun bir rekürans formülü oluşturmuşlardır. Bu polinomların eğri uydurmada kullanılmasına ilişkin ilk uygulama ise Reisenfeld [16] tarafından gerçekleştirilmiştir. B-Splayn polinomları şu rekürans formülü ile verilirler.

$$N_{j,1}(t) = \begin{cases} 0, & t \notin [\lambda_{j-1}, \lambda_j] \\ 1, & t \in [\lambda_{j-1}, \lambda_j] \end{cases}$$

$$N_{j,n}(t) = \begin{cases} \frac{t - \lambda_{j-n}}{\lambda_{j-1} - \lambda_{j-n}} \end{cases} N_{j-1, n-1}(t) + \begin{cases} \frac{\lambda_j - t}{\lambda_j - \lambda_{j-n+1}} \end{cases} N_{j, n-1}(t); n > 1 \quad (3.1)$$

Burada n B-Splayn polinomunun merteye

splayn polinomu elde edilir. Bu düğüm noktalarından ardışık bir kaç tanesini çakışık seçmek olanağı da vardır.

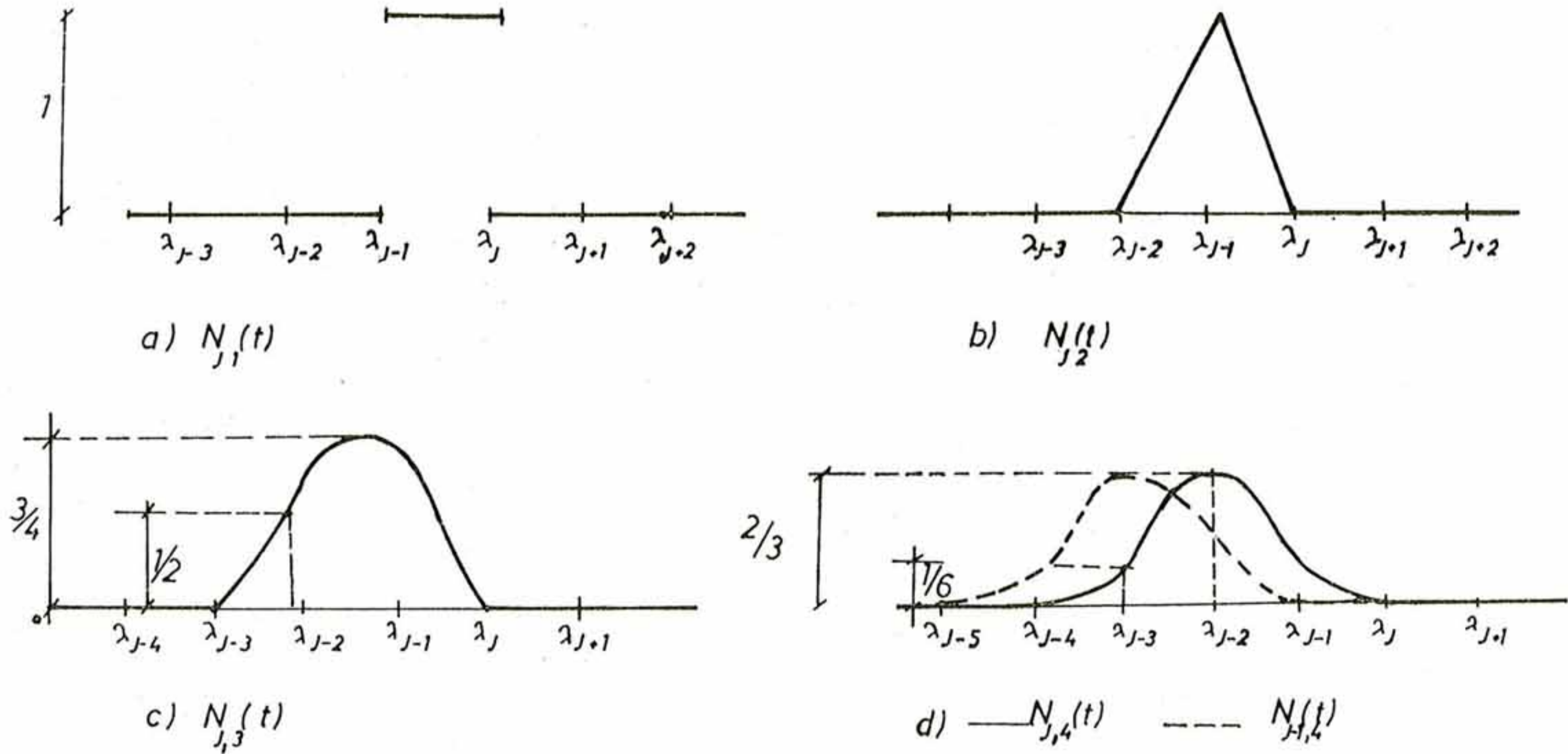
Çakışık olmayan iki ardışık düğüm noktası bir açıklık⁽⁴⁾ oluşturur. B-Splayn polinomundaki j indisi bu açıklıklardan hangisinde bulunduğunu belirler. Bu polinomların $n=1, 2, 3, 4$ halinde alacakları durum (şekil 3.1)'de gösterilmiştir. B-Splaynlar ile ilgili çok önemli iki özelliği belirtelim.

B-Splaynlar sürekli desteğe sahip pozitiflerdir [18]. Yani

$$N_{j,n}(t) > 0, \quad \lambda_{j-n} < t < \lambda_j \quad (3.2)$$

$$N_{j,n}(t) = 0, \quad t < \lambda_{j-n}, \quad t > \lambda_j$$

Bu özellik (Şekil 3.1)'de açık olarak görülmektedir. Diğer özellik de Cox [18] tarafından verilmiş ve ispatlanmıştır. Biz bunu da ispatsız olarak alıyoruz.



Şekil 3.1. Dördüncü mertebeye kadar B-Splayn polinomları. Bu polinomlar λ_j noktası ile ilgilidir. Aynı aralıkta λ_{j-k} düğüm noktası ile ilgili polinomlar da olacaktır. (3.1(d)).

besini göstermektedir. $\{\lambda_j\}$ cümlesi düğüm noktaları vektörüdür⁽³⁾. Düğüm noktaları vektörünün seçimi oldukça keyfi olup, her bir seçime karşı değişik bir B-

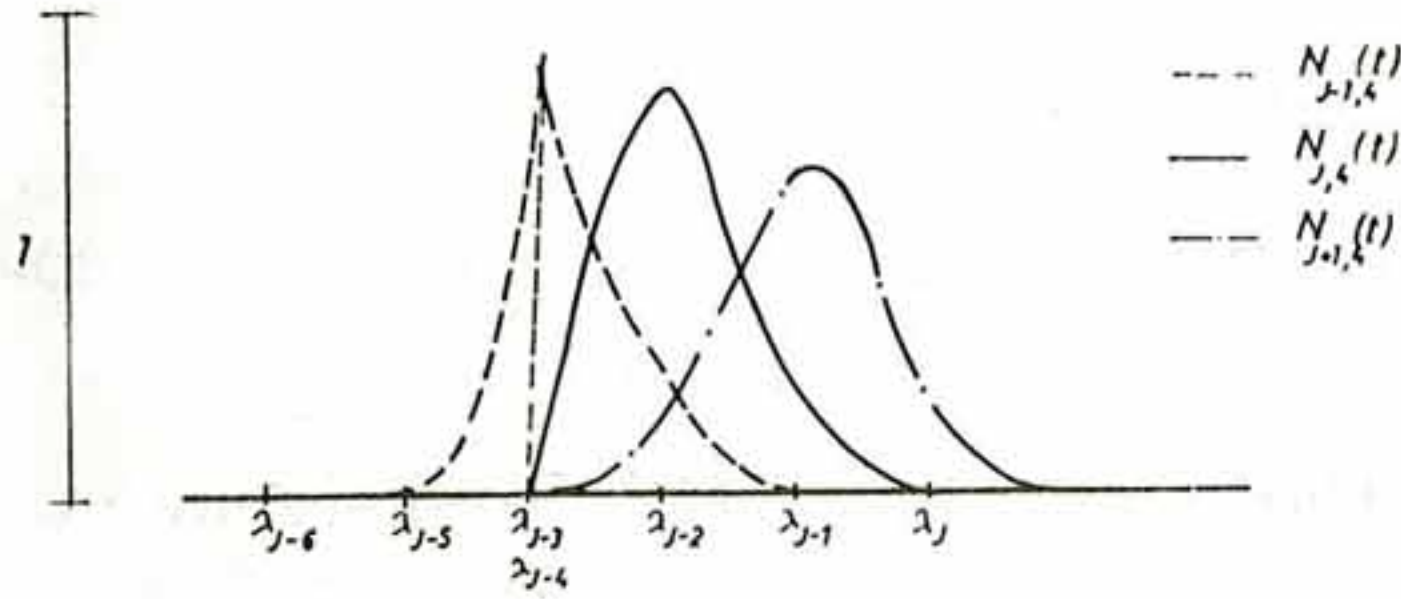
(3) Düğüm noktaları vektörü «Knot vector» sözcüğüne karşı gelmektedir.

(4) Açıklık «span» sözcüğüne karşı gelmektedir.

. B - Splayn polinomları normalleştirilmiş polinomlardır. Yani

$$N_{j,n}(t) \equiv 1, \sum_{j=1}^n a \leq t \leq b \quad (3.3)$$

Bu özelliklerden birincisi çok önemlidir. Bir $N_{j,n}(t)$ polinomunun sınırlı desteği $[\lambda_{j-n}, \lambda_j]$ aralığındadır. Oysa biz $\{\lambda_j\}$ cümlesini seçerken çakışık düğüm noktaları seçebiliyoruz. Bu durumda $N_{j,n}(t)$ polinomunun desteğini küçülterek C^{n-1} uzayından C^{n-k-1} uzayına ineriz. Yani $(n-1)$ sürekli türevi varken k adet çakışık düğüm noktası seçerek sürekli türevlerinin varlığını k defa azaltmış oluruz. Bu oluşum (Şekil 3.2)'de gösterilmektedir. B - Splayn polinomlarının bu özelliği herhangi bir fonksiyonun herhangi bir fonksiyonun herhangi bir noktasındaki süreksizliği elde edebilme olanağını sağlamaktadır.



Sekil 32 : İki ardışık düğüm noktasının çakışması ile dördüncü merteye B-Splayn polinomunda ortaya çıkan değişiklik $N_{j,4}(t)$ bu bölge dışında kaldığı için etkilenmiyor.

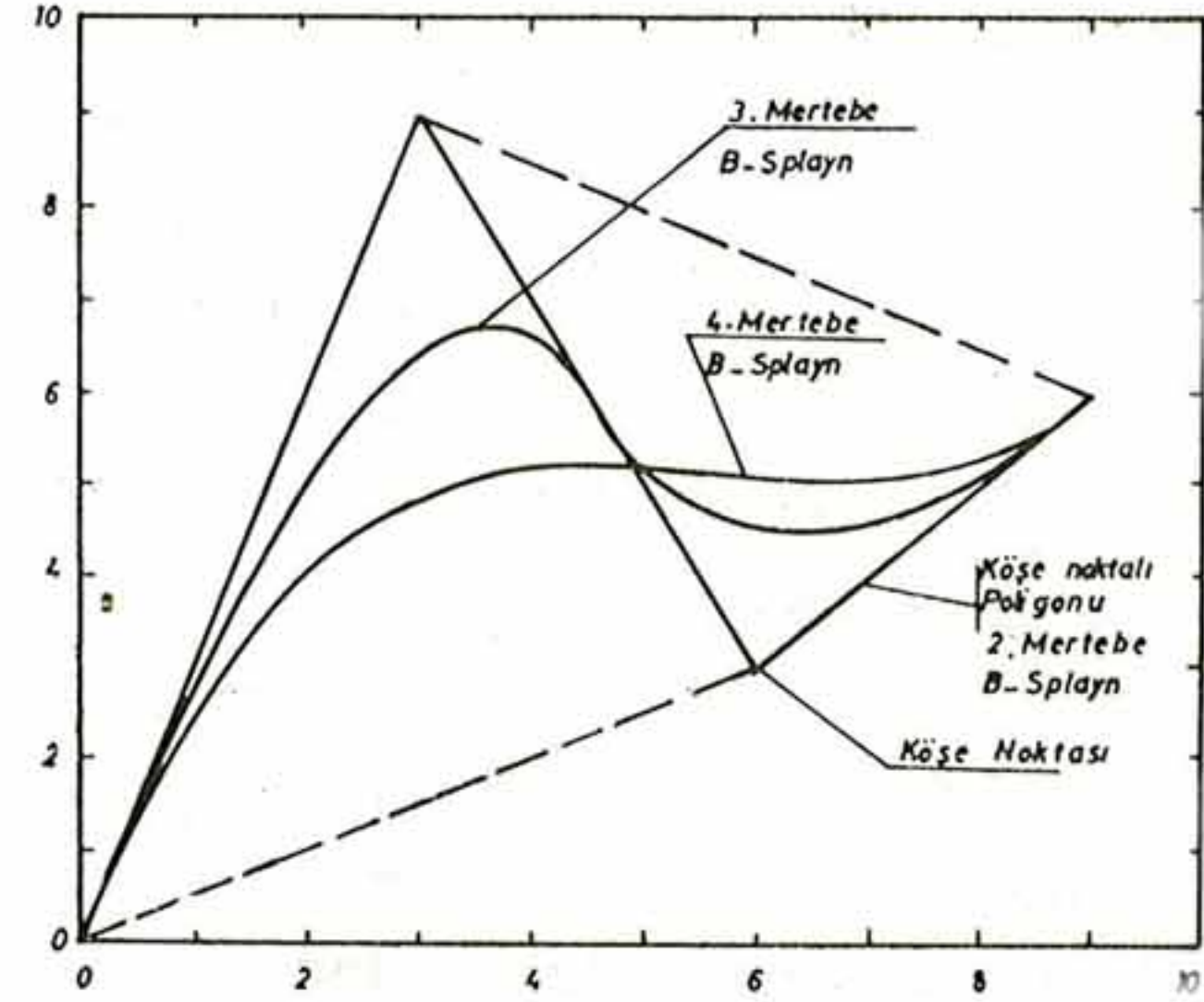
Şimdi herhangi bir $f(t)$ fonksiyonu verilmiş olsun. Bu $f(t)$ fonksiyonuna iyi yaklaşımı $\tilde{f}(t)$ ile gösterelim. İyi yaklaşım için B - Splayn fonksiyonları kullanıldığında $\tilde{f}(t)$

$$\tilde{f}(t) = \sum_{j=1}^q C_j N_{j,n}(t), \quad (q \geq n) \quad (3.4)$$

şeklindedir.

Problem (3.4) denklemindeki C_j katsayılarının bölüm 2'de verilen yollardan biri ile hesaplanmasına indirgenmiştir. Bu C_j katsayılarının her biri bir köşe noktası⁽⁵⁾ oluşturur. Bu köşe noktalarının doğrularla birbirlerine birleştirilmesi ile ortaya çıkan açık veya kapalı çokgene köşe noktaları çokgeni⁽⁶⁾ diyoruz.

Köşe noktaları, köşe noktaları çokgeni ve 2, 3, 4 merteye B - Splayn eğrileri (Şekil 3.3)'de gösterilmektedir. Bu şekil üzerinde ilginç bazı saptamalar yapmak olanaklıdır.



Sekil 3.3 B - Splayn fonksiyonlarının genel yapısı.

. İkinci merteye B - Splayn köşe noktaları çokgeni ile çakışmıştır. Bu özellikten şu sonuç çıkartılabilir. Bir doğruyu B - Splaynlarla belirtmek için C_j katsayılarını bu doğru üzerinden seçmek yeterlidir.

. B - Splaynların mertebesi büyüdükçe köşe noktaları çokgeninden uzaklaşırlar.

. B - Splayn eğrisi daima köşe noktaları çokgenin kapalı alanı içinde kalırlar.

$$(s-t)^{n-1} = \sum (s-t_{i+1}) \dots (s-t_{i+n-1}) N_{i,n}(t) \quad (3.5)$$

bağıntısı yardımı ile elde edeceğiz. Burada s herhangi bir sayı t_j de λ_j düğümüne karşı gelen parametre değeridir. İki tarafı s 'nin kuvvetlerine göre düzenler ve aynı kuvvetlerin katsayılarını eşitlersek

(5) Köşe noktası «vertex» sözcüğüne karşı gelmektedir.

(6) Köşe noktaları çokgeni «polygon of vertices» sözcüğüne karşı gelmektedir.

$$t^k = \sum_j \xi^{(k)} n_{i,n}(t) \quad (k \leq n-1) \quad (3.6)$$

elde ederiz. Bu denklemdeki $\xi^{(k)}$ değerleri ($k=0, 1, \dots, n-1$) şu şekildedir.

$$\xi^{(k)} = \sum_{l=1+1}^{n-k+1} \sum_{m=1+1}^{n-k+1+i} \dots \sum_p^{n-2+i} \sum_{q=p+1}^{n-1+i} (t_1 t_m \dots t_p t_q) / \left(\frac{n-1}{k} \right) \quad (3.7)$$

(3.7) den $\xi^{(0)}=1$ olduğu ve (3.6) dan da (3.3) sonucunun elde edileceği gözükmektedir. (3.7) denklemi ile verilen $\xi^{(k)}$ değerine k 'inci merteye karakteristik düğüm noktası⁽⁷⁾ diyoruz. Burada karakteristik düğüm noktasının, düğüm noktasından farklı olduğunu vurgulamak isteriz. Bu özelliklere yeri geldikçe uygulama içerisinde tekrar değineceğiz. Şimdi bu bölümü B-Splaynların türev ve integral bağıntılarını vererek kapatıyoruz. Bu bağıntılar Cox'dan [18] alınmıştır. Bir $\tilde{f}(t)$ B-Splayn eğrisi (3.4) denklemi ile verilmiş ise bunun l 'inci türevi $\tilde{f}^{(l)}$

$$\tilde{f}^{(l)}(t) = \sum_{j=1}^{q-l} C_j^{(l)} N_{j,n-l}(t) \quad (3.8)$$

$$C_j^{(l)} = \begin{cases} C_j & , l=0 \\ (n-l) \left[\frac{C_{j+1}^{(l-1)} - C_j^{(l-1)}}{\lambda_j - \lambda_{j-n+1}} \right] & , l=1, 2, \dots, n-1 \end{cases}$$

şeklinde verilir. $\tilde{f}(t)$ B-Splaynının l katlı belirsiz entegrali $\tilde{f}^{(-l)}$

$$\tilde{f}^{(-l)}(t) = \sum_{j=1}^{q+l} C_j^{(-l)} N_{j,n+l}(t) + \sum_{k=1}^l \frac{\alpha_k}{(l-k)!} t^{l-k}$$

$$C_j^{(-l)} = \begin{cases} 0 & , j \leq l \\ C_{j-1}^{(-l)} + \left[\frac{\lambda_{j-1} - \lambda_{j-n-l}}{n+l-1} \right] C_{j-1}^{(-l-1)} & , j > l \end{cases} \quad (3.9)$$

şeklinde verilir. Burada α_k lar entegras-

yon sabitleri olup çoğu hallerde sorun yaratabilirler.

4. B-SPLAYNLARLA EĞRİ UYDURMA

Bu bölümde (3.4) denklemi ile verilen B-Splayn fonksiyonunun C_j katsayılarının hesaplanışını ele alacağız. Önce B-Splayn fonksiyonlarının varlığı ile ilgili teoremleri veriyoruz.

TEOREM 1: [Düğüm noktaları teoremi]

Bir $[a, b]$ aralığında n 'inci merteye $[(n-1)$ 'inci derece] B-Splayn eğrisinin, N verilmiş herhangi bir pozitif sayı olmak üzere, iç düğüm noktaları

$$a = \lambda_0 < \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_{N-2} \leq \lambda_{N-1} < \lambda_N = b$$

$$\lambda_j < \lambda_{j+n}, \quad (j=0, 1, 2, \dots, N-n) \quad (4.1)$$

koşullarını, dış düğüm noktaları da

$$\lambda_{1-n} \leq \lambda_{2-n} \leq \dots \leq \lambda_{-1} \leq a ;$$

$$b \leq \lambda_{N+1} \leq \dots \leq \lambda_{N+n-1} \quad (4.2)$$

koşullarını sağlarlar.

TEOREM 2: [Schoenberg-Withey Teoremi] [19]

Herhangi bir $f(t)$ fonksiyonunun $[a, b]$ aralığında $f(a)$ ve $f(b)$ değerlerine ilaveten $t_i > t_{i-1}$ ($i=1, 2, \dots, m$), $m=N+n-1$ olmak üzere $f(t_i)=f_i$ değerleri ve (4.1) ile (4.2) koşullarına uygun λ_j ($j=1-n, \dots, N+n-1$) verilmiş iken

$$f_i = \sum_j C_j N_{j,n}(t_i) \quad (4.3)$$

lineer denklem sisteminin çözümünün var olabilmesi için

$$t_j < \lambda_j < t_{j+n}, \quad (j=1, 2, \dots, N-1) \quad (4.4)$$

gerekir ve yeter.

Bu iki teorem $\{\lambda_j\}$ düğüm noktaları vektörü ile $\{t_i\}$ değişkenleri ile ilgili sınırlamaları oluşturur. Bu koşullardan özellikle $\{t_i\}$ cümlesi üzerine konan $t_i > t_{i-1}$ koşulu sınırlayıcı gözükmektedir. Çünkü gemi inşaatında ofset tablosu verildiğinde $t_i > t_{i-1}$ koşulunu sağlamayan

⁽⁷⁾ Karakteristik düğüm noktası «node» sözcüğüne karşı gelmektedir.

haller de söz konusudur. (Örneğin orta kesit). Ancak bu sorunu eğrilerin açık denklemleri yerine parametrik denklemlerini kullanarak çözebiliyoruz. Bu noktayı bir sonraki bölümde uygulama içerisinde açıklayacağız. Şimdi B-Splaynlarla eğri uydurmaya ilişkin bir yöntem veriyoruz.

B - SPLAYN LAGRANGE ENTERPOLASYONU

Varsayalım ki $[t_{\min}, t_{\max}]$ aralığında $t_{\min} \leq t_1 < \dots < t_m \leq t_{\max}$ olmak üzere $\{t_i, f_i\}$, $(i=1, 2, \dots, m)$ ve $0 < n \leq m$ verilmiş olsun. $N=m-n$ olmak üzere $t_{\min} < \lambda_1 \leq \lambda_2 \dots \leq \lambda_N < t_{\max}$, $\lambda_{j-n} < \lambda_j$, $t_j < \lambda_j < t_{j-n}$ koşullarını sağlayan iç düğüm noktalarını ve $\lambda_j = a$, $(j=0, \dots, 1-n)$; $\lambda_j = b$, $(j=N+1, \dots, N+n-1)$ şeklinde dış düğüm noktalarını seçelim. Bu durumda problem

$$C = A^{-1} f \quad (4.5)$$

matris denkleminin çözümüne indirgenmiştir. Burada

$$C = [c_1, \dots, c_m]^T, \quad f = [f_1, \dots, f_m],$$

$$A = [a_{ij}], \quad a_{ij} = N_{j,m}(t_i) \quad (4.6)$$

şeklindedir. A matrisi B-Splayn matrisi olup (3.1) rekürans bağıntısı yardımı ile hesaplanır. Şimdi $n=4$ (Küçük B-Splayn) hali için A matrisinin hesabını örnek olarak verelim. Bu durumda

$$t_1 < t_2 < \dots < t_m; \quad m \geq 4 \quad N = m - 4$$

$$\lambda_{-3} = \lambda_{-2} = \lambda_{-1} = \lambda_0 = t_1,$$

$$\lambda_{m-3} = \lambda_{m-2} = \lambda_{m-1} = \lambda_m = t_m$$

olmak üzere B-Splayn fonksiyonu

$$f(t) = \sum_{j=1}^m C_j N_{j,4}(t) \quad (4.7)$$

şeklindedir. Ancak $N_{j,4}(t)$ 'nin sınırlı desteği olması nedeniyle (4.7) denklemini $j=J$ sabit değeri için

$$f(t) = \sum_{j=J}^{J+3} C_j N_{j,4}(t) \quad (4.8)$$

şeklinde yazılabilir. Bunun anlamı $\lambda_{J,4} < t < \lambda_J$ arasında $f(t)C_J, \dots, C_{J+3}$ katsayılarına bağlıdır. Bu denklemde $N_{j,4}$ değeri (3.1) rekürans bağıntılarından açık olarak yazılırsa

$$f(t) = \sum_{j=J}^{J+3} C_j \left\{ \frac{\lambda_j - t}{\lambda_j - \lambda_{j-3}} \right\} N_{j,3} + \sum_{j=J-1}^{J+2} C_{j+1} \left\{ \frac{t - \lambda_{j-3}}{\lambda_j - \lambda_{j-3}} \right\} N_{j,3} \quad (4.9)$$

elde ederiz. Ancak $N_{j,3}(t)$ sadece $\lambda_J < t < \lambda_{J+2}$ için sıfırdan farklı olduğu için

$$f(t) = \sum_{j=J}^{J+2} \left\{ C_j \frac{\lambda_j - t}{\lambda_j - \lambda_{j-3}} + C_{j+1} \frac{t - \lambda_{j-3}}{\lambda_j - \lambda_{j-3}} \right\} N_{j,3}(t) \quad (4.10)$$

elde edilir. Aynı yorumlardan yararlanarak J aralığında $f(t)$ fonksiyonu için

$$f(t) = C_J R_J + C_{J+1} R_{J+1} + C_{J+2} R_{J+2} + C_{J+3} R_{J+3}$$

$$R_J = \frac{(\lambda_{J+4} - t)^3}{(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+1})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+2})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})}$$

$$R_{J+1} = \frac{(\lambda_{J+5} - t)^2 \cdot t \cdot \lambda_{J+3}}{(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+2})(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})} + \frac{(\lambda_{J+4} - t)(\lambda_{J+5} - t)(t - \lambda_{J+2})}{(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+2})(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+2})} + \frac{(\lambda_{J+4} - t)^2 (t - \lambda_{J+})}{(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+1})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})}$$

$$R_{J+2} = \frac{(t - \lambda_{J+3})^3 (\lambda_{J+6} - t)}{(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+6} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+3})} + \frac{(t - \lambda_{J+3})(t - \lambda_{J+4})(\lambda_{J+5} - t)}{(\lambda_{J+3} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+2})(\lambda_{J+2} - \lambda_{J+3})} + \frac{(t - \lambda_{J+2})^2 (\lambda_{J+4} - t)}{(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+2})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+2})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+2})}$$

$$R_{J+3} = \frac{(t - \lambda_{J+3})^3}{(\lambda_{J+6} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+5} - \lambda_{J+3})(\lambda_{J+4} - \lambda_{J+3})} \quad (4.11)$$

bulunur. Burada J açıklık sayısına karşılık gelmektedir. Açıklık sayısı birbiri ile

çakışık olmayan iç düğüm noktası sayısından bir fazladır. Bu durumda A matrisinin elemanları

$$\begin{aligned} a_{ij} &= 0, & j < J; & j > J+3, \\ a_{ij} &= R_j(t_i) & J \leq j \leq J+3 \end{aligned} \quad (4.12)$$

Bu şekilde A matrisi hesaplandıktan sonra matrisin tersi alınarak verilmiş olan $f[f_1, \dots, f_m]$ sütun matrisi ile çarpılırsa B-Splayn katsayıları bulunur. Ayrıca B-Splayn matrisinin hesabına ilişkin bir program EK 1'de verilmiştir. Matris tersinin hesabı ile ilgili programları çeşitli kaynaklardan bulmak olanaklıdır [20].

B-Splayn katsayılarının hesabı ile ilgili kısmı da burada tamamlamış oluyoruz. Son bölümde B-Splayn fonksiyonlarının gemi endazesinin hesabında kullanılmasını bir uygulama olarak vereceğiz.

5. UYGULAMA - B - SPLAYNLARLA ENDAZE DİZAYNI

Bu bölümde B-Splayn fonksiyonlarının endaze dizaynında nasıl kullanılabileceğini gösteren bir sistemi ana hatları ile vereceğiz. Bu uygulamada herhangi bir şekilde (Örneğin Seri-60 formlarından) ofset tablosunun oluşturulduğunu varsayıyoruz. Bu ofset tablosu geminin diğer ana boyutları ile birlikte ön verilerini oluşturmaktadır. Bu ön verilerden hareketle herhangi bir kesitler cümlesi B-Splayn eğrileri oluşturulur. Bu kesitler genellikle en kesitleri olur. Elde edilen B-Splayn katsayıları data bankası⁽⁸⁾ dediğimiz hafıza ünitesine kaydedilir. Bu andan itibaren ön verilerle ilişkimizi tümüyle kesiyoruz. Bundan sonra oluşturulan data bankasından yararlanarak diğer kesitleri, yani su hatlarını, batokları ve diyagonelleri elde ediyoruz ve bunları da elde ettikçe bu data bankasına kaydediyoruz. Diğer kesitlerin elde edilmesi mevcut kesitlerin belirli düzlemlerle kesişme noktalarını bularak yapılmaktadır.

İkinci aşama elde edilen bu kesitlerin düzgünlüğünün sağlanması aşamasıdır. Burada elde edilen eğrilerin eğriliklerini

hesaplamaktayız. Gerçekte ekranda çok düzgün gibi gözüken kesitlerin eğriliklerinin değişimine bakıldığında bu düzgünlüğün bir yanılgı olduğu ortaya çıkmaktadır. (Şekil 5.1) Bu durumda B-Splayn katsayıları değiştirilmek suretiyle eğri bir miktar değiştirilir ve çok daha düzgün bir kesit elde edilir (Şekil 5.1). Bu değişiklikler data bankasına kaydedilir. Diğer kesitlerdeki değişiklikler daha evvelce anlatılan formalizm içerisinde tekrarlanarak bulunur. Bu işlemlerin yürütülüş biçimi (Şekil 5.2)'de grafik olarak verilmiştir. Bu bölümde sistemin oluşturulmasında kullanılan temel matematik işlemler verilecektir. Bunlar sırası ile parametre seçimi, düğüm noktaları vektörünün seçimi, herhangi bir düzlem ile herhangi bir eğri cümlesinin kesişme noktaları, ve eğriliğin hesabı.

5.1 PARAMETRE SEÇİMİ

Bir önceki bölümde B-Splayn eğrilerinin dizaynında bağımsız değişken üzerinde kısıtlamalar olduğunu belirtmiştik. Gerçekte en genel halde

$$z = f(y) \quad (5.1)$$

şeklinde verilen bir en kesit eğrisini B-Splaynlarla temsil etme olanağımız yoktur çünkü bağımsız değişkenin değerleri her zaman

$$y_i > y_{i-1}$$

koşulunu sağlamayabilir. Nitekim orta kesitte sintine dönümünden sonra y_i 'ler sabit değer olacağından bu koşul açık biçimde ihlal edilmektedir. Bu durumda kesitleri parametrik olarak

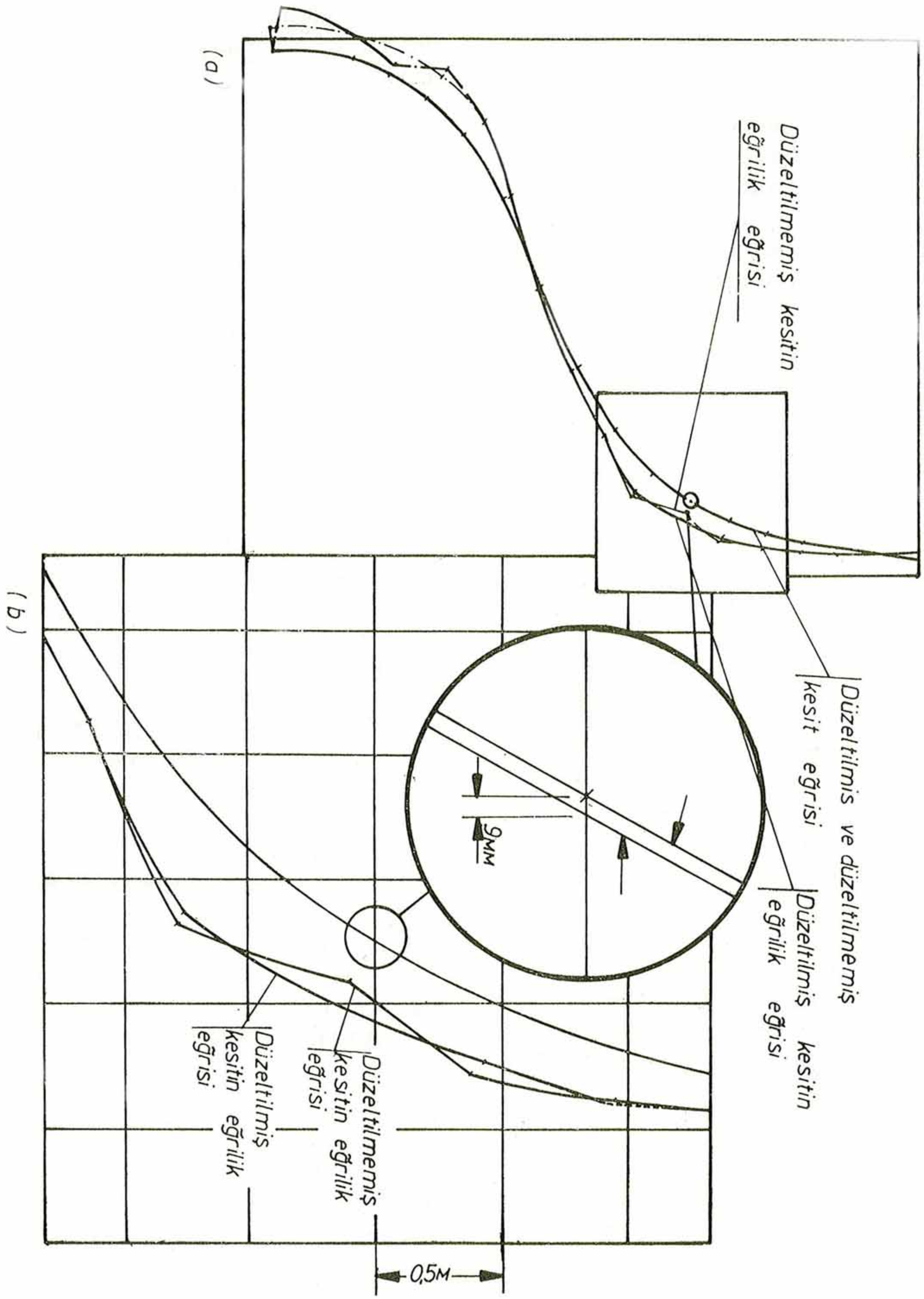
$$\begin{aligned} y &= y(t) \\ z &= z(t) \end{aligned} \quad (5.2)$$

veya eşdeğer olarak

$$\mathbf{r}(t) = y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k} \quad (5.3)$$

şeklinde ifade ediyoruz. Gerçekten de t parametresi eğri uzunluğu olarak seçilirse teorem 2'de öngörülen

(8) Data bankası «data base» sözcüğüne karşı gelmektedir.



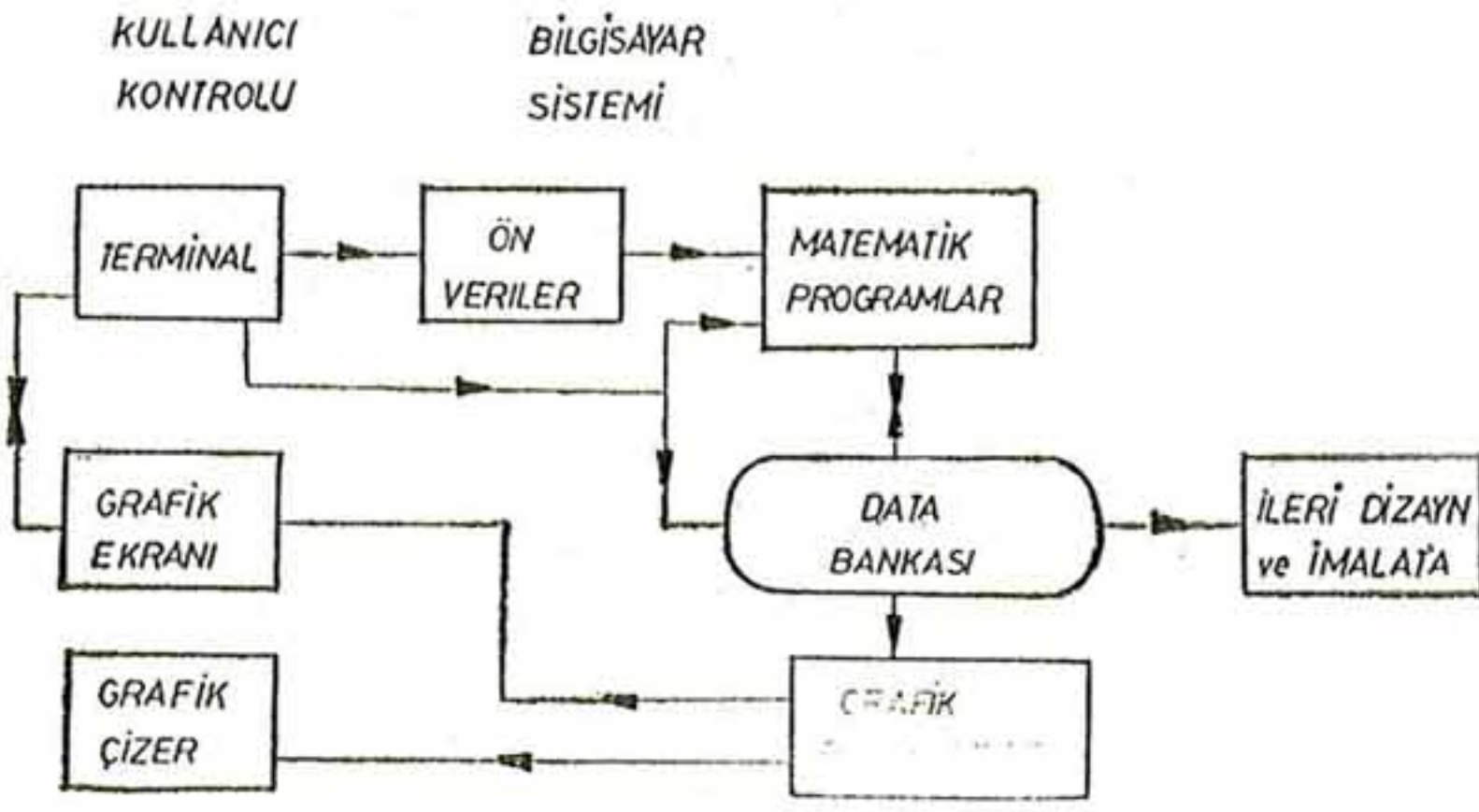
Şekil 5.1 Bir B-Splayn kesiti ve eğrilik eğrisi a) Kesitte yapılan değişiklik ve eğrilik eğrisinin değişimi b) Durumun büyütülmüş hali

$$t_i > t_{i-1} \quad (5.4)$$

koşulu daima gerçekleşir. Bunun gerçekleşeceği, bir nokta iki kez verilmediği sürece, ardışık iki nokta arasında mutlaka pozitif bir uzaklık olacağı gerçeğinden hemen gözükmektedir. Ayrıca teorik ispatı Epstein [21] tarafından da verilmiştir. Şimdi bir kesite ait $\{y_i, z_i\}$ ($i=1, 2, \dots, m$) ofset değeri verildiğinde bu sisteme ait parametrelerin hesabını verelim.

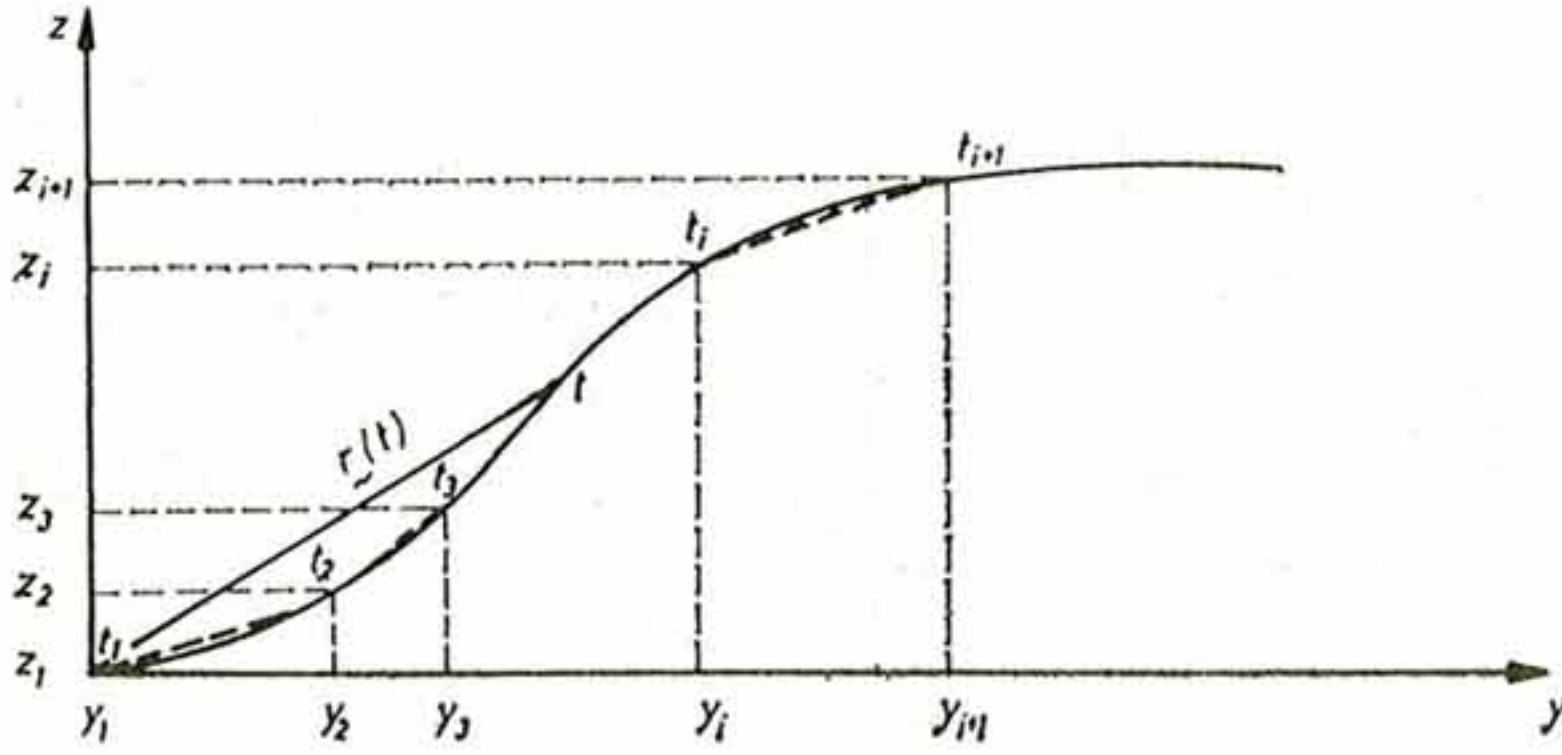
$$t_1 = 0 \quad (5.5)$$

$$t_i = t_{i-1} + \sqrt{(y_i - y_{i-1})^2 + (z_i - z_{i-1})^2}, \quad i=2, 3, \dots, m$$



Şekil 5.2 Bilgisayar sisteminin prensibi.

Bu algoritmanın grafik olarak açıklanması (Şekil 5.3)'de verilmiştir.



Şekil 5.3 Eğri uzunluğunun parametre olarak seçimi

Böylece ön bilgi olarak verilen $\{y_i, z_i\}$ ($i=1, 2, \dots, m$) koordinat çiftine karşı gelecek ve (5.4) koşullarını kesinlikle $\{t_i\}$ ($i=1, 2, \dots, m$) parametre cümlesi (5.5) bağıntıları yardımı ile saptanır.

5.2 DÜĞÜM NOKTALARI SEÇİMİ

Düğüm noktalarının seçimi iç ve dış düğüm noktalarının seçimi olarak iki kri-

terle seçiyoruz. Önce dış düğüm noktalarını ilk ve son olarak seçiyoruz. Bu teoremdeki (4.2) bağıntısına uygun olarak

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = t_1 \quad (5.6)$$

$$\lambda_{m+1} = \lambda_{m+2} = \lambda_{m+3} = \lambda_{m+4} = t_m$$

seçiyoruz. Burada dikkat edilecek nokta bilgisayarda iterasyonun negatif veya sıfır değerinden başlayamayacağı için λ_{1-n} olan en küçük düğüm noktası değerini λ_1 olarak seçmemizdir. Bu durumda düğüm noktaları vektörü $\{\lambda_i\}$ ($i=1, 2, \dots, m+4$) arasında değer alır. Diğer taraftan iç düğüm noktaları vektörü $\{\lambda_i\}$ ($i=5, 6, \dots, m$) arasında değer alır ve $(m-2)$ adettir. t_1 ve t_m dışında $(m-2)$ nokta kaldığını ve (4.4) koşulunu göz önüne alırsak iç düğüm noktaları vektörünü

$$\bar{\lambda}_{i+2} = t_i, \quad i=3, \dots, m-2 \quad (5.7)$$

yazabiliriz. Gerçekten de (4.4) denkleminde $\{\lambda_i\}$ vektöründeki j 'nin $1-n$ den başladığı t_j deki j 'nin ise 1'den başladığı göz önüne alınırsa bu j 'nin 1'den başlaması halinde

$$t_j < \lambda_{j+n-1} < t_{j+n} \quad (5.8)$$

şeklinde değişeceği gözüktür. Buradan da (5.7)'ye uygun seçimin bu koşulu sağladığı açıktır.

5.3 EN KESİTLERDEN SU HATLARININ TAYİNİ

Verilen en kesitlerinden su hatlarının tayini, su hattı yüksekliği $z=z_0$ olan düzlemle verilen en kesitlerinin kesişme noktalarını bularak bunlara bir B-Splayn uydurma işlemidir. Burada biz $z=z_0$ doğrusu ile $y=y(s)$, $z=z(s)$ şeklinde verilen bir en kesit eğrisinin kesişme noktasını bulmakla yetineceğiz. Diğer noktaların bulunması ve bu noktalara bir B-Splayn eğrisi uydurulması formel bir işlemdir.

$$x(t) = \sum_{j=1}^m C_j N_{j,4}(t)$$

şeklinde verilen her B-Splayn eğrisinin

$$x_J(t) = a_J t^3 + b_J t^2 + c_J t + d_J,$$

$$\lambda_J \leq t < \lambda_{J+4},$$

$$(J=1, 2, \dots, m-1) \quad (5.9)$$

gösterilebileceği (4.8) ifadesi ve (3.1) rekürans bağıntılarından gözükmektedir. Burada J sayısı açıklık sayısını göstermektedir. a_J, b_J, c_J, d_J katsayıları $\{\lambda_i\}$ düğüm noktası vektörüne bağlıdır ve bunları hesaplayan bir program EK 2'de verilmiştir. Bu durumda kesişme noktasının parametrik değeri t_0

$$a_J t^3 + b_J t^2 + c_J t + d_J = z_0,$$

$$(J=1, 2, \dots, m-1) \quad (5.10)$$

denkleminden hesaplanır. Burada herhangi bir J değeri için

- (1) (5.10) denkleminin üç reel kökü vardır.
- (2) (5.10) denkleminin bir reel iki kompleks kökü vardır.

Buradan problemin birden fazla çözümü var gibi gözükmektedir. Ancak bu köklerin çözüm olabilmesi için

$$\lambda_J \leq t_J^{(i)} < \lambda_{J+4}, \quad i=1, 2, 3,$$

$$J=1, 2, \dots, m-1 \quad (5.11)$$

koşulunu sağlaması gerekir. Bu koşulu sağlayan bir tek $t_J^{(i)}$ değeri bulunur. Bu değer $t = t_0$ ise buna karşı gelen $y(t_0)$ değeri

$$y(t_0) = a^y_{J_0} t_0^3 + b^y_{J_0} t_0^2 + c^y_{J_0} t_0 + d_{J_0} \quad (5.12)$$

denkleminden hesaplanır. Bu işlem tüm kesitler için yürütülür ve her kesitin $x=x_i$ şeklinde bir sabite eşit olduğu göz önünde tutulursa su hattı için $\{x_i, y_i\}$ koordinatlar cümlesi belirlenmiş olur.

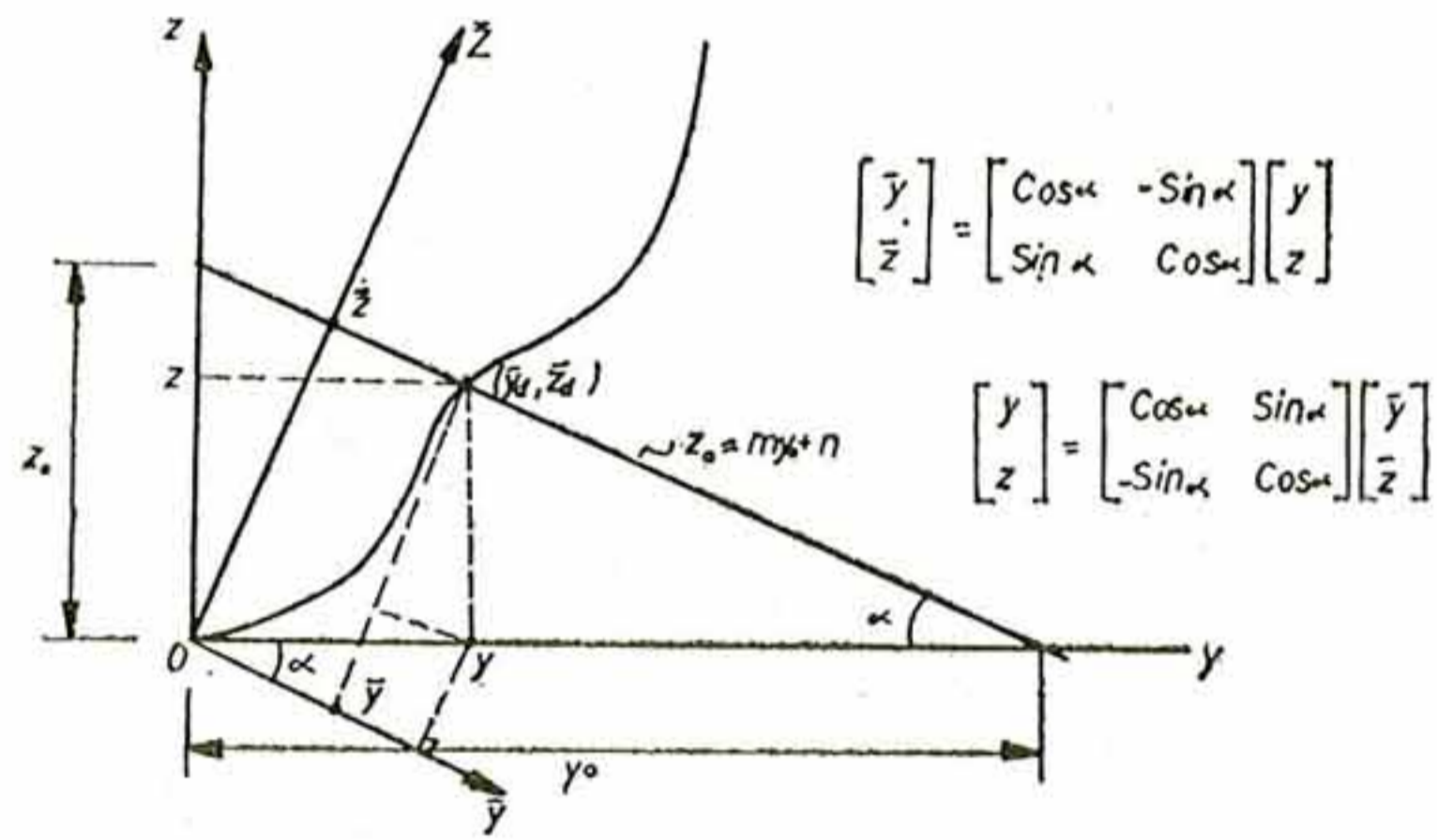
5.4 DİYAGONALIN BELİRLENMESİ

Diyagonalın belirlenmesi işlemi de su hatlarının belirlenmesine benzer şekil-

de yürütülür. Ancak burada $z=z_0$ düzlemi yerine $z_0 = my_0 + n$ düzlemi söz konusudur, (Şekil 5.4). Ancak Oyz eksen takımını uygun bir dönüşüme tabii tutulursa $z_0 = my_0 + n$ düzlemindeki diyagonal yeni sistemde su hattı olur. Bundan itibaren izlenecek yol bu su hattının belirlenmesi ve ters dönüşümün alınmasından ibarettir.

$$y = \sum_{j=1}^m Y_j N_{j,4}(t), \quad z = \sum_{j=1}^m Z_j N_{j,4}(t) \quad (5.13)$$

ile verilen B-Splayn eğrisine yukarıdaki dönüşümü uygularsak t parametresi



Şekil 5.4 Herhangi bir kesitte diyagonal düzleminin kesişmesi ve yeni koordinat sistemi D y z

skaler büyüklük olup koordinat takımından bağımsız olduğu için

$$\bar{y} = \sum_{j=1}^m \bar{Y}_j N_{j,4}(t), \quad \bar{z} = \sum_{j=1}^m \bar{Z}_j N_{j,4}(t) \quad (5.14)$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}_j \\ \bar{Z}_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_j \\ Z_j \end{bmatrix}$$

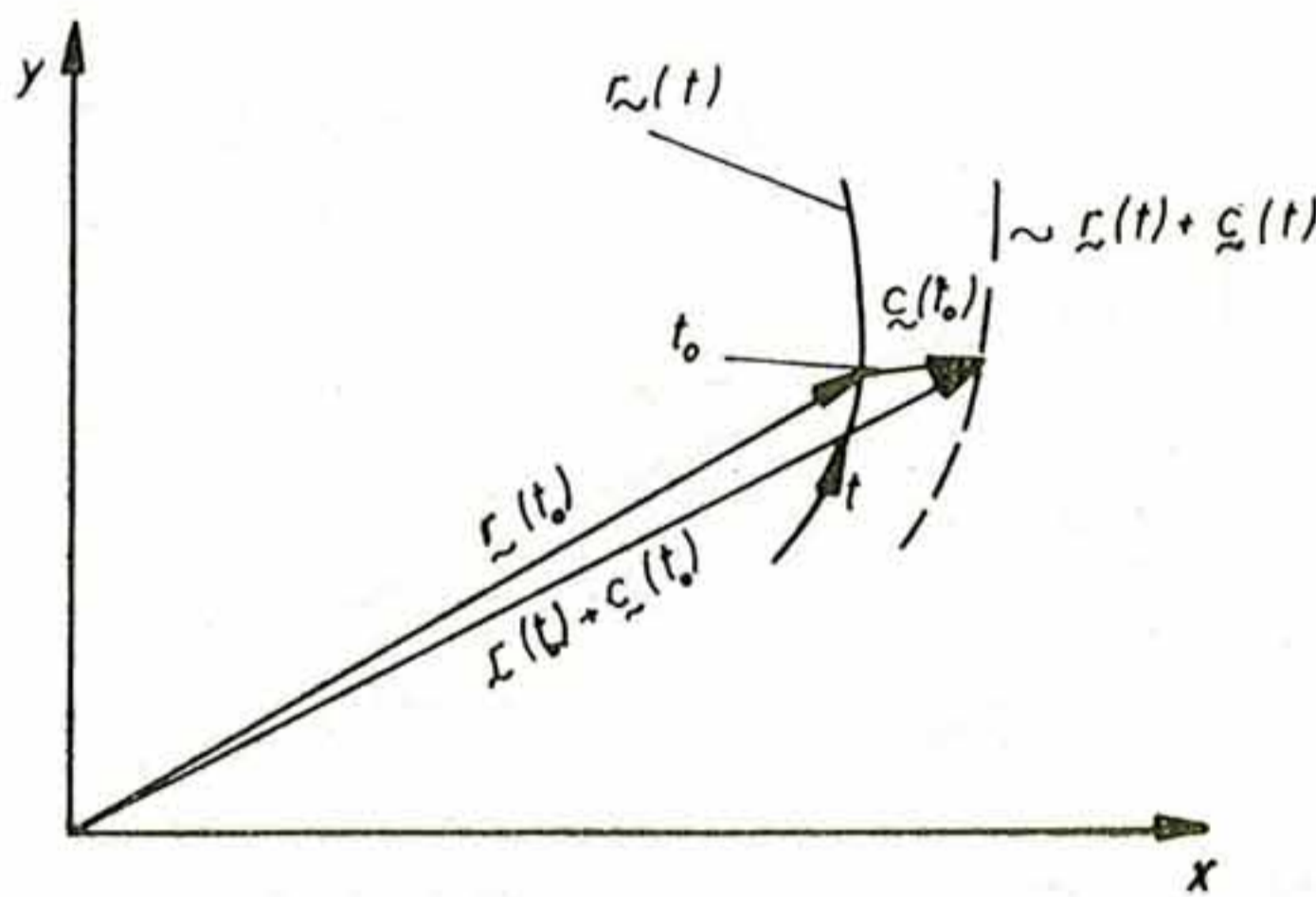
bulunur. Buradan elde edilen $\{\bar{y}_j, \bar{z}_j\}$ değerleri ters dönüşüm uygulanarak $\{y_d, z_d\}$ koordinat çiftini verir. Bu işlem tüm $x=x_i$ kesitleri için tekrarlanırsa, $\{x_i, y_i, z_i\}$ koordinatlar cümlesi bulunur. Burada diyagonalın üç boyutlu uzayda bir eğri olduğu göz önüne alınırsa noktaların üç koordinatla verileceği açıktır. Bu eğrinin çizimi çeşitli geometrik yorumlara uygun yürütülebilir.

5.5 EĞRİLİK EĞRİSİ

Herhangi bir parametrik eğrinin eğriliği, bu eğrinin eğri boyunca alınmış ikinci türevi ile verilir. Yani t eğri uzunluğu olmak üzere $c(t)$ eğrilik vektörünün değişimi

$$c(t) = \frac{d^2 r(t)}{dt^2} \quad (5.15)$$

ile verilir. Burada $r(t)$ fonksiyonunun açık ifadesi belli olduğu için $c(t)$ 'nin hesabı oldukça kolaydır. Ancak bu vektöre büyüklüğün grafik olarak nasıl gösterilebileceği sorun yaratmaktadır. Bunun için $c(t)$ eğrisi $r(t)$ eğrisi üzerinde göstermek uygundur, (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Eğrilik eğrisinin gösterilmesi

Eğri boyunca her t noktasında $c(t)$ eğrilik vektörü belli olduğu için $c(t)$ yerine $r(t) + c(t)$ nin çizilmesi daha uygundur. Ayrıca eğrilik değişimindeki herhangi bir süreksizliği $r(t)$ ve $r(t) + c(t)$ eğrilerinin karşılaştırılmasından hemen görmek olanaklıdır.

6. SONUÇ

Bu makalede B-Splayn eğrileri ve bu eğrilerin gemi endazesi dizaynında nasıl kullanılabileceğine ilişkin yol gösterici bilgiler verildi. Ancak B-Splayn eğrilerinin elde edilebilmesi sadece bu kadar sınırlı bir teknik değildir. B-Splayn eğrilerinin elde edilmesinde en küçük kareler yönteminin uygulanması veya ağırlıklı B-Splaynlar⁽⁹⁾ gibi birçok değişik yöntemlerin uygulanabilmesi olanaklıdır. Ayrıca burada gemiye uygulama olarak ve-

rilen kısım B-Splaynlarla elde edilecek bilgilerin çok sınırlı bir kısmını kapsamaktadır. Örneğin tüm hidrostatik hesapların yapılabilmesi olanaklıdır. Bu açıdan B-Splaynla gemi formunun tanımlanması ve çeşitli hesapların yapılabilmesi için bu bilgilerle başlayarak çok gelişmiş bir sistem oluşturmak olanaklıdır.

Diğer taraftan ofset tablosundan yararlanarak iki boyutlu bir takım eğriler dizayn etmek yerine doğrudan doğruya gemi yüzeyini tanımlamak da olanaklıdır. Bu gün bilgisayarların eriştiği düzey bir çok sanayi dalında karmaşık formları çeşitli kesitleriyle dizayn etmek yerine doğrudan doğruya yüzeyin kendisini dizayn etmeyi uygun kılmaktadır. B-Splaynlar bu amaca da çok uygun eğrilerdir ve yüzey tanımında en güçlü tekniği oluşturmaktadır. Gemi formunun matematiksel tanımının ikinci bölümü tekniğin anlatımına ayrılacaktır.

KAYNAKLAR

- 1 — Nowacki, H., Creutz, G. ve Munchmeyer, F.C., «Ship lines creation by Computer - Objectives, Methods and Results» SCAHD 77, September 26 - 27, 1977 Annapolis.
- 2 — Catley, D., Okan, M.B., Whittle, C., «Unique Mathematical Definition of a Hull Surface, its Manipulation and Interrogation» WECMT 84 July 3, 1984 Paris.
- 3 — Kuo, C., «Computer Methods for Ship Surface Design» Longman, 1971 London.
- 4 — Odabaşı, A.Y.
- 5 — Prenter, P.M., «Splines and variational methods» John Wiley Sons, 1975, New York.
- 6 — Rogers, D.F. ve Adams, J.A., «Mathematical Elements for Computer Graphics» Mc Graw Hill, 1976, New York.
- 7 — Bezier, P.E., «Emploi des Machines a Commande Numerique», Mason et Cie, 1970, Paris.
- 8 — Bezier, P.E., «Examples of an existing System in the Motor Industry: The Unisurf System» Proc. Roy. Soc. (London) Vol. A 321, pp. 207 - 218, 1971.

(9) Ağırlıklı B-Splaynlar «Weighted B-Splines» sözcüğüne karşı gelmektedir.

- 9 — Cox, M.G., «The Numerical Evaluation of B - Splines» National Physical Laboratory DNAC 4, August 1971.
- 10 — De Boor, C., «On calculating with B - Splines» J. Approx. Theory, Vol. 6, pp. 50 - 62, 1972.
- 11 — Schoenberg, I.J., «Contributions to the problem of Equidistant data by analytic functions» Q. Appl. Math., Vol. 4., 1946, pp. 45 - 99.
- 12 — Oden, J.T., «Applied Functional Analysis. A First Course for students of Mechanics and Engineering Science» Prentice Hall Publishing Inc. 1976, Newyork.
- 13 — Apostol, T.M., «Mathematical Analysis. A Modern Approach to Advanced Calculus» Addison - Wessley Publishing Company, 1973, London.
- 14 — Forrest, A.R., «Interpolation and Approximation by Bezier Polinomials» Computer J., Vol. 15, pp. 71 - 79, 1972.
- 15 — Gordon, W.J. and Riesenfeld, R.F., «Bernstein - Bezier Methods for the computer -

Aided Design of Free from curves and surfaces.» J. of A.Cm, Vol. 21, No. 2, pp. 293 - 310, (1974).

- 16 — Reisenfeld, R.F., «Application of B - Spline Approximation to Geometric Problems of Computer Aided Design» Univ. of Utah, UTEC - CSc. 73 - 126.
- 17 — Marsden, M.J., «An identity for Spline Functions with Applications to variation Diminishing Spline Approximation» J. Approx. Theory, 3, pp. 7 - 49, (1970).
- 18 — Cox, M.C., «Practical Spline Approximation» National Physical Laboratory Report DITC 1/82, 1982.
- 19 — Schoenberg, I.J. ve Whitney, A., «On Polya frequency functions III.» Trans. Am. Math. Soc. Vol. 74, pp. 246 - 259, 1953.
- 20 — Carnahan, B., Luther, H.A., ve Wilkes, J.T., «Applied Numerical Methods» John Wiley Sons, 1969, Newyork.
- 21 — Epstein, M.P., «On the influence of Parametrization on Parametric interpolation» SIAM J. Numer. And. Vol. 13, No. 2, April, 1976.

EK 1. B - SPLAYN MATRİSİNİN HESABI

Program içindeki değişkenlerin açıklanması

SUBROUTINE BASIS :

| | |
|--------|---|
| NUMPTS | Verinin sayısı (m) |
| NCAP3 | B - Splayn katsayılarının sayısı (m) |
| X | Parametre cümlesi $\{t_i\} i=1, 2, \dots, m$ |
| K | Düğüm noktaları vektörü $\{\lambda_j\} j=1, 2, \dots, m-4$ |
| J | Hesap yapılan spesifik açıklığı belirlemekte olan büyüklük. |
| BN | B - Splayn matrisi $[{}^i b] = [({}^i \lambda)^{T} N]$ |

SUBROUTINE BASROW

Row(1) B - Splayn matrisinin i 'inci satır ve J 'inci sütun elemanı

Row(2) B - Splayn matrisinin i 'inci satır ve $(J+1)$ sütun elemanı

Row(3) B - Splayn matrisinin i 'inci satır ve $(J+2)$ sütun elemanı

Row(4) B - Splayn matrisinin i 'inci satır ve $(J+3)$ sütun elemanı

Programın lojik yapısı

- (1) B - Splayn matrisinin bütün elemanlarını sıfır yap.
- (2) Parametrenin J 'inci açıklığın elemanı olup olmadığını araştır. Parametre bu açıklığa ait değilse aralığın sayısını birer birer artırarak parametrenin ait olduğu açıklığı bul.
- (3) Parametrenin ait olduğu açıklık bulunduktan sonra BASROW SUBROUTINE'nini çağırarak bu aralıkta sıfır olmayan B - Splayn matris elemanlarını hesapla
- (4) Hesaplanan sıfırdan farklı matris elemanlarını yerine yaz.

**EK 2 : B - SPLAYN
FONKSİYONUNUN KÜBİK
FORM OLARAK
DÜZENLENMESİ**

$$\sum_{j=J}^{J+3} C_j N_{j,4}(t) = At^3 + Bt^2 + Ct + D$$

Değişkenlerin açıklanması

- SK (I) Düğüm noktası vektörü
 $I=J+1, \dots, J+6,$
 $\{\lambda_j\} j=1, 2, \dots, m+4$
- CK (I) B - Splayn katsayıları
 $I=J, \dots, J+3, \{C_j\} j=1, 2, \dots, m$
- A t^3 ün katsayısı

- B t^2 nin katsayısı
C t nin katsayısı
D sabit katsayı

Programın mantığı

1. $N_{j,4}(t)$ rekürans bağıntısı t nin kuvvetlerine göre düzenlenirse A, B, C, D katsayılarının elde edilişi doğrudan doğruya basit bir cebrik işlemdir. Burada dikkat edilecek nokta J değerinin 1 den başlayıp açıklık sayısından bir eksiğine kadar gideceğidir. Yeni bir B - Splayn eğrisi için açıklık sayısının bir eksiği kadar $\{A, B, C, D\}$ katsayıları vardır. Fazla hafıza ünitesi işgal etmemek için bunlar yerine C_j katsayıları saklanır.

Verilen Bir Gemi İçin Yalpa Finlerinin Dizaynı^(*)

Tevfik Celâl KALYONCU (**)

ÖZET

Gemilerde yalpa hareketini azaltıcı yöntemlerden aktif yalpa stabilizer finleri incelenmiş, hareket denklemleri, performans kayıpları izah edilmiş ve dizayn kriterleri ile dizayn yöntemi anlatılmıştır. Son bölümde ise diğer yalpa azaltıcı dizgeler ile karşılaştırma yapılmıştır.

1. GİRİŞ

Genel olarak altı serbestlik derecesine sahip dinamik bir sistem olan gemilerde, yalpa hareketi, gemilerin enine stabilitesi açısından özellikle önem arzeden bir konudur. Stabilitate, konfor, yolcular üzerindeki psikolojik etkileri açısından istenmeyen bir olay olan yalpa hareketini önleme düşüncesi, yüz yıldan fazla bir zamandır üzerinde çalışılan bir konu olmuştur. Yalpa azaltıcı düzenler genel olarak iki ana grupta toplanabilir.

1. Pasif yalpa azaltıcı düzenler : Donanımı deviten ek bir güç ve özel kontrol aygıtlarına sahip değillerdir. Yalpa omurgaları, sabit finler, pasif yalpa sarnıçları, pasif hareketli yalpa ağırlıkları bu gruba girer.

2. Aktif yalpa azaltıcı düzenler : Bu dizgelerde, gemide yalpaya karşı zıt bir moment kontrollü bir şekilde oluşturulur ki bu iş için ek devitken güç ve analog kompüterler kullanılır. Aktif yalpa sarnıçları, aktif hareketli ağırlıklar, yalpa jiroskoplari ve aktif yalpa finleri bu gruba girer.

Yalpa finleri ile gemilerin yalpalariının azaltılması ilk kez bu yüzyılın başlarında Japonya'da Dr. Motora tarafından geliştirilmiştir. Denny Brown - AEG, Blohm und Voss, Sperry gibi firmalar, dünyadaki belli başlı fin ve kontrol sistemi üreten firmalardır.

2. YALPA FİNLERİ

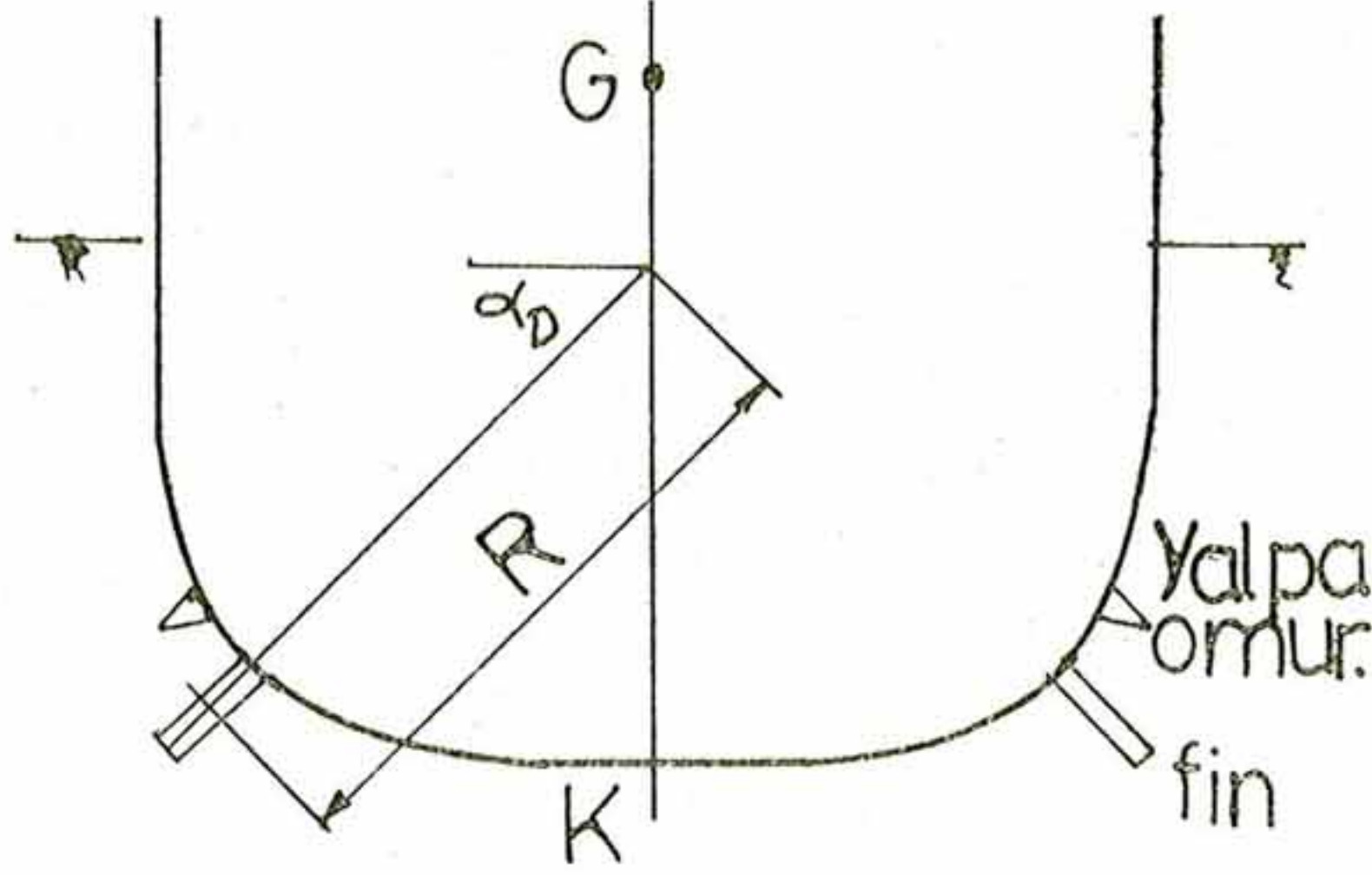
Yalpa finleri, gemi sintine dönümü civarında, gemi yüzeyine dik olarak bu yüzeyden dışarıya doğru uzanan, içeriye çekilebilir veya katlanabilir tiplerde olabilen, geminin sancak ve iskelesinde eşit büyüklükte ve aynı eksen üzerinde düzenlenmiş dümene benzer kanatçıklardır. Çoğunlukla NACA gibi simetrik hidrofoil kesitlere sahiptirler (Şekil 1). Tek parça olarak imal edilebildikleri gibi izler kenarları flaplı olarak da imal edilebilirler. Kontrol mekanizmaları etkisi ile kendi eksenleri etrafında döndürülebilirler. Örneğin, eğer iskeledeki yalpa fini gemi ilerleme yönü ile pozitif hücum açısı yapacak şekilde döndürülmüşse buna karşılık sancaktaki fin de aynı miktarda negatif yönde döndürülür. Böylece geminin ilerleme yönüne dik olarak iskelede yukarıya ve sancakta da aşağıya doğru kaldırma kuvvetleri elde edilir. Bu kuvvetlerin yalpa eksenini etrafındaki momentleri gemiyi sancağa meyle zorlar. Dolayısıyla, yalpa hareketlerine duyarlı bir kontrol aygıtının fine uygun şekilde uyarmalar vermesi sureti ile bu tip dizgelerle zorlayıcı dalgalara karşı zıt yönde etkiyen momentler oluşturulur. Bu işlemle yalpa hareketi % 90 civarında azaltılmış olur. Kullanılmadıkları zaman tekne içindeki yuvalarına alınarak zedelenmeleri ve direnç artışı önlenir. Kanatlar ve kontrol sisteminin ağırlıklarına ek olarak, kanatların içine girdiği tekne kısımları nedeniyle; gemi % 1 civarında bir deplasman kaybına uğrar. Destroyer tipi teknelerde çokça kullanılırlar. Flaplı finlerde, flap esas parçaya nazaran ayrıca dönerek daha fazla

(*) İ.T.Ü. Gemi İnş. ve Dz. Bil. Fakültesinde Bitirme Ödevi Çalışması olarak kabul edilmiştir.

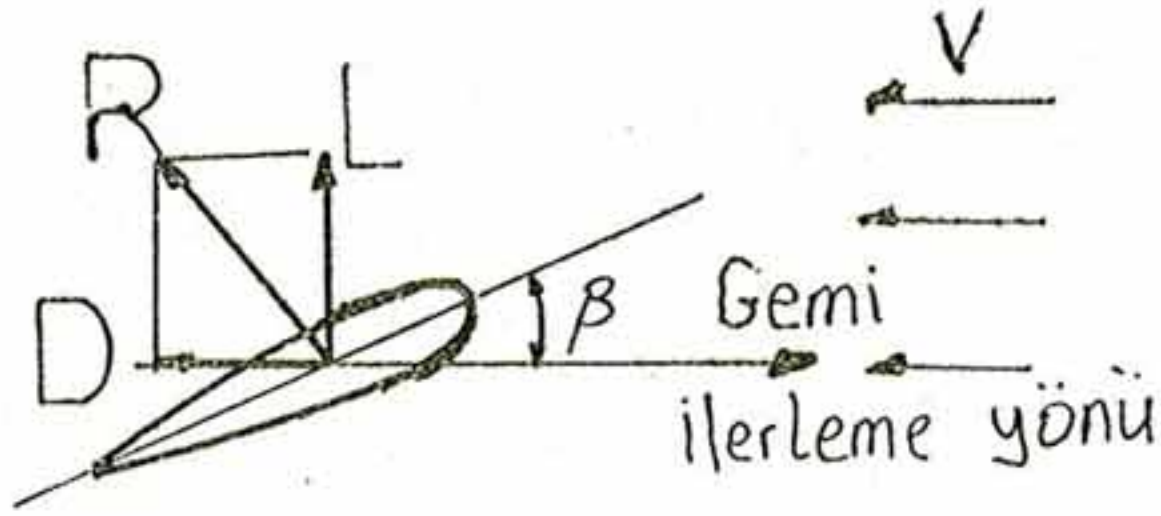
(**) Gemi İnşaatı ve Gemi Mak. Müh., İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Dz. Bil. Fak. Taşkişla.

kaldırma kuvveti sağlarsa da tek parçalı finlere göre daha fazla direnç gösterirler. Şekil 2 deki gibi akım içinde finin oluşturduğu kaldırma kuvveti pratik olarak

$$L = \frac{1}{2} \times A_F \times V^2 \times C_L \quad (1)$$



Şekil 1. Fin ve yalpa omurgalarının tipik şeması.



Şekil 2. Akım içindeki profil.

bağıntısı uyarınca hesaplanabilir. Burada

C_L : Kaldırma kuvveti katsayısı

V : Gemi hızı

A_F : Bir finin alanıdır.

Şekil 3 te değişik yan oranları için hücum açısı - kaldırma kuvveti katsayısı değişimi verilmiştir.

Yalpa finleri nedeniyle gemide direnç artması basit olarak

$$R_k = 1/2 \times A_F \times V^2 \times C_D \quad (2)$$

bağıntısı uyarınca hesaplanabilir.

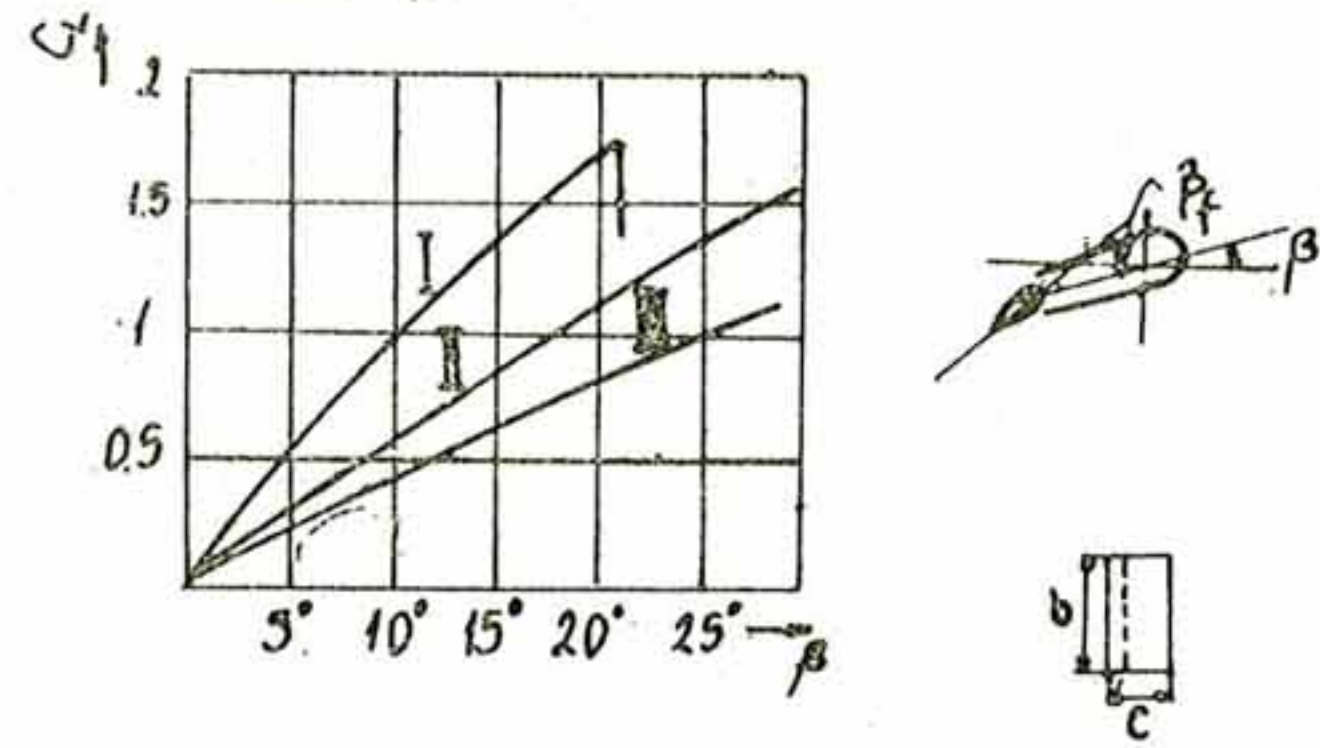
R_k : Yalpa fininden dolayı gemide direnç artması

A_F : Finlerin toplam alanı

C_D : Direnç kuvveti katsayısı

Dalgalar arasında rezonans halde, gemilerde genellikle % 20 - 60 oranında direnç artışı görülebilir. Ancak yalpa finleri çalıştırılarak bu direncin önemli bir kısmı yok edilebilir. Bu azaltılan direnç ise R_k direncinden çok büyüktür. Bu nedenle yalpa finli gemiler dalgalar arasında daha az hız kaybına uğrarlar. Bu halde zamana göre değişen β hücum açısı ortalama olarak maksimum açısal genişliğin $2/\pi$ ile $2/3$ 'ünde sürekli kalmış gibi bir direnç artımına neden olur.

| | | | |
|-----|-----------------------|--------------|------------------------|
| I | $\beta_f/\beta = 1,5$ | $b/c = 2$ | $R_n = 3,3 \cdot 10^5$ |
| II | $\beta_f/\beta = 1$ | $b/c = 1,15$ | $R_n = 3,7 \cdot 10^5$ |
| III | $\beta_f/\beta = 0$ | $b/c = 1,15$ | $R_n = 3,7 \cdot 10^5$ |



Şekil 3. Değişik b/c 'ler için $\beta - C_L$ değişimi.

Etkin moment kolu R , Δ , GM ve geminin hızı bilindiğine göre 4. şekil yardımı ile fin ve kontrol sisteminin tüm ağırlığı hesaplanabilir.

Bir Sperry gyrofin prensip şeması 5. şekilde görülebilir.

3. HAREKET DENKLEMLERİ

Yalpa finleri yokken yalpa hareketi

$$(J_\phi + J_\phi'') \cdot \frac{d^2\phi}{dt^2} + A_\phi \cdot \frac{d\phi}{dt} + \Delta \cdot \overline{GM} \cdot \phi = \Delta \cdot GM \cdot \alpha_M \sin(\omega t) \quad (3)$$

lineerleştirilmiş denklemi ile modellenenir. Burada

- J_ϕ : Yalpa ekseninde gemi kütlesi atalet momenti
 J''_ϕ : Yalpa ekseninde gemi ek su kütlesi atalet momenti
 A_ϕ : Yalpada hızla orantılı sönüm momenti katsayısı
 Δ : Gemi deplasmanı
 ϕ : Yalpa açısı
 ω : Dairesel frekans

$\alpha_u = \frac{\pi}{\lambda} \zeta_a$: Maksimum dalga meylidir.

Yalpa finleri uygulandığında hareket denklemini

$$J_\phi \frac{d^2\phi}{dt^2} + A_s \frac{d\phi}{dt} - \Delta \cdot \overline{GM} \cdot \phi + M_k = \Delta \cdot \overline{GM} \alpha(t) \quad (1)$$

şeklinde yazabiliriz. Burada

$$J_s = J_\phi + J''_\phi$$

şeklinde virtüel gemi k kütlesi atalet momenti, A_s sönüm momenti katsayısı ve M_k yalpa finlerinin yalpaya zıt yönde oluşturduğu dengeleyici momenttir. Yalpa finleri ile yalpa hareketi her an söndürülebilmiş olsa idi ϕ , $\dot{\phi}$, $\ddot{\phi}$ değerleri de her an sıfır olurdu. Bu durumda (4) denkleminde yalpası dengelenmiş gemi için

$$M_k = \Delta \cdot \overline{GM} \cdot \alpha(t) \quad (5)$$

yazılabilir.

Öte yandan finin oluşturduğu dengeleyici moment

$$M_k = 2 \cdot R \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^2 \cdot A_k \left(\frac{\partial C_l}{\partial \beta} \right) \cdot \beta \quad (6)$$

şeklinde bulunur. Burada dalgalara ait efektif dalga meylini her an ölçülebilmesine olanak bulunmadığından bu yoldan finlere ait hücum açıları ayarlanamaz.

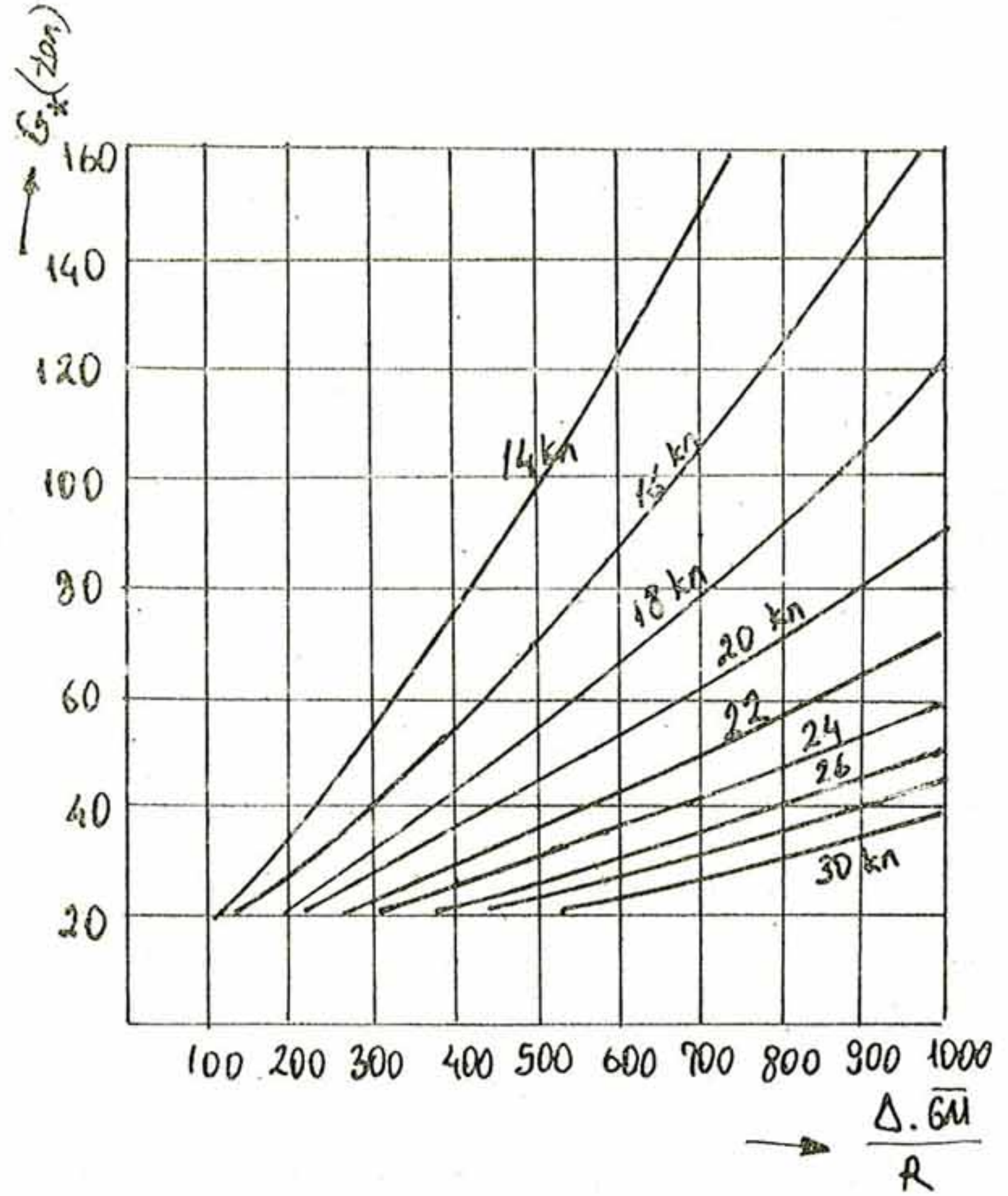
Bunun yerine ϕ , $\dot{\phi}$, $\ddot{\phi}$ büyüklükleri jiroskopik esasa dayalı elektronik cihazlardan yararlanmak suretiyle her an sürekli olarak tayin edilebilirler. Bu üç büyüklüğün her biri ile ayrı ayrı orantılı olacak şekilde finler, her bir büyüklüğe

karşıt gelen miktarlarda döndürülmek suretiyle bu üçünün toplamı kadar bir hücum açısı yaparak yalpaya karşı gerekli momenti sağlamış olurlar. Yani a , b , c ler sabit orantı katsayıları olduklarına göre

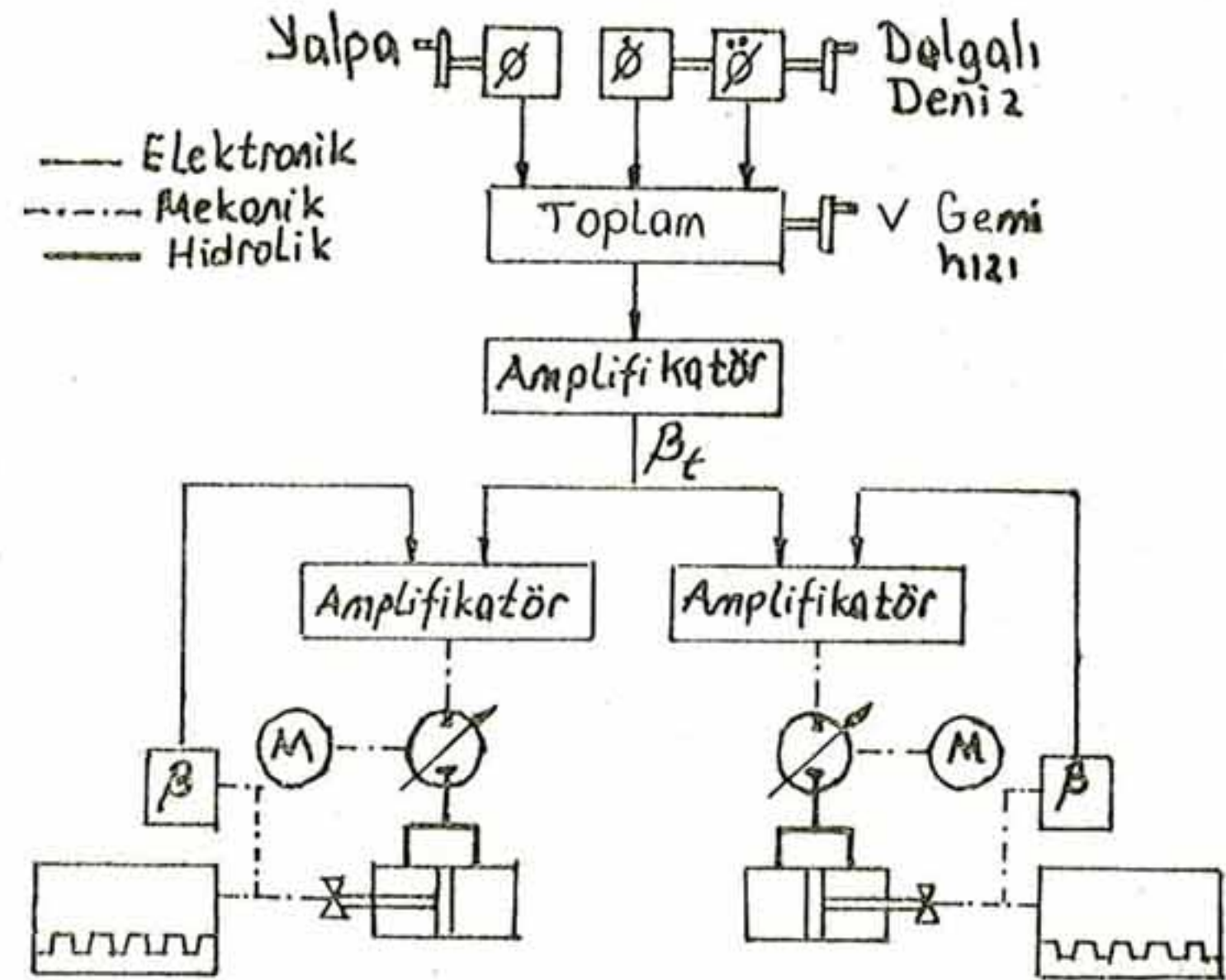
$$\beta = a\phi + b\dot{\phi} + c\ddot{\phi} \quad (6)$$

yazılabilir. Bu halde

$$M_k = 2 \cdot R \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^2 \left(\frac{\partial C_l}{\partial \beta} \right) \cdot \beta = K(a\phi + b\dot{\phi} + c\ddot{\phi}) \quad (7)$$



Şekil 4. Fin dizgesi toplam ağırlığı değişimi.



Şekil 5. Sperry Gyrofin prensip şeması.

yazılıp bu değerler hareket denkleminde taşınırsa

$$(J_s + K \cdot c) \ddot{\phi} + (A_s + K \cdot b) \dot{\phi} + (GM + K \cdot a) \phi = \Delta GM \alpha(t) \quad (8)$$

elde edilir. Burada $K \cdot c$ terimi ihmal edilebilir boyutta olup denklemin her iki yanını J_s ile bölünerek

$$\ddot{\phi} + 2 n_{ks} \dot{\phi} + \mu^2 \phi = \omega_s^2 \alpha_u \sin(\omega t) \quad (9)$$

elde edilir. Burada

$$n_{ks} = \frac{A_s + K d}{2 J_s}$$

yalpa finli gemide sönüm katsayısı

$$\mu = \sqrt{\frac{GM + K \cdot a}{J_s}}$$

yalpa finli gemide yalpa frekansı

$$\omega_s = \sqrt{\frac{\Delta GM}{J_s}}$$

finler çalışmıyorken naturel frekans değeri

Bu denklemin çözümünden zorlanmış harekete ait yalpa genliği

$$\phi_a = \frac{\omega_s^2 \cdot \sigma_M}{[(\mu^2 - \omega^2)^2 + 4 n_{ks}^2 \omega_s^2]^{1/2}} \quad (10)$$

bulunur.

Bu genliğin maksimum olabilmesi için paydadaki ifade minimum olmalıdır. Karekök içindeki ifadeyi N^2 ile göstererek

$\frac{\partial N^2}{\partial \omega^2} = 0$ dan $\omega^2 = \mu^2 - 2 n_{ks}^2$ bulunur. ω^2 yi (10)'a taşırsak

$$(\phi_a)_{\max} = \frac{\omega_s^2 \cdot \sigma_M}{(4 n_{ks}^2 [\mu^2 - 2 n_{ks}^2]^{1/2}} \quad (11)$$

elde edilir. Bu değer için yalpada optimal sönüm sağlanmalıdır. Bunun için

$$\frac{\partial N^2_{\min}}{\partial n_{ks}^2} = 0 \quad \text{dan} \quad \mu^2 = 2 \times n_{ks}^2 \quad (12)$$

optimalleştirme şartı elde edilir. Bu denklemlerle, yalpada optimal sönümü sağlayabilmek için a ve b sabitleri arasında bulunması gerekli olan bağıntı elde edilmiştir.

4. PERFORMANS KAYIPLARI

Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, yalpa finli kaldırma kuvvetinin, finli model deneylerinden elde edilen değerle mukayese edildiğinde beklenilenden çok daha az olduğunu saptadılar. Yalpa finlerinin kaldırma kuvvetinin beklenilenden az oluşunu Lloyd şu nedenlere bağlamaktadır.

- a — Fin/fin ve fin/yalpa omurgası arasında girişim,
- b — Geminin kenar tabakası,
- c — Gemi hareketleri nedeni ile hücum açısının küçülmesi,
- d — Kaviteasyon,
- e — Finin savrulma ve yan öteleme hareketlerine neden olması.

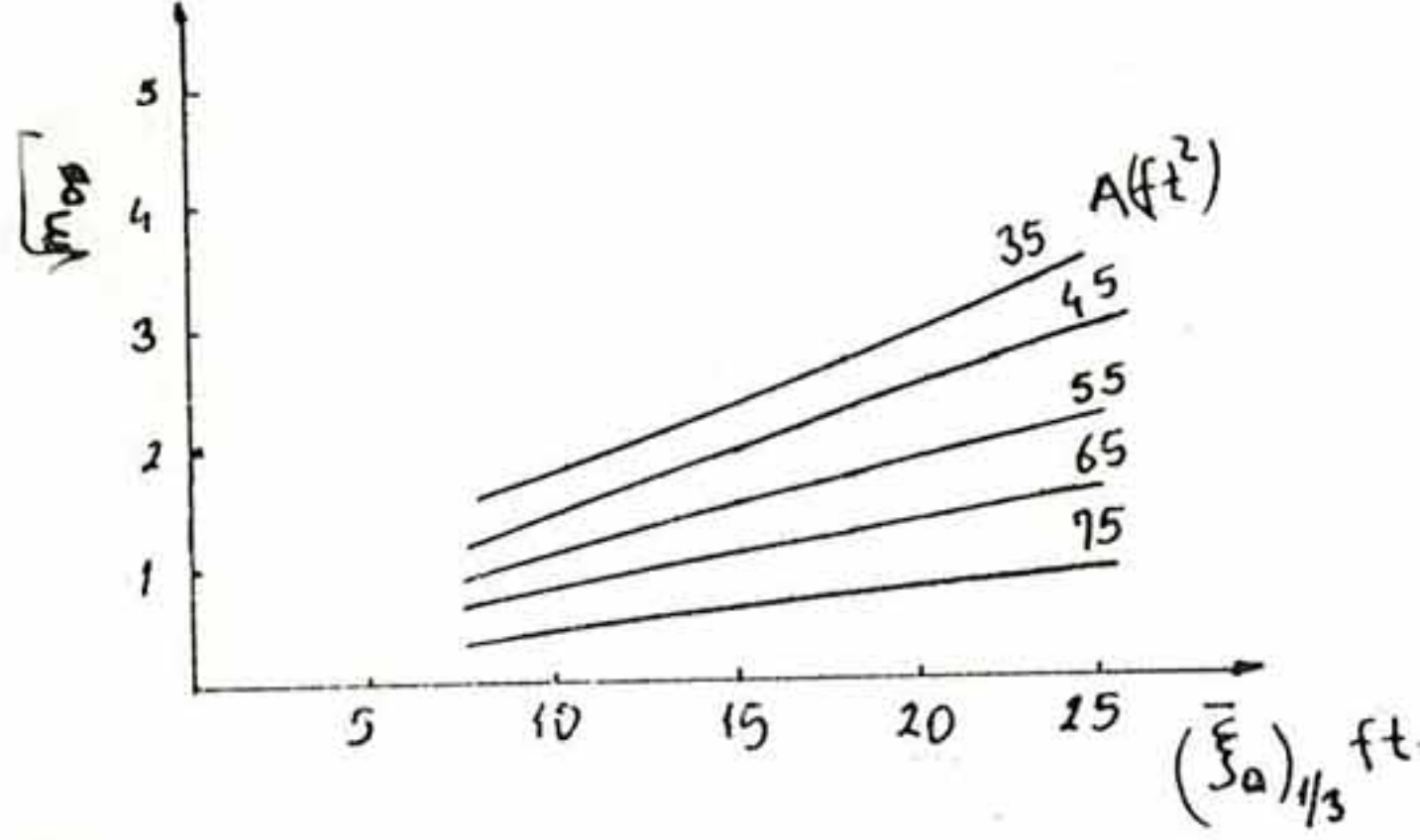
5. DİZAYN KRİTERLERİ

Dizayn edilen finler maksimum kaldırma kuvveti verecek şekilde, aşağıya-yukarıya döndürülebilmeli fakat bu işlem esnasında en az direnci göstermelidir. Bu döndürme esnasında devitgen motorlar minimum iş yapmalıdır. Kafi derecede sağlam yapılmalı ve oluşan kuvvetleri gemi bünyesine taşıyabilmelidirler. Çalışmadıkları zaman tekne içine alınmalıdır. Fin tesisatı gemi içinde gayet az yer işgal etmelidir. Finler ve devitgen aparatları basit ve sağlam yapıya sahip olmalıdır. Özellikle deniz suyu ile irtibatlı bölümler korozyona dayanıklı olmalıdır. Finler için dış kaplamada açılan delikler mümkün olduğu kadar küçük olmalı ve bu süreksizlikler dolayısıyla geminin mukavemeti zarar görmemelidir. Bu tesisatın gemiye montesi basit ve çabuk bitecek şekilde olmalı ve bu tesisat mümkün olduğu kadar ekonomik olmalıdır.

6. DİZAYN YÖNTEMİ

Verilen bir geminin boyu, genişliği, su çekimi, deplasmanı, enine metesantri yüksekliği ve benzeri karakteristik özellikleri ile naturel, yalpa frekansı, yalpa sönüm katsayısı bilinince, herhangi bir deniz için veya geminin çalışacağı hat için m_{ϕ} yalpa açısı kareler ortalamasını saptamak olasıdır. Geminin çalışacağı hat

için karakteristik dalga yüksekliği yaklaşık olarak bilindiğine göre buradan finin alanını bulmak olasıdır (6. şekil). Ancak bu çalışmalar tamamiyle muhtelif deniz bölgelerinde yapılan istatistiksel ölçümlere ve model deneylerine dayanmaktadır. Doyayısı ile iyi bir fin dizaynı için en sağlıklı yol model deneylerinin yapılmasıdır. Ancak geminin L, B, T, D, GM, R değerleri bilindiğine göre finin boyutlarını yaklaşık olarak bulmak istersek,



Şekil 6. Model deneyleri ile fin alanının bulunması.

1. Yapılan deneyler göstermiştir ki maksimum dalga meylini 4° , 6° arasında almak etkin bir stabilizasyon için yeterlidir.

2. b/c oranını 1,5 ile 2,2 ve t/c oranını 0,2 ile 0,24 arasında almak hidrodinamik açıdan uygundur.

3. Fin depresyon açısı α_D , fin tipi ve gemi üzerinde konacağı yer seçilmelidir.

4. Whicker'in verdiği bağıntı ile $\frac{\partial C_L}{\partial \beta}$ hesaplanabilir. Kenar tabaka ve

girişim etkileri düşünülerek bu değer % 15 - 20 düşürülür.

$$\frac{\partial C_L}{\partial \beta} = \frac{1,8 \times \pi \times a_e}{1,8 + \sqrt{4 + a_e^2}} a_e \frac{2b}{c}$$

efektif yan oranı

5. Maksimum fin açısı seçilir. Kaviteasyon, direnç ve stall açısı bakımından 20° uygun bir değerdir.

6. C_L değeri bulunur.

7. Aşağıdaki bağıntı ile fin alanı bulunur.

8. $R_k = 1/2 A_k V^2 C_D = 1/2 V^2 \frac{C_L}{\pi}$ ile direnç artışı bulunur.

9. Dizgeye ait tüm ağırlık 4. şekil yardımı ile bulunur. Bulunan fin alanı % 25 - 30 güvenlik payı ile artırılmalıdır. Yan oranına göre de fin boyutları saptanmalıdır.

7. SİSTEMİN AVANTAJLARI

Yalpa finleri diğer aktif yalpa azaltıcılara nazaran gemiden daha az yer işgal eder. Tüm sistemin ağırlığı daha hafiftir. Sistemi çalıştırmak için daha az güç gereklidir. Sistemin inşası ve montajı daha kolay ve çabuktur. Maliyeti daha düşüktür. Bir hücum açısında finlerle elde edilen kaldırma kuvveti hızın karesi ile orantılı olarak arttığı için gemi duruyorken finlerin hiç bir etkinliği yoktur. Bu da sistemin tek dezavantajıdır. Bir alabandadan diğerine 20 ile 30 saniyede dönebilen bir gemi dümeni ile karşılaştırılacak olursa; 20° lik bir değişme yarım saniyede (gemi periyodu/10) tamamlanabilmektedir. Bu da sistemin ve kontrol cihazlarının duyarlılığı ve hızı hakkında bize bir fikir verir.

TEŞEKKÜR

Bitirme ödevi olarak hazırladığım bu çalışmamda bana ışık tutan muhterem öğretmenim Prof. Dr. Tarık SABUNCU'ya teşekkürü bir borç biliyorum.

KAYNAKÇA

1. Allan J.F.: The stabilization of Ships by Activated Fins. TRINA. 1945, shf. 123 - 159.
2. Chadwick J.H.: On the Stabilizations fins. SNAME 1955, shf. 267 - 280.
3. Cox G.G., Lloyd A.R.: Hydrodynamic Design Basis For Navy Ship Roll Motion Stabilization. SNAME 1977, shf. 51 - 93.
4. Kafalı Kemal: Gemilerde kullanılan Profillerin Tatbiki Hidrodinamiği. İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı 722, 1968.
5. Lloyd A.R.: Roll Stabilizer Fins. A Design Procedure. TRINA 1974, shf. 223 - 254.
6. Palmer R.: The Case For Activated Fins Stabilization. Naval Architect 1974, shf. 99 - 104.
7. Sabuncu Tarık: Gemi Hareketleri. İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı 1248, 1983.
8. Von Ing. P. Inklear: Antriebe der Flossen und Ihre Regeleinrichtungen. Schiffstechnik. 1968, shf. 643 - 670.

Dinamik Stabilite Kriterinin Pratik Değerlendirmesi^(*)

Çeviren : Levent PAPAĞER (**)

$$GZ = KN - KG \sin \theta \quad (1)$$

$$GZ = M_0 S + GM_0 \sin \theta \quad (2)$$

Statik stabilite eğrisinin altındaki alanla ilgili olan IMCO'nun dinamik stabilite kriteri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Birinci sistem, denklem (1), daha çok kullanılır. Burada, KN çapraz stabili-

| Alan konumu | En küçük IMCO Alanı (metre radyan) |
|--|------------------------------------|
| 0°-30° | 0.055 |
| 30° den 40° ye (veya devrilme açısına) | 0.03 |
| 0° den 40° ye (veya devrilme açısına) | 0.09 |

Bu kriter 100 metreden küçük gemiler için olmasına karşın, birçok kuruluş aynı kriteri başka gemiler içinde kullanmaktadırlar. Stabilite kriterinin tamamı IMCO tarafından sık sık gözden geçirilirken, gelecekteki kriterin de yukarıdaki- ne benzer bir alan kriteri içereceği anlaşılmaktadır.

lite eğrilerinden bulunur. M_0S sistemi ise Avrupa'daki birkaç tersane ve danışman kuruluş tarafından kullanılmaktadır. Şekilde de görüldüğü gibi iki denklem aşağıdaki gibi bütünleştirilebilir.

$$KN = M_0 S + KM_0 \sin \theta \quad (3)$$

Bir tek stabilite eğrisini grafik entegrasyon ile kolayca sınamanın yanı sıra, tasarımcı ve tersanelerin ilgilendikleri başka sorunlarda bulunmaktadır. Bunlar,

Örnek

Belirli bir draft ve trimdeki geminin değerleri aşağıdaki gibidir.

$$KM_0 = 10.6 \text{ m.} \quad KG = 10.2 \text{ m.}$$

$$GM_0 = 0.4 \text{ m.}$$

(Serbest su yüzeyine göre düzeltilmiş)

1. Aynı draft ve trimde, farklı KG için stabilite durumunun değerlendirilmesi
2. Verilen draft ve trim için en küçük müsaade edilebilir GM'in ve ya en büyük müsaade edilebilir KG nin bulunması
3. Geminin farklı çalışma şartları için en küçük müsaade edilebilir GM veya en büyük müsaade edilebilir KG eğrilerinin bulunması

| Meyil Açısı | M_0S (m) | KN(m) | Hesaplanan GZ(m) |
|-------------|------------|--------|------------------|
| 5° | .0195 | .9433 | .0543 |
| 10° | .0368 | 1.8775 | .1063 |
| 15° | .05 | 2.7935 | .1535 |
| 20° | .0571 | 3.6825 | .1939 |
| 25° | .0564 | 4.5362 | .2255 |
| 30° | .0464 | 5.3464 | .2464 |
| 35° | .0259 | 6.1058 | .2553 |
| 40° | -.0061 | 6.8075 | .251 |

Yukarıdaki sorunların çözümleri genellikle kaba yaklaşımlarla elde edilmektedir.

Statik Stabilite Eğrisinin Yapısı

Statik stabilitenin belirlenmesi şu iki yöntemle yapılmaktadır (Bak. Şekil 1).

(*) Khoushy, D. Memorandum on practical evaluation of intact dynamic stability criteria, The Naval Architect, March 1979.

(**) Gemi İnşaatı Yüksek Mühendisi, İ.T.Ü. Gemi Araştırma Merkezi, Taşkışla - İST.

Görüleceği gibi alanlar halâ IMCO isteklerine uygundur.

En Küçük Müsade Edilebilir GM'in Bulunması

Verilen draft ve trimde KN ve M_0S entegralleri sabit olduklarından en küçük müsade edilebilir GM_0 (en büyük müsade edilebilir KG) ayrı bir hesaba girmeksizin hesaplanabilir. Böylece verilen GM_0 veya KG için fazla alan hesaplanır, fazla GM_0 değeri buradan kolaylıkla elde edilir.

$$\delta GM = \frac{\delta A}{\int \sin \theta d\theta} \quad (9)$$

Örnek (devamı)

| Konum | IMCO Alanı | $GM_0=0.4$ m için alan | δA | $\int \sin \theta d\theta$ | δGM_0 |
|---------------------|------------|------------------------|------------|----------------------------|---------------|
| $0^\circ-30^\circ$ | 0.055 | 0.07505 | -0.02005 | 0.13397 | -0.14966 |
| $30^\circ-40^\circ$ | 0.03 | 0.04417 | -0.01417 | 0.09998 | -0.14173 |
| $0^\circ-40^\circ$ | 0.09 | 0.11922 | -0.02922 | 0.23396 | -0.12489 |

Bu geminin bu draft ve trim için kontrol parametresinin 0° ile 40° arasındaki dinamik stabilite olduğu görülmektedir. En küçük $GM=0.4-0.12489=0.27511$ m ve en büyük KG ise, 10.32489 m olmaktadır.

En Küçük Müsade Edilebilir GM Eğrisi

KN veya M_0S in entegrallerinin, ve-

| Konum | $\int M_0S d\theta$ | $A_{IMCO} - \int M_0S d\theta$ | $\int \sin \theta d\theta$ | GM_{min} | KG_{max} |
|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|------------|------------|
| $0^\circ-30^\circ$ | 0.02146 | 0.03354 | 0.13397 | 0.250 | 10.350 |
| $30^\circ-40^\circ$ | 0.00418 | 0.02582 | 0.09998 | 0.258 | 10.342 |
| $0^\circ-40^\circ$ | 0.02564 | 0.06436 | 0.23396 | 0.275 | 10.325 |

(10b) denkleminin çözümü ise;

| Konum | $\int KN d\theta$ | $\int KN d\theta - A_{IMCO}$ | $\int \sin \theta d\theta$ | KG_{max} |
|---------------------|-------------------|------------------------------|----------------------------|------------|
| $0^\circ-30^\circ$ | 3.5056 | 1.3866 | 0.13397 | 10.350 |
| $30^\circ-40^\circ$ | 1.0640 | 1.0340 | 0.09998 | 10.342 |
| $0^\circ-40^\circ$ | 1.4416 | 2.4156 | 0.23396 | 10.325 |

Görüleceği gibi dinamik stabilite için en küçük $GM=0.275$ m ve en büyük $KG=10.325$ m dir.

rilen bir gemi için draft ve trimin geometrik özellikleri oldukları görülmektedir. Eğer geminin stabilite hesapları bilgisayarda yapılıyorsa, bu entegraller de aynı program içinde değerlendirilebilir.

En küçük GM, denklem (9) aşağıdaki şekilde düzenlenerek hesaplanır.

$$GM_{min} = \frac{A_{IMCO} - \int M_0S d\theta}{\int \sin \theta d\theta} \quad (10a)$$

En büyük KG_{max} , $KN - GM_{min}$ dur.

$$KG_{max} = \frac{\int KN d\theta - A_{IMCO}}{\int \sin \theta d\theta} \quad (10b)$$

Bu denklemler de diğer stabilite verileri gibi aynı zamanda değerlendirilebi-

lirler. Bilgisayarın bulunmadığı hallerde, farklı draftlar ve trimler için KN veya M_0S entegralleri nümerik entegrasyonla bulunabilir.

Örnek (devam)

Örnek geminin bir hali için (10a) denkleminin çözümü tablo halinde verilmiştir;

Sonuç

Bu yazının stabilite bukletlerinin hazırlanmasında karşılaşılan bazı sorunları gidereceği ümit edilmektedir.

Denizde Yangından Korunma Kuralları ve Tüzükleri^{*)}

Yazan : *Ian D. TULLIS*

Cape Beards and Panels Ltd.
Deniz Satışları Müdürü

Çeviren : *C. Alparslan ERTUĞ*

Gemi İnşa ve Mak. Yük. Müh.

Tüm denizci ülkeler, üyeleri tarafından yasa haline getirilmek üzere komiteleri vasıtasıyla kararlar alan Uluslararası Denizcilik Danışma Örgütü'nün (IMO) üyesidirler. Bu onaylanmış kararlar Denizde Can Güvenliği (SOLAS) Konvansiyonu olarak tüzük haline gelmişlerdir ve tüm üyeler için bağlayıcıdır. SOLAS kuralları, uluslararası sefer yapan tüm açık deniz gemileri için asgari sınırlardır.

Bir çok ülkeler, SOLAS'ı esas alan, fakat daha ileri istekleri olan kendilerine mahsus tüzükler getirmişlerdir.

SOLAS 1960 yada 1974'te bulunmasına rağmen, bazı sınıflamaları burada açıklamak yararlı olacaktır.

«A» çelik anlamına gelmektedir. Bunu izleyen sayılar ise, sıcaklık artışı testini geçmek için çeliğe uygulanması gereken yalıtım değerini göstermektedir. Örneğin, A 15, 15 dakikalık standart bir yangın testi süresince 139°C'tan daha fazla sıcaklık artışına izin vermeyecek şekilde çeliğin yalıtılması gerektiğini ifade etmektedir. Perdenin bütünlüğünden emin olmak içinse, testin 60 dakika sürmesi gerekmektedir.

B ϕ : Standart bir yangın testi süresince herhangi bir sıcaklık artışı kuralını sağlaması gerekmeyen yanmaz bir paneldir. Fakat bütünlüğünden emin olmak için 30 dakikalık bir teste tabi tutulması ve test süresince alev yada duman geçirmemesi gerekmektedir.

B 15 : B ϕ gibidir. Fakat ilk 15 dakika için sıcaklık artışı kuralını sağlamak zordur.

C sınıfı, yanmaz bir panel olmak zordur. Fakat duman ve alev geçişi yada sıcaklık artışına ilişkin herhangi bir kuralı sağlaması gerekmemektedir.

TÜZÜKLER

Yangından korunma kuralları üç ana kategoriye ayrılabilir :

1. Yolcu Gemileri
2. Tankerler
3. Yük Gemileri

1. YOLCU GEMİLERİ

Bu tip gemilerin yangından korunmasına ilişkin kurallar, SOLAS 1960'a Bölüm H'nin eklenmesiyle önemli ölçüde sıkılaştırılmış ve basitleştirilmiş, SOLAS 1974 başlığı altında yayınlanmışlardır. Esas olarak geminin maksimum 40 m'lik düşey bölgelere ayrılması ve tüm perde kaplamaları, tavanlar ve kapıların onaylanmış yanmaz malzemeler olması zorunludur. Bölüm H'teki tablolar yardımıyla perdenin tipi ve malzeme çekirdeğinin kalınlığı kolayca belirlenebilir. Bölüm H, yanmaz kaplamaların yanısıra tavandan su püskürtme sistemi kullanılmasına ve böylece malzemenin çekirdek kalınlığının azaltılmasına izin vermektedir. Bununla beraber, bir çok durumda izolasyon derecesi azaltılsa bile malzeme çekirdek kalınlığı değişmemektedir. Örneğin B 15'te çekirdek kalınlığı 19.1 mm.'dir ve B ϕ 'da da aynı kalınlık uygulanmaktadır. Dayanıklılık ve ses yalıtımı açısından bakıldığında, perde kalınlığını 19.1 mm'nin altına düşürmek uygun olmamaktadır.

(*) MISIR, İskenderiye Üniversitesinde düzenlenen Kongre'ye sunulan tebliğden çevrilmiştir.

Üst binalarda ahşap kaplama yerine yanmaz kaplamalar kullanılarak yangın endişesi yarı yarıya azaltılmış olmaktadır.

Bu kuralların uluslararası nitelikte olmalarına rağmen, bir çok ülkeler bunları, kendi iç sularında ve kendi sahillerinde çalışan feribotlara da uygulamaktadırlar. Bir an için kuralları bir kenara bırakalım ve bu özel durumu ele alalım. Kurallar şöyle demektedir :

«İdare, bir seferin emniyet düzeni ve içinde geçeceği şartlar sebebiyle, bu bölümün belirli metalibatinin uygulanmasının gerekmeceği ve akla yakın olmayacağı kanısına varırsa; memleketine ait olan ve seferleri süresince hiç bir zaman en yakın karadan 20 milden daha açık seyretmeyen gemileri bu metalibatin uygulanmasından ayrı tutabilir.»

Böylece eğer yasanın dediğine uyar ve korunmamış bir gemide bir kamara satmanın ticari yanını göz önüne almazsanız, kuralları tümüyle bir kenara itebilirsiniz. Fakat burada şu gerçeği hatırlamak iyi olacaktır. Denizde yada karada canlı canlı yananlar, önce ya duman dan yada çıkan zehirli gazlardan boğulmuşlar sonra yanmışlardır. Yanmaz malzemelerin çoğu ne duman ne de zehirli gaz çıkarmazlar, bu nedenle yanmaz çekirdeklerin üzerine kaplanan dekoratif malzemelerin tiplerinin dikkatle seçilmesi gerekir. Çıkan gaz yada dumanın miktarı kullanılan bu kaplamalara bağlı olmaktadır.

Son yıllarda tüm dünyadaki gemi yangınları nedeniyle, kamuoyu yolcu gemilerinin en yüksek yangın emniyetine sahip olmalarını beklemektedir. Bu yüzden nehir gemilerinde bile, gemideki yangın yükünün olabildiği kadar azaltılması akıllıca olacaktır. Bir armatörün gemisini kurallara uygun yapmakla büyük bir ticari üstünlük sağlayacağını söylemek yanlış olmaz.

2. TANKERLER

Tankerler için yangından korunma

kuralları dört yıldan beri yürürlüğe girmiştir ve genel olarak yolcu gemileri kurallarına benzemektedirler.

Kurallar, büyüklükleri ne olursa olsun, dökme sıvı yük taşıyan tüm gemilere uygulanmaktadır.

Yaşama alanlarındaki tüm yapıların, eğer çelikten değillerse, yanmaz malzemedir yapılmaları zorunludur. Koridor perdelerinin B 15 sınıfı olması ve bu perdelerdeki kapıların da aynı sınıftan olması gerekir. Üst binanın önünün A 60 sınıfı yalıtılması zorunludur. (minimum 25 mm. kaya yönünden (rock wool) oluşan konfor yalıtımı ile 19 mm kalınlığında yanmaz kaplamanın birleştirilmesiyle A 60 sınıfı yalıtım elde edilir.) Merdivenler ile kontrol istasyonlarının da A sınıfı yalıtılması gereklidir.

Koridor tavanlarının B 15 sınıfı yapılması gerekir. Diğer tavanların ise yanmaz olması zorunlu olmakla beraber herhangi bir yalıtım derecesine sahip olmaları gerekli değildir.

3. YÜK GEMİLERİ :

Bazı ülkelerin ve bazı tek tek armatörlerin konulan kuralların çok ötesinde önlem almalarına rağmen, yük gemilerinin yaşama alanlarının yangından korunmasına ilişkin kurallar günümüze kadar en alt düzeyde tutulmuştu. Günümüzde ise, IMCO tarafından onaylanan ve SOLAS 1974 ün D Bölümünü oluşturan A 327 (IX) sayılı karar uyarınca, 500 gros tondan büyük yük gemileri, 1 Eylül 1984'ten itibaren bu kurallara uyaçaklardır. Esasta tankerlerle ilgili kurallara benzer olmakla beraber, bunlar üç uygulama yöntemi arasında bir seçim yapılmasına olanak vermektedirler.

Bu yöntemlerin üçü de tüm koridor perdelerinde B sınıfı yanmaz paneller kullanılmasını ve makina daireleri, kontrol istasyonları ve merdivenlerin tablolarında gösterilen derecede yalıtılmasını gerektirmektedirler.

oluşturan iki ayrı yönü, yani ses yalıtımı ile yüzer tavanları inceleyelim.

Akustik ile yangın emniyetini birbirine bağlayan halka olmaları nedeniyle önce yüzer tabanlara bir göz atalım.

Gemilerin yapıları gereği gürültülü ortamlar olması ve bazı ülkelerin personel bulmakta güçlük çekmeleri nedeniyle, armatörler, liman süreleri kısa olan uzun seferlerde personelin daha rahat olmasını sağlayacak yolları ve araçları aramak zorunda kaldılar. Her gemiciye tuvaletli ve iyi donatılmış ayrı kamara vermek yeterli değildir. Armatörler, geminin yarattığı gürültüyü azaltmanın yanı sıra bir kamaradan diğerine iletilen gürültüyü azaltmanın yollarını da aramaktadırlar.

Kaynağı ne olursa olsun gürültüyü azaltmak pahalı bir iştir. Gürültü ve titreşimin tasarım aşamasında tasfiye edilmesinin sorun oluştuktan sonra çözmeye çalışmaktan daha ucuz olduğu bilinen bir gerçektir.

Gürültünün büyük çoğunluğu gemi yapısı, makina, şaft, civatalar, yardımcıları, hatta air condition menfezlerindeki hava tarafından oluşturulur ve sürekli çelik yapı tarafından da geminin her yerine iletilir. Eğer yaşama alanlarını yapısal gürültüden yalıtırsanız, gürültü düzeyinde büyük bir azalma sağlamış olursunuz. İşte bu noktada yüzer taban karşımıza çıkmaktadır. Çelik güverte üzerine bordadan bordaya yüksek yoğunluklu mineral yünü tabakaları döşenir. Bunun üzerine, standart şok testine dayanıklı ve yağ yada su geçirmeyen yanmaz paneller döşenir. Bu kaplamaların üzerine ise, perde kaplamalarını taşıyacak olan çelik profiller tespit edilir. Böylece geminin çelik yapısı ile doğrudan teması olmayan bir perde sistemi elde edilir. Bu daha ucuz bir sistem olmakla beraber, yapıdan doğan gürültünün azaltılmasıyla kamarada daha düşük bir gürültü düzeyi elde edilmiş olur ve bu durum ise kamaradaki konuşma, radyo sesi yada horlama gibi seslerin bitişik kamaradan duyulmasını kolaylaştırır.

Böyle yapmakla gerçekte bir fasit daire yaratılmış olmaktadır. Şimdi de perde panelinin, bir kamaradan diğerine iletilen gürültünün azaltılması açısından ele alınması gerekmektedir. Böylece perdenin yoğunluğu ne kadar büyükse, ses yalıtımının o kadar yüksek olduğu teorisine ulaşılmış olur (Logaritmik yoğunluk eğrisi teorisi)

Bu temel bir gerçektir. Fakat perde paneli farklı yoğunlukta malzemeden yapılarak ses yalıtımı daha da artırılabilir. Bir çok yanmaz kaplama üreten firma ses yalıtımı için rakamlar ve grafikler vermektedirler. Fakat bunlar laboratuvar testlerinde elde edilmiş sonuçlar olup, gemide sık sık aynı sonuçlar elde edilememektedir. Ses yalıtımı ile yoğunluk ilişkisini bir örnekle açıklamak istiyorum : 50 mm. kalınlıkta ve m²'si 20 kg. ağırlıkta bir çelik/kaya yünü (rock wool)/çelik panel 31.5 dbs ses yalıtımı sağlar. 22 mm. kalınlıkta (iki tarafı plastik kaplı 19 mm çekirdek) ve m²'si 16 kg. ağırlıkta katı çekirdekli bir panel de aynı ses yalıtımını sağlar. Birincisinin kalınlığı ve ağırlığı fazla, fakat yoğunluğu azdır.

Yukarıda standart B sınıfı perdeler için verilenlerden daha iyi ses yalıtımı değerleri elde etmek pahalı bir iş olabilir. Çift perde sistemleriyle 41 dbs'e kadar değerlere ulaşılabilir. Fakat genel olarak maliyet oranları, sağlanan yalıtım oranlarından daha büyüktür. Akustik tavanlar ve kalın halılar kullanmak çok az masrafla ses yalıtımı için son derece yararlıdır.

Genel eğilim yüzer tabanları yaşama alanlarının yalnızca makina yada jeneratör dairesi gibi gürültü kaynağının hemen üstünde olan bölümlerinde kullanmak biçimindedir. Perdeler için kamara/koridor ve kamara/kamara için 30 dbs yalıtım dolayında bir standart oluşmuştur. Zaman zaman bazı armatörler gerekli olan yerlerde ve mali yönden karşılayabildikleri durumlarda daha yüksek yalıtım istemektedirler.

YÖNTEM Ic

Genel kuralların yanısıra, tüm diğer perdeler, kaplamalar ve tavanların yanmaz olması gerekir.

YÖNTEM IIc

Genel kuralların yanısıra, tüm hacimlerdeki yangının tespit ve söndürülmesi için otomatik bir tavandan su püskürtme ve yangın alarm sisteminin bulunması gerekir. Fakat perdeler, kaplamalar, tavanlar v.b. hakkında herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır.

YÖNTEM IIIc

Genel kuralların yanısıra, otomatik yangın ihbar ve alarm sistemi yapılmakta. yaşama alanlarının her 50 m²'de bir ya A ya da B sınıfı perdelerle bölmelenmesi zorunluluğu dışında, perde kaplama ve tavanların tipi hakkında bir sınırlama bulunmamaktadır.

Bir çok armatör daha şimdiden tersanelere yeni inşaatlarında bu kurallara uymaları talimatını vermektedirler. Değişmez bir biçimde Yöntem Ic'nin uygulanmasını istemektedirler.

Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, diğer iki yönteme oranla daha ucuz ve daha az karmaşık olmasıdır.

SOLAS 1974'e uyan standart bir yük gemisini A 327'ye uygun hale getirmek için yapılacak ek harcama, marangoz malzeme ve işçiliğinin % 10'u kadardır. Bu oran, SOLAS 1974 uyarınca kullanılan yanabilir malzemelerin yurt içinden yada dışından temin edilmiş olmasına göre nakliye masraflarına bağlı olarak artabilir. A 327'ye uygun bir dönüştürme yapılmasının esasta, yanabilir çekirdekli malzemenin yanmaz çekirdekli bir malzeme ile değiştirilmesinden ibaret olduğu unutulmamalıdır. Dekoratif kaplama ile montaj giderleri aynı kalacaktır.

A 327 Kararı, ayrıca yük gemilerinde kullanılan kapı tipi için de açıklık getirmiştir. Kapılar, içinde buldukları per-

de ile aynı yangın güvenliği derecesinde olmak zorundadırlar. Tek istisna, bir kamaranın sınırları içindeki tuvalet ve duş kapılarının yanabilir malzemedan yapılabilmemesidir.

Uygulama kolaylığı açısından, B 0, B 15 ve C sınıfı paneller daima birbirinin aynı kalınlıkta (19.1 mm) olmalıdırlar.

Bu değer B 15 yalıtım sağlamak için gerekli minimum kalınlık olmasının yanısıra, iki tarafı plastikte kaplandığında yaklaşık 22 mm kalınlığında panel elde edilmesini sağlayan çekirdek kalınlığı da budur. Bu kalınlık, panelin kendi kendini taşıması için gerekli mukavemet ile yeterli vida tutma gücü ve 31.5 dbs ses azaltma (ses yalıtımı) sağlar. Kalınlığını azaltmak, panelin tüm bu yönlerden elverişsiz hale gelmesine yol açar.

Benzer şekilde, bordalarda da 19.1 mm kalınlığında kendi kendini taşıyabilen panellerin kullanılmasının, çelik karkas üzerine daha ince çekirdekli kaplamalar monte edilmesinden hem daha kolay hem de daha ekonomik olduğu söylenebilir. Bunun iki nedeni vardır :

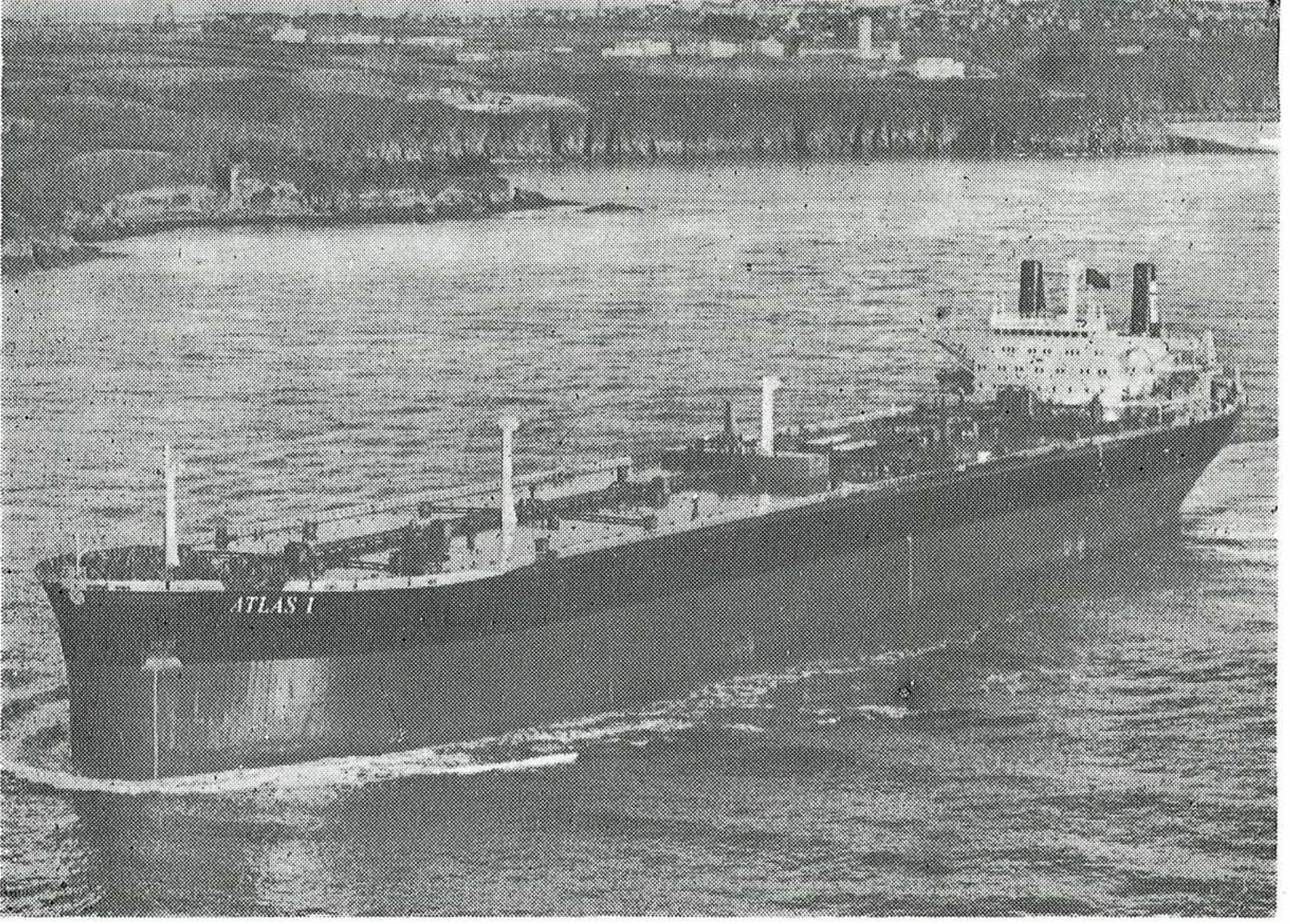
Birincisi, özellikle air condition bulunan gemilerin bordaları terlemeyi önlemek için cam yünü yada mineral yünü ile yalıtılırlar ve bu yalıtım malzemesi genel olarak stifnerlerin üzerinden de geçer. Bu durum çelik karkasın yapılmasını güçleştirir.

İkincisi, 19.1 mm kullanılması halinde panellere tutturulması gereken şeyler doğrudan panele vidalanabilir. Daha önce kaplamalarda ise paneli delerek arkadaki karkasa bağlantı yapmak gerekir.

AKUSTİK VE YÜZER TABANLAR (FLOATING FLOOR)

Buraya kadar, üç gemi tipi için zorunlu yangın emniyeti kurallarını ele aldık. Şimdi de herhangi bir uluslararası kural haline gelmemiş olmakla beraber genel yangın emniyetinin bir parçasını

DENİZCİLİK ANONİM ŞİRKETİ



M/T ATLAS I

M/V "AKAD" : 36.349 D.W.T.

M/V "ARPAD" : 37.565 D.W.T.

M/T "ATLAS I" : 142.800 D.W.T.

İç ve Dış sularda akaryakıt ve kuru yük nakliyatı.

**TOPLAM 216.714 DWT'LUK GEMİLERİYLE DENİZCİLİĞİMİZİN
HİZMETİNDEDİR.**

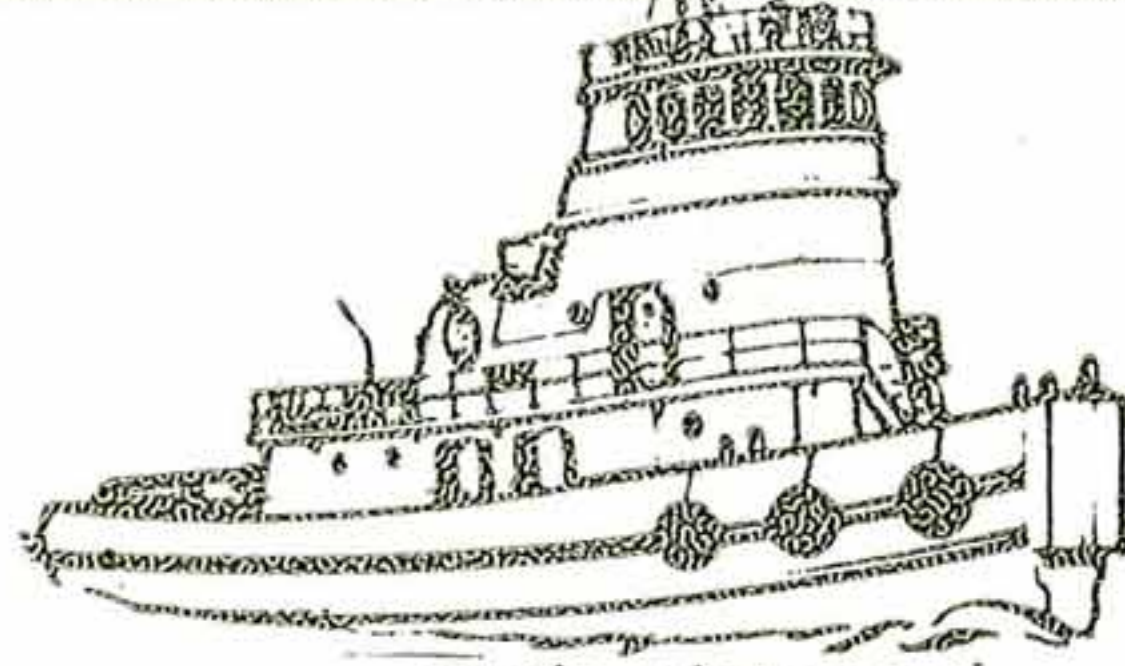
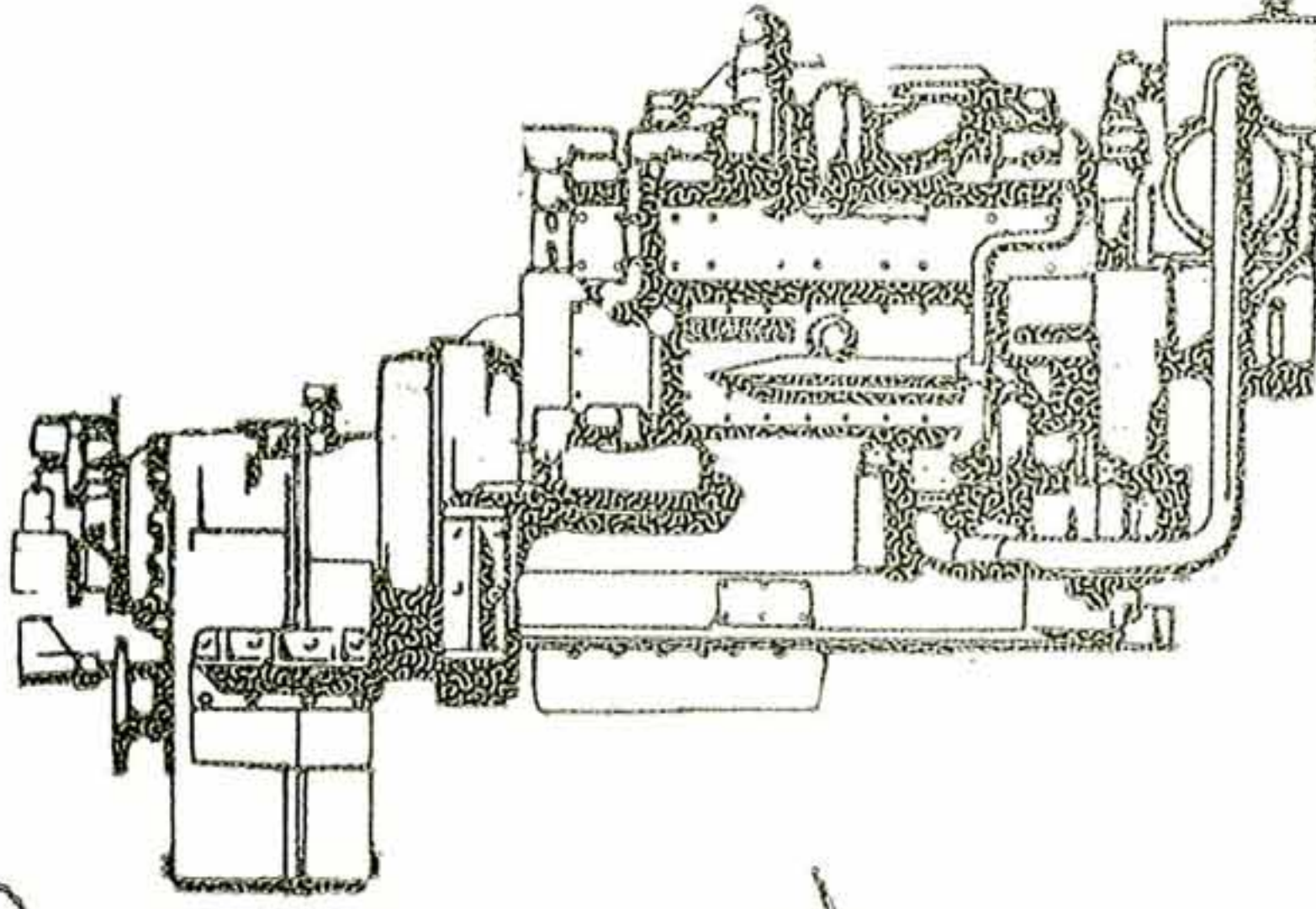
Deniz Nakliyatına Başlama Tarihi : 1948

DENİZCİLİK ANONİM ŞİRKETİ tesis tarihi : Şubat 1952

Adres : Meclisi Mebusan Caddesi 55, Fındıklı Han Kat 4, Fındıklı - İstanbul
Telefon : 143 63 70 (5 hat) 149 57 51 - 149 74 27
Teleks : 24189 Haba Tr - 24478 Hyba Tr - 24479 Gen Tr
Telgraf : Habaran - İstanbul



Cummins Diesel



DENİZ DİZELLERİ

⊗ V SERİSİ (HP)

195-215-235-270-295-320-
380-425-450-490-545-620-

⊗ N SERİSİ (HP)

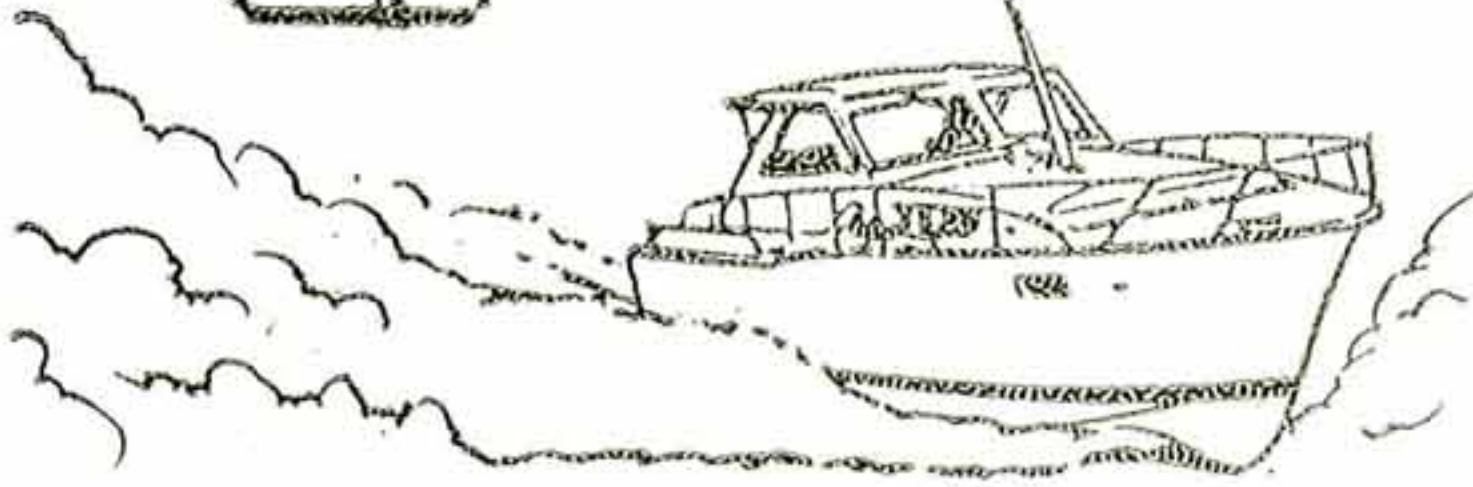
195-270-325

⊗ K SERİSİ (HP)

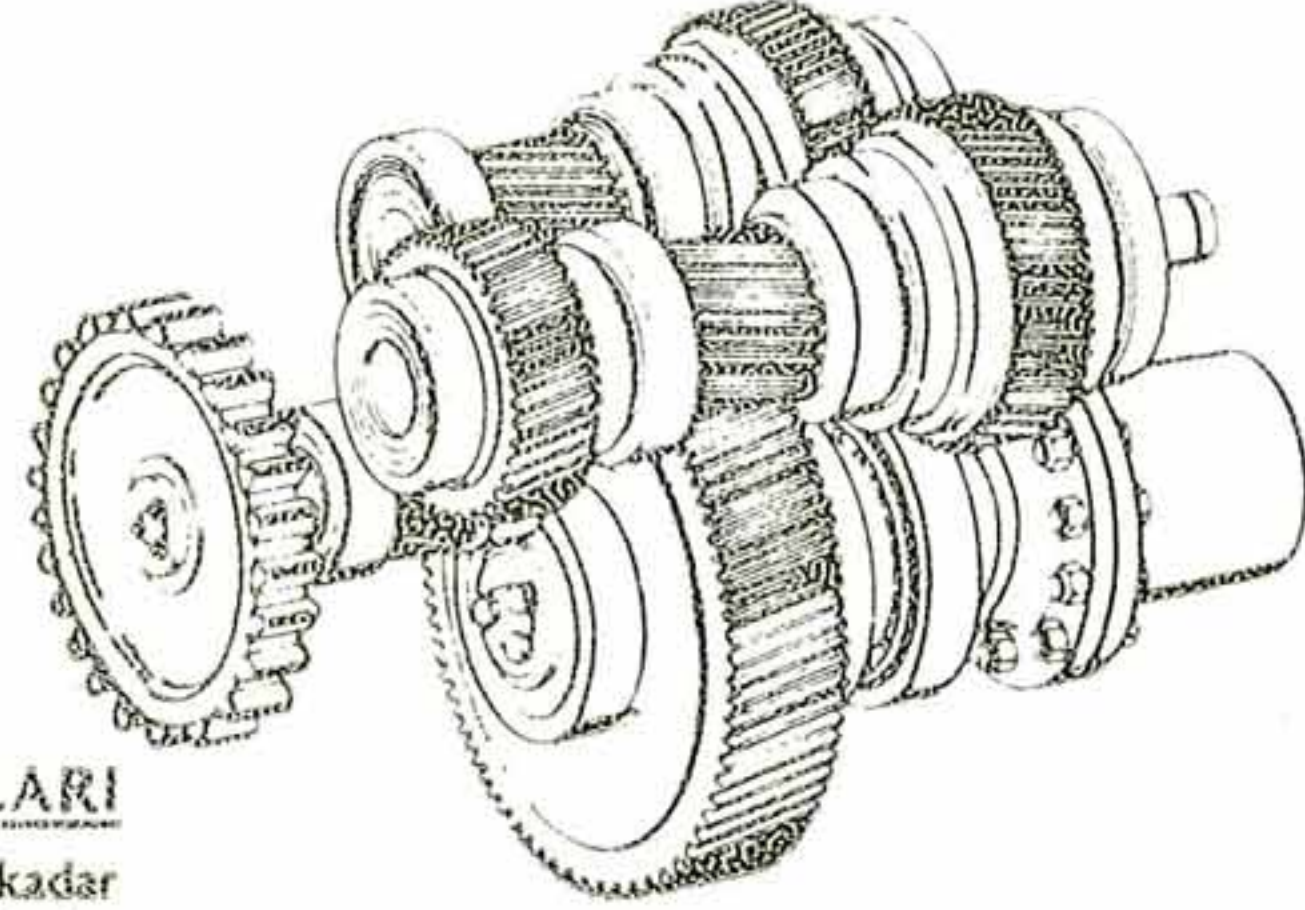
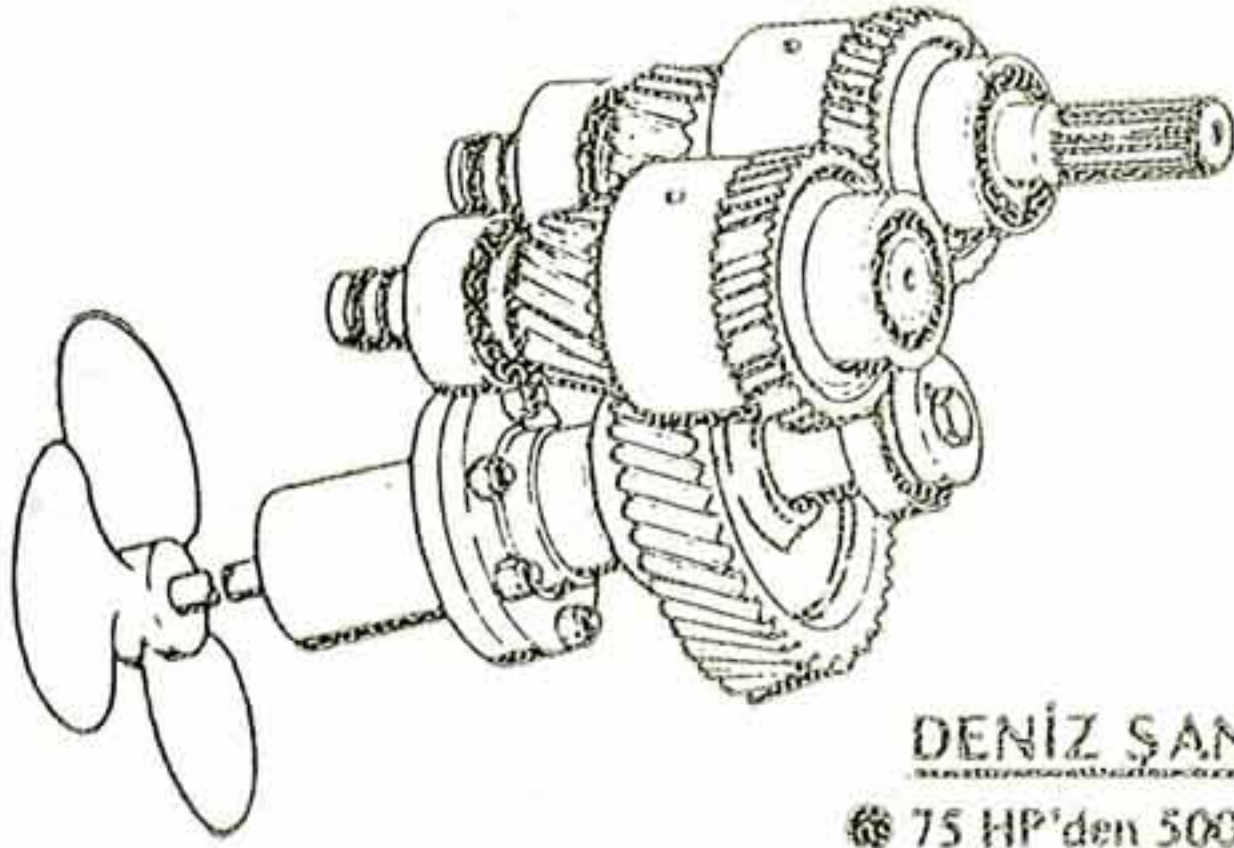
400-470-800-940-1250-

⊗ DENİZ JENERATÖRLERİ (HP)

180-265-322-365-425-
515-614-690-850-1125-



TWIN DISC INCORPORATED



DENİZ ŞANZIMANLARI

⊗ 75 HP'den 5000 HP Güce kadar
muhtelif redüksiyonlarda deniz
şanzimanları



HAMAMCIOĞLU MÜHÜRSELELERİ TİCARET T.A.Ş.

İSTANBUL, Büyükdere Caddesi No: 13/A Şişli Tel: 46 31 43/44 - 47 96 61- 47 24 89

Telex: 22210 hmcı tr. Telgraf: HAMAMCIOĞLU-İSTANBUL

ANKARA, Cinnah Caddesi No: 110/1 Çankaya Tel: 38 85 00 Telex: 42439 hmcı tr.

Telgraf: HAMAMCIOĞLU-ANKARA

İZMİR, Talâtpaşa Bulvarı, No: 6 Kat 1 Alsancak Tel: 21 41 31 Telex: 52644 hmiz tr.

Telgraf: HAMAMCIOĞLU-İZMİR

M&C