

İZMİR LİMANI KONTEYNER TERMİNALİ OPTIMUM KAPASİTE ANALİZİ

Gündüz GÜRHAN

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ ENSTİTÜSÜ
e.posta:gunduz@imst.deu.edu.tr

ÖZET

İzmir Limanı konteyner terminali örneğinde önce gemilerin geliş dağılımlarının Poisson dağılımı, servis süresi dağılımlarının ise Erlang dağılımı ile temsil edildiği gösterilmiştir. Sınırsız kuyruk kabulü ile çözümler için M/M/S kuyruk sistemi seçilmiştir. Limandaki ortalama gemi sayısı, trafik yoğunluğu ve yanaşma yeri sayısına göre hesaplanmıştır. Liman işletme maliyetlerini hesaplamak yerine, buna denk S sayıdaki yanaşma yerinin toplam yıllık maliyetinin, toplam gemi maliyetine oranı, limandaki gemi sayısına göre değişik rıhtım sayısı ve trafik yoğunluğu değerleri ile hesaplanmıştır. Mevcut durum için optimum kapasite eğrisi çizilmiş üst sınır trafik yoğunluk değeri 5.85 bulunmuştur. Artan trafik hacmi gözönüne alındığında ise gemi geliş sayılarının artışına göre en uygun servis hızları mevcut durum için araştırılmış, daha sonra ise yanaşma yeri sayısı artırılarak yeni servis hızları hesaplanmıştır. Burada servis hızı ve yanaşma yeri sayısının etkisi karşılaştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Günümüzde limanlar yükleme boşaltma depolama gibi işlevleri yerine getiren, kendi içine kapalı işletmeler yerine büyük bir ulaşım ağının parçası olan bilginin kolayca paylaşıldığı, hızlı ve etkin yük akışının sağlandığı hinterlandı ile iç içe olan bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı merkezler olma yolundadır. Konteyner limanları ise bu özellikleri içinde topladığından son yıllarda en hızlı gelişen ulaşım şeklidir

Liman planlaması uygulamalarında limanın işletme maliyetlerinin en uygun çözümü içermesi istenir. Liman işletilmesi sırasında boşta kalan rıhtım ve bekleyen gemi maliyetleri en az düzeyde olmalıdır. Bu nedenle en uygun yanaşma yeri sayısı belirlenmelidir. Bu çalışmada İzmir Limanı konteyner terminali için kuyruk modeli uygulaması yapılarak, en uygun liman kapasitesi, artan ticaret hacmide gözönüne alınarak araştırılmıştır. Model uygulaması için önce gemi geliş ve servis süresi dağılımları incelenmiş, verilen trafik yüklerine göre maliyetlerde göz önünde

bulundurulacak en uygun yanaşma yeri sayısı, trafik yoğunlukları ve servis hızları hesaplanmıştır.

İzmir limanı $38^{\circ}25'00''$ kuzey boylamında ve $27^{\circ}04'30''$ güney enleminde, Ege Denizinin batı kıyılarında yer alan hızla artan ticaret hacmiyle Türkiye'nin İstanbul'dan sonra dışa açılan en önemli kapısıdır. Hizmet ettiği alan tarımdan sanayi ürünlerini kapsayacak kadar geniştir. Son yıllarda şehir içinde kalması nedeniyle genişleme olanakları oldukça kısıtlı kalmıştır. Bu nedenle yeni bir limanın inşa edilmesi düşünülmektedir. Ancak liman yatırım maliyetlerinin oldukça yüksek olmasından dolayı öncelikle varolan limanın en verimli şekilde kullanılması olanakları araştırılmalı, eğer geliştirme çalışmaları yetersiz kalıyorsa yeni bir limanın yapımı düşünülmelidir.

2. EN UYGUN LİMAN KAPASİTESİ HESABI

Bir limanı optimum koşullarda işletebilmek için gemi trafik verileri ve elleçleme kapasitesi miktarı bilinmelidir. Bu bilgilere dayanarak önce varolan durum için ekonomik bir liman işletme performansı hesap edilir daha sonra ise artan ticaret hacmi için bu hesaplar yinelenir.

Liman kapasitesi hesabı yapılırken, kuyruk modeli uygulaması için sınırsız kuyruk kabulü ile beraber iki temel bileşen önemlidir. Bunlar gemilerin geliş dağılımı ve servis süresi dağılımıdır. Liman kapasite hesabındaki temel formülasyonlar (Ergin 1989, 1990) tarafından çeşitli yayınlarda verilmektedir. Gemilerin geliş dağılımı Poisson dağılımına uyar (1).

$$P(n) = \frac{n_a^n e^{-n_a}}{n!} \quad (1)$$

Burada $P(n)$, T periyodu süresince n sayıda geminin belirli sürede limana gelme olasılığını n_a ise ortalama gemi sayısını temsil eder. (n) sayıdaki geminin frekansı ise denklem 2' deki gibi hesaplanır.

$$F(n) = T P(n) \quad (2)$$

Servis süresi ise gemilerin rıhtımda bekleme, yükleme boşaltma işlemleri ve ayrılması arasındaki geçen süredir. Servis süresi dağılımı ise Erlang dağılımı ile temsil edilir (3). Denklemde $S(\geq t_b)$ t_b servis süresinin olasılığı, b ortalama servis hızı, K ise Erlang sayısıdır.

$$S(\geq t_b) = e^{-Kbt_b} \sum_{i=0}^{K-1} (Kbt_b)^i \frac{1}{i!} \quad (3)$$

En uygun liman büyüklüğü hesabında liman parametreleri kullanılarak liman işletmesi değerleri hesaplanır. Bu parametreler, θ limanda bağlanma zamanı, ψ trafik

yoğunluğu, n_s limandaki ortalama gemi sayısı ve W_q ortalama bekleme süresidir. Bu bağıntılar ve aralarında ki ilişkiler aşağıda verilmiştir.

$$\theta = \frac{a}{b.s} \quad \psi = \frac{a}{b}$$

$a = T$ periodunda ortalama gemi geliş sayısı

$b = T$ periyodunda ortalama servis süresi, $S = R$ ıhtım sayısı

Liman yük elleçleme kapasitesi (Q) ise sözü edilen parametreler kullanılarak denklem 4 deki gibi hesaplanır Burada R yanaşma yerinin yıllık elleçleme kapasitesidir

$$Q = S.R.T.\theta = \psi.R.T \quad (4)$$

Limandaki ortalalama gemi sayısı n ve ortalama gemi bekleme zamanı W_q ise $M/M/S$ kuyruk sisteminde M. Notritake ve S. Kimura'nın eşitlikleri kullanılarak hesaplanır.

$$n_s = n_w + n_b = \frac{\psi^{S+1}}{(S-1)!(S-\psi)} \sum_{n=0}^{S-1} \left[\left(\frac{n}{n!} \right) + \frac{\psi^S}{(S-1)!(S-\psi)} \right]^{-1} \quad (5)$$

n_w ortalama bekleyen gemi sayısı, n_b ortalama hizmet gören gemi sayısı

$$W_q = \frac{\psi^S}{b(S-1)!(S-\psi)^2} \sum_{n=0}^{S-1} \left[\left(\frac{\psi^n}{n!} \right) + \frac{\psi^S}{(S-1)!(S-\psi)} \right]^{-1} \quad (6)$$

3. MALİYET HESABI İLE EN UYGUN LİMAN BÜYÜKLÜĞÜ

Maliyete dayalı liman kapasitesi hesabında optimum çözümü içeren toplam maliyet limandaki rıhtım sayısının en uygun sayıda olmasını sağlamayı gerektirir. Bu da limanın işletilmesi sırasında boşa bekleyen yanaşma yerinin getirdiği maliyetle, hizmet için bekleyen gemilerin getirdiği maliyetin toplamının en uygun olduğu koşuldur Bu optimizasyon metodu Nicalau tarafından denklem (7) de açıklanmıştır (Ergin, 89). Bu maliyet hesabı sırasında oluşturulan seçenekler arasından eldeki olanaklar ve artan ticaret hacmine göre bir karar verilmesi uygun olur.

$$C_T = c_b + c_s \quad (7)$$

Burada C_T toplam maliyet, c_b boşa kalan yanaşma yeri maliyeti, c_s ise boşa kalan gemi maliyetini gösterir.

Notritake ve Kimura (1983) ise toplam maliyet optimizasyonu limandaki mevcut yanaşma yeri sayısı ve gemi sayısı göz önüne alınarak hesaplamıştır. Limanda T periodunda S sayıdaki yanaşma yeri ile hesaplanan toplam maliyet iki farklı

maliyetin toplamıdır (Ergin, 1989). C_S^T toplam maliyeti, T periyodu, n_s ise ortalama gemi sayısını gösterir.

$$C_S^T = c_b.T.S + c_s.T.n_s$$

En uygun maliyet çözümünü elde etmek için denklem düzenlendiğinde (9) eşitliği elde edilir. Burada hesaplanan (R_S^T), S sayıdaki yanaşma yerinin toplam yıllık maliyetinin toplam yıllık gemi maliyetine oranı ve r_b ise yanaşma yeri-gemi maliyeti oranıdır. Yine bu konudaki temel formülasyonlar (Ergin 89, 90) da verilmiştir.

$$rt(S) = \frac{C_S^T}{c_s^T} = \left(\frac{c_b}{c_s}\right)S + n_s = rbS + ns \quad (8)$$

Toplam maliyeti veren (7) eşitliğindeki minimizasyon (8) eşitliğindeki minizasyona denk olduğundan, optimum maliyet çözümü sağlayan ilişki ise S sayıdaki yanaşma yerinin optimum olduğu varsayıldığında eşitlik (9) ve (10) da verilmiştir.

$$rt(S) < rt(S+1), \quad rt(S) < rt(S-1) \quad (9)$$

$$n(s-1) - ns > rb = \frac{c_b}{c_s} > ns - n(s+1) \quad (10)$$

4. İZMİR LİMANI İÇİN ÖRNEK ÇALIŞMA

İzmir Limanı toplam 22 yanaşma yerine sahip, 1.666.200 ton/yıl genel yük ve 1.540.600 ton/yıl konteyner yükleri için olmak üzere toplam 3.206.800 ton/yıl yükleme boşaltma kapasitesine sahiptir. Liman içindeki konteyner terminali toplam uzunluğu 1050m olan -13m derinliğinde yedi yanaşma yerinden oluşmaktadır.

Kapladığı toplam alan ise 152000 m², elleçleme kapasitesi ise 7047 TEU dur (Turkish Ports Operated by TCDD, 1993). Yıllara göre İzmir limanına gelen konteyner gemilerini sayısı ise Tablo 1' de gösterilmiştir

Tablo 1 Yıllara Göre Gelen Konteyner Gemisi Sayısı

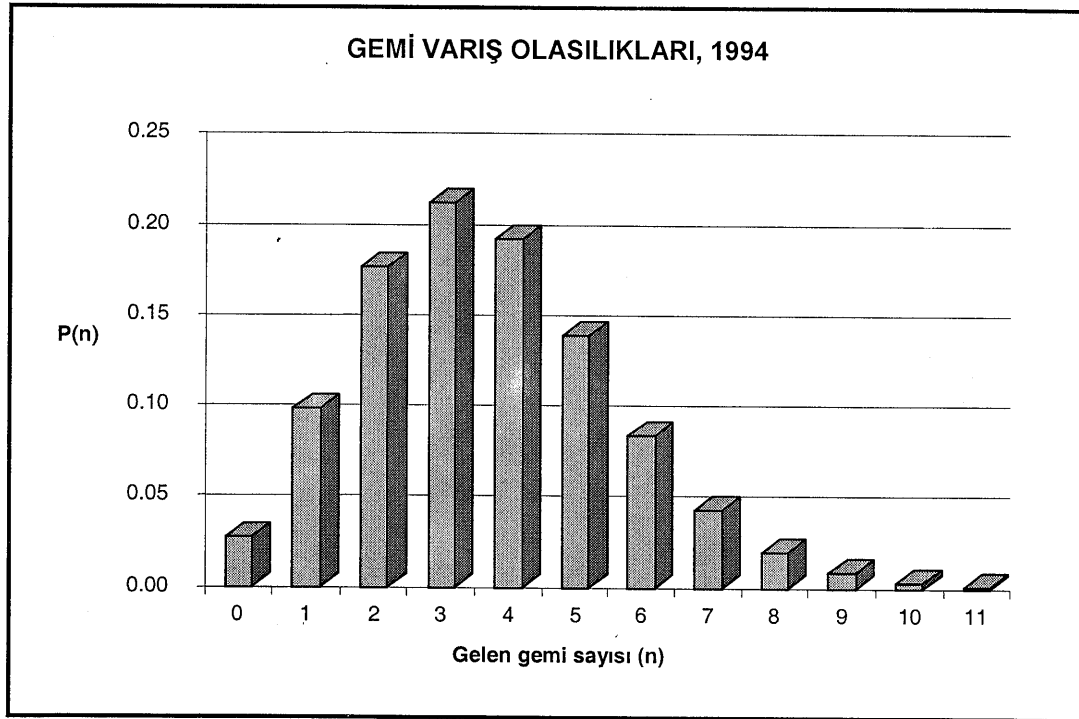
Yıl	Gemi sayısı
1991	774
1992	823
1993	908
1994	1319
1995	1201

Konteyner terminalini içeren yedi yanaşma yeri için kuyruk modeli uygulamasında 1994 yılı istatistikleri kullanılmıştır. İlk olarak gemi geliş dağılımlarının rastgele olduğu ve Poisson dağılımına uyduğu gösterilmiş, frekansları hesaplanmıştır. 1994

yılı istatistiklerine göre yılda 1319 gemi gelmiş buna göre ortalama günlük gelen gemi sayısı 3.61 ise hesaplarda kullanılmıştır (Tablo 2, Şekil 1).

Tablo 2 1994 Yılı Gemi Geliş Olasılıkları (Gürhan, 1996)

(n)	P(n)	F(n)
0	0.0270	9.84
1	0.0974	35.55
2	0.1760	64.23
3	0.2120	77.37
4	0.1915	69.90
5	0.1384	50.52
6	0.0834	30.43
7	0.0430	15.71
8	0.0194	7.10
9	0.0078	2.85
10	0.0028	1.03
11	0.0009	0.34
Toplam	0.9996	364.87

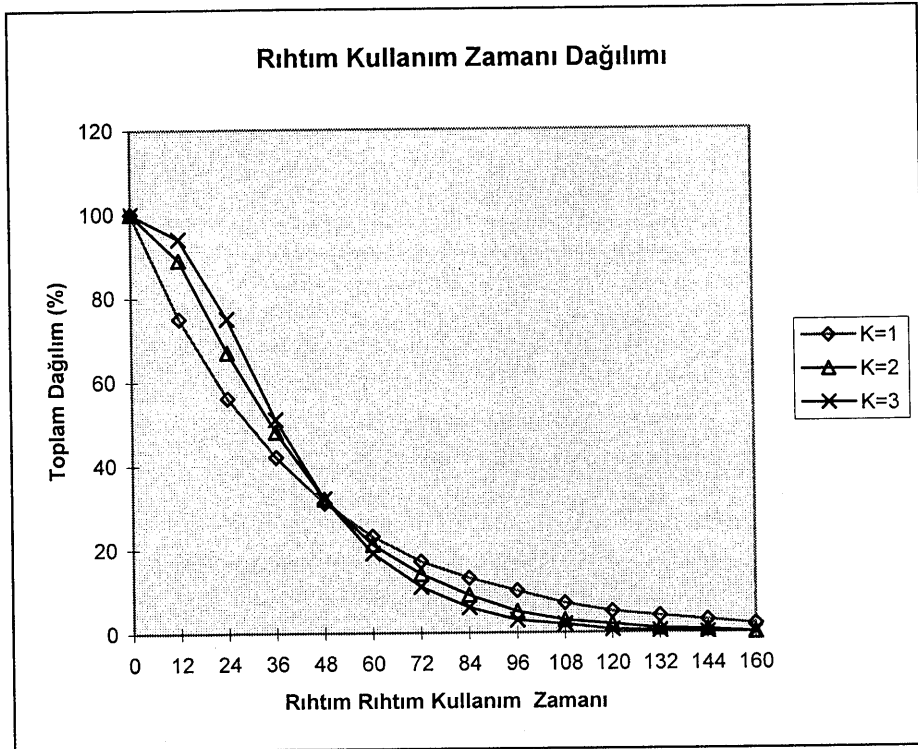


Şekil 1 1994 Yılı Konteyner Gemisi Geliş Dağılımı, (Gürhan, 1996)

İkinci olarak servis süresi dağılımları incelenmiştir. Erlang sayıları $K=1$, $K=2$, $K=3$ sırasıyla alınarak ve ortalama servis süresi 0.585 gemi/gün kullanılarak denklem 3 hesaplanmış, sonuçlar Tablo 3, Şekil 2' de gösterilmiştir. Buna göre Erlang dağılımı $K=1$, ki kare testi sonucunda $K=2$ ve $K=3$ göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. M/M/S kuyruk sistemi seçilmiştir.

Tablo 3 Servis Süresi Dağılımı, (Gürhan, 1996)

Rıhtım Kullanım Zamanı	K=1	K=2	K=3
0	100	100	100
12	75	89	94
24	56	67	75
36	42	48	51
48	31	32	32
60	23	21	19
72	17	14	11
84	13	9	6
96	10	5	3
108	7	3	2
120	5	2	0.7
132	4	1	0.4
144	3	0.7	0
160	2	0	0
ki kare	4.26	47.58	48.01



Şekil 2 İzmir Limanı Konteyner Terminali Teorik Servis Süresi Dağılımı (Gürhan, 1996)

Maliyete göre en uygun liman kapasitesi hesaplarında toplam maliyeti bağıntısı yerine buna denk olan toplam maliyet oranının minimizasyonu bağıntıları (7), (8), (9) kullanılmıştır. Hesaplarda kullanılan İzmir limanı konteyner terminali işletme parametreleri ise sırasıyla, limanda bağlanma zamanı 0.8, trafik yoğunluğu 5.65, ortalama servis hızı 0.585 gemi/gün olarak seçilmiştir. Hesaplar önce limandaki gemi sayısını bulan eşitlik (5) için trafik yoğunlukları 1 den 10'a ve yanaşma yeri sayısı 3 den 11'e dek, yapılmış sonuçlar Tablo 4' de gösterilmiştir. İkinci aşamada ise S sayıdaki yanaşma yerinin toplam yıllık maliyetinin toplam yıllık gemi maliyetine oranı veren bağıntı (8) hesaplanmış (Tablo 5.) de gösterilmiştir.

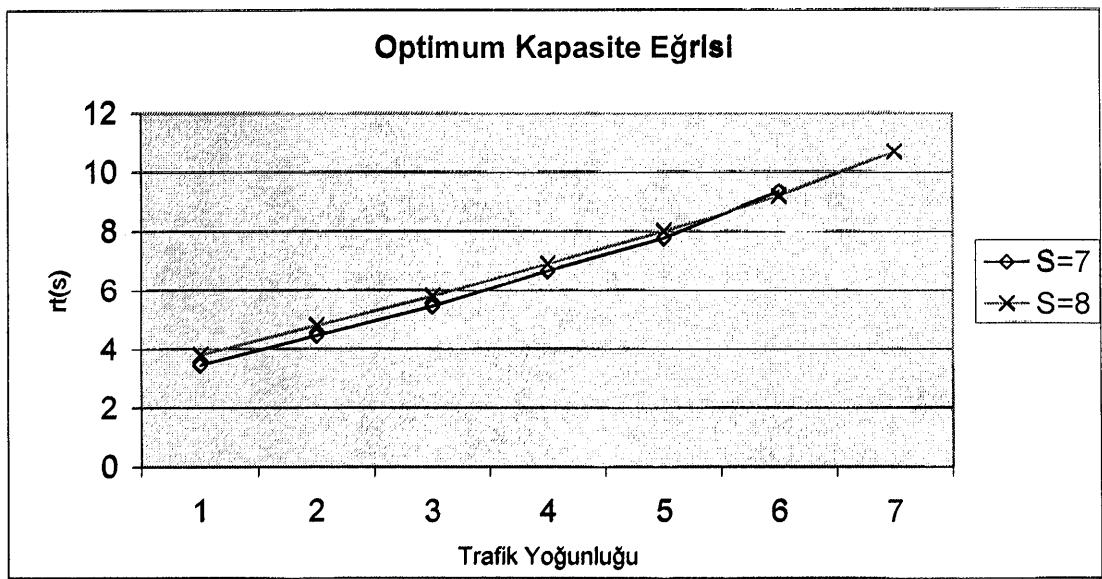
Tablo 4 Limandaki Ortalama Gemi Sayısı (n_s)

ψ/S	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.5	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
3		3.7	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
4			4.8	4.3	4.2	4.1	4.1	4.0	4.0
5				5.8	5.3	5.2	5.1	5.1	5.1
6					6.9	6.4	6.2	6.1	6.1
7						7.9	7.4	7.2	7.2
8							8.9	8.4	8.2
9								9.9	9.4
10									10.9

Tablo 5 S Sayıdaki Yanaşma Yerinin Toplam Yıllık Maliyetinin Toplam Gemi Maliyetine Oranı

ψ/S	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2.05	2.40	2.75	3.10	3.45	3.80	4.15	4.50	4.85
2	3.80	3.50	3.75	4.10	4.45	4.80	5.15	5.50	5.85
3		5.10	4.95	5.20	5.45	5.80	6.15	6.50	6.85
4			6.55	6.40	6.65	6.90	7.25	7.50	7.85
5				7.90	7.75	8.00	8.25	8.60	8.95
6					9.35	9.20	9.35	9.60	9.95
7						10.70	10.55	10.70	11.05
8							12.05	11.90	12.05
9								12.90	13.25
10									14.75

Tablo 5 ve 6' da koyu olarak gösterilen rakamlar S sayıdaki yanaşma yerinin optimum olduğu varsayımı ile 9, 10 eşitliklerinin sağlandığı en uygun maliyet çözümlerini gösterir. Bu sonuçlar liman işletmesi sırasında en uygun trafik yoğunluğunu S sayıdaki yanaşma yeri için verir. Tablo 6' daki varolan durum için 7 yanaşma yeri için 8 sayıdaki yanaşma yeri ile çizilen optimum kapasite eğrisinin kesim noktası üst sınır trafik yükünü verir buradan okunan trafik yoğunluğu ($\psi_{opt}=5.85$) optimum koşul olarak değerlendirilir.



Şekil 3 Yedi Yanaşma Yeri İçin Optimum Kapasite Eğrisi

5. KAPASİTE HESABINDA SEÇENEKLERİN İRDELENMESİ

Gemi trafiği artışıyla beraber gelişen trafik hacmi göz önünde bulundurulduğunda değişik koşullarda en uygun rıhtım sayısına göre, en uygun servis sürelerinin belirlenmesi liman işletme maliyetkerinin optimum düzeyde olmasını sağlar.

Bu aşamada ilk olarak yıllık gelen konteyner gemisi sayısındaki artışa göre varolan yedi yanaşma için optimum trafik yoğunluğunun 5.85 olduğu koşulu sağlamak için gerekli trafik servis hızları araştırılmış, yanaşma yeri sayısı artırıldığında, artan günlük ortalama gemi trafiğiyle birlikte Tablo5 de gösterilen her yanaşma yeri sayısı için optimum trafik yoğunluğunu sağlayan servis hızları hesaplanmış sonuçlar Tablo 6' da gösterilmiştir.

Tablo 6 S=7,8,9,10 İçin Ortalama Servis Hızları (Gürhan, 2000)

Toplam Gelen Gemi Sayısı (n)	Günlük Ort. Gelen Gemi Sayısı (n_a)	Ortalama Servis Hızı (b)			
		S=7	S=8	S=9	S=10
1319	3.61	0.62	0.54	0.46	0.45
1390	3.80	0.65	0.57	0.48	0.47
1460	4.0	0.68	0.59	0.51	0.50
1530	4.2	0.72	0.62	0.54	0.52
1640	4.5	0.77	0.67	0.57	0.56
1830	5.0	0.85	0.75	0.65	0.62
2190	6.0	1.025	0.89	0.77	0.75

Konteyner Terminali toplam elleçleme kapasitesinin 1.540.000 ton/yıl için 7 yanaşma yeri sayısına göre bir yanaşma yerinin optimum trafik yoğunluğu 5.85 sağlaması için gerekli günlük elleçleme hızı (R) hesabı ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanır;

$$Q_{opt}=S.R.T. \theta \text{ ve } \theta =a/(b.S) \text{ ve } Q_{opt}=\psi.R.T \text{ olur}$$

$$1.540.000 = R.365.5.85 \text{ — } R= 721 \text{ ton/rıhtım}$$

Hesaplar 1.540.000 ton/yıllık elleçleme kapasitesi için aynı koşullarda 8 yanaşma yeri ile yapıldığında günlük elleçleme hızı 630ton/rıhtım, optimum trafik yoğunlukları kullanılarak 9 yanaşma yeri için 541ton/rıhtım, 10 yanaşma yeri için 527 ton/rıhtım olarak hesaplanmıştır.

Liman toplam kapasitesi 1.750.000 ton/yıl ve 2.000.000 ton/yıl düzeyine çıkartıldığında her bir rıhtımının günlük elleçleme hızı (ton/rıhtım) , optimum trafik yoğunlukları alınarak değişik yanaşma yeri sayısına göre hesaplanmış sonuçlar Tablo 9’ da gösterilmiştir.

Tablo 7 Günlük Elleçleme Hızı (R = ton/rıhtım), (Gürhan, 2000)

Q=1.750.000ton/yıl		Q=2.000.000ton/yıl	
S	R	S	R
7	819	7	936
8	715	8	817
9	615	9	702
10	519	10	685

İzmir Limanı konteyner terminalinde varolan duruma göre günlük bir yanaşma yerinin elleçme kapasitesi olan 500 ton/rıhtım hızını elde etmek üzere artan toplam yıllık elleçleme miktarı göz önüne alındığında, bu kez hesaplar 1.540.000, 1.750.000, 2.000.000 ton/yıl için yenilenir ve bu değerlere karşılık gelen optimum trafik yoğunluğu değerleri araştırılır. En uygun yanaşma yeri sayısı için denklem, trafik yoğunluğu eşitliğin sol tarafına çekilerek yeniden düzenlenir.

$$Q = \psi.R.T \quad \psi(opt) = Q/(R.T) < S$$

Buna göre 500 ton/rıhtım değeri sabit tutulduğunda 1.540.000 ton/yıl için optimum trafik yoğunluğu 8.43 ve yanaşma yeri sayısı dokuz, 1.750.000 ton/yıl için 9.58 ve on, 2.000.000 ton/yıl için ise 10.95 ve 11 değerleri bulunmuştur.

6. SONUÇ

Liman planlaması uygulamalarında limanın işletme maliyetlerinin en uygun çözümü içermesi beklenir. Limanın işletilmesi sırasında boşta kalan rıhtım ve bekleyen gemi maliyetlerinin en az olması istenir. Bu iki maliyet birbirine ters orantılıdır. Bu nedenle en uygun yanaşma yeri sayısının belirlenmesi gerekir.

Gemilerin rıhtıma yanaşmaları, bekleme ve yükleme boşaltma işlemleri için geçen servis süresi planlama sırasında koşulların gerektirdiği en üst düzeyde olmalıdır. Bu faktör daha az yanaşma yeri ile daha hızlı hizmet verilmesini sağlar. Yeni bir rıhtımın limana eklenmesi ise trafik yoğunluğu gözönüne alındığında servis sürelerinin en uygun çözümlerin sağlanmadığı durumlarda seçenek olarak sunulmalıdır.

İzmir Limanı konteyner terminali örneğinde önce gemilerin geliş dağılımlarının Poisson dağılımına ve servis süresi dağılımlarının ise Erlang dağılımı ile temsil edildiği gösterilmiştir. Sınırsız kuyruk kabulü ile çözümler için M/M/S kuyruk sistemi seçilmiştir. Limandaki ortalama gemi sayısı trafik yoğunluğu ve yanaşma yeri sayısına

göre hesaplanmıştır. Liman işletme maliyetlerini hesaplamak yerine buna denk S sayıdaki yanaşma yerinin toplam yıllık maliyetinin toplam gemi maliyetine oranları limandaki gemi sayısına göre değişik rıhtım sayısına ve trafik yoğunluğu değerleri ile hesaplanmıştır. Her yanaşma yeri için optimum trafik yoğunluğu değerleri bulunmuştur. Mevcut durum için optimum kapasite eğrisi çizilmiş üst sınır trafik yoğunluk değeri 5.85 bulunmuştur. Bu değer en uygun trafik yoğunluğu olarak değerlendirilmiştir.

Artan trafik hacmi gözönüne alındığında ise gemi geliş sayılarının artışına göre en uygun servis hızları mevcut durum için araştırılmış, daha sonra ise yanaşma yeri sayısı 7,8, 9, 10 alınarak yeni servis hızları hesaplanmıştır. Burada servis hızının ve yanaşma yeri sayısının etkisi karşılaştırılması yapılmıştır. Bir rıhtımın günlük elleçleme hızı, trafik yoğunluğu artan ticaret hacmi ve yanaşma yeri sayısına gözönüne alınarak hesaplanmıştır. Örneğin Tablo 6 daki sonuçlara göre yedi yanaşma yeri için günlük ortalama gelen gemi sayısı (n_a) 3.61 olduğunda servis hızı 0.62 gemi/gün olmalı, gemi sayısı 3.80 gemi/gün olduğunda ise servis hızı 0.65'e çıkarılmalıdır. Bir rıhtım ilave edildiğinde ise 3.61 gemi için 0.54 gemi/gün servis hızı ile liman işletilmelidir. Benzer şekilde rıhtım sayısı dokuz ve on'a çıkarıldığında servis hızlarının düştüğü, 0.46 ve 0.45 gemi/gün değerlerini aldığı hesaplanmıştır. Öte yandan 0.62 gemi/gün'lük servis hızı ile 3.61 gemiye yedi rıhtımla hizmet verilebilirken, aynı servis hızı ile günlük ortalama gelen 4.2 sayıda gemiye hizmet rıhtım sayısını sekize çıkararak elde edilebilir. Rıhtım sayısı sabit kalsaydı servis hızını 0.77 gemi/güne çıkarmak gerekirdi.

Bu çalışmada liman işletme koşullarının en uygun olduğu seçenekler üretilmiş, temelde hesaplar iki yaklaşım üzerinde yoğunlaştırılmıştır, bunlardan birincisi Artan ticaret hacmine göre en uygun liman kasitesini belirlerken rıhtım sayısını artırmak diğeri ise liman elleçleme araçlarının kapasitesini artırıp servis hızlarını arttırmaktır. Burada analitik metodlarla S sayıdaki yanaşma yeri için servis hızları ve optimum trafik yoğunlukları araştırılmıştır. Karar aşaması için ise seçeneklerin mali ve teknik olanakları araştırılarak, limanın genişletilmesi veya yeni bir limanın inşasından önce eldeki imkanların en üst düzeyde kullanılması gerekliliği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aoki Y., (1990), *Container Terminal Planning*, Asahi Kaiyo Corporation, Japan.
- Agershou H., Lundgren H., Sorensen T., Ernst T., Korsgaard J., Schmidt R.L., Chi W.K. (1985), *Planning and Design of Ports and Marine Terminals*, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons.
- Ergin A. & Yücel F., (1983), *A Port Capacity Study For Iskenderun Port*, Antwerp: 8th. Int. Harbor Congress.
- Ergin A. Cantekin, E., A.C. (1988), *Analysis of Port Congestion and Design Criteria for Optimum Port Planning*, 9th Int Harbour Congress, Antwerp.
- Ergin A., (1989), *Queuing Model Applications in the Optimum Size Seaport Studies*, Ankara : O.D.T.Ü. Temel Uygulamalı Bilimler Dergisi.
- Ergin A. Yalçiner A.C., (1990), *Computer Simulation for Optimum Seaport Planning*, Antalya: International Seminar for Port Planning.
- Ergin A. & Yalçiner A.C., (1990), *Kargo Taşımacılık Tenolojisinin Liman Planlamasına Etkileri*. Isparta: Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi.

Ergin A. Yalçiner A.C., (1992), *Computer Simulation For a Container Terminal*. Surabaya Indonesia: PIANC Permanent Committee for Developing Countries co-sponsored by the Worldbank and the Asian Development Bank. Second Seminar on Ports and Inland Waterways.

Frankel, E., G., (1987), *Port Planning and Development*. Canada: A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons.

Güler I., (1996), *Computer Simulation Method for Optimum Sea Port Size* Ankara Ph.D Thesis.

Gürhan G., (1996), *Planning and Operation of Container Terminals*_ Izmir. Msc Thesis.

Gürhan G., (2000), *Optimum Port Study –A Case Study For Izmir Harbour*, International Symposium Marine Technologies and Management Technonav 2000.

Japan International Cooperation Agency, (1994), *System Analysis For Port Planning*. Japan.

Turkish State Railways, (1993), *Turkish Port Operated By T.C.D.D*. Ankara.

T.C.D.D İzmir Liman İşletmesi Müdürlüğü, (1994), *1994 Yılı İzmir Limanı Gemi ve Yük Trafiği İstatistikleri*. İzmir.

T.C.D.D İzmir Liman İşletmesi Müdürlüğü, (1995), *1995 Yılı İzmir Limanı Gemi ve Yük Trafiği İstatistikleri*. İzmir.

T.C.D.D İzmir Liman İşletmesi Müdürlüğü, (1995), *Brifing Dosyası*. İzmir.

ABSTRACT

Marine transportation and ports have an important role in the world trade and considered to be the most important parameter with its effect on development of the countries. Besides these facts the port investments needs high costs both for constructing new ports or developing the existing ones. In this study queuing model application is carried out to determine the optimum port capacity for the container terminal at the port of İzmir. The aim of this study is to achieve the conditions that the port is operated optimally related to cost. In the planning process alternatives have been produced among the increasing number of berths and increasing handling the capacity of each berth. Several port parameters have been calculated such as berth occupancy rate, traffic intensity, average number of ships in port, average waiting time of ships. The existing and future cargo handling capacity also has been calculated and optimum solutions have been shown.

LİMANLARDAKİ KONTEYNER DEPOLAMA SAHALARININ OPTİMUM BOYUTLANDIRILMASINA YÖNELİK BİR YÖNTEM

Haluk İbrahim Özmen

Ulaştırma Bakanlığı
DLH İnşaatı 4. Bölge Müdürlüğü
H.paşa / İstanbul

Sadettin ÖZEN

İstanbul Üniversitesi
Müh. Fak. Deniz Ulaştırma
ve İşletme Müh. Böl.
Avcılar/ İstanbul

ÖZET

Limanlarda konteyner depolama alanlarının optimum boyutlandırılmasını sağlamak üzere bu çalışma ile ortaya konulan bu modelde envanter teorisinden yararlanılmıştır. Geliştirilen model ile konteyner depolama sahasında belirli bir dönemde ölçülen konteyner yüklerinin yarattığı kar ve boş kalma maliyetlerinin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen modelin işletilmesi sırasında Haydarpaşa limanı konteyner terminali ile Derince limanı konteyner terminaline ait veriler dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre konteyner depolama alanlarında konteyner yükleri arttıkça, kar kayıpları ile boş kalma maliyetlerini içeren toplam maliyetlerin azalmakta olduğu, minimum maliyetlerin maksimum yük değerinde yada bu değere çok yakın noktalarda belirdiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca optimum konteyner yükü ile ortalama konteyner yükü arasındaki oranı ifade eden ve optimalite oranı olarak isimlendirilen bir katsayı ile dizayn değerinin kalibre edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

1.GİRİŞ

Konteyner terminallerinde depolama ve tutma alanlarının optimum olarak boyutlandırılması; elleçleme ekipmanlarının, rıhtımların, ekonomik kullanımını, liman trafiğinin depolama ve tutma sahaslarında uygun sürede tutulmasını, atıl veya yetersiz depolama alanları yaratılmamasını ve bu doğrultuda ülke ekonomisine katkı yapmasını sağlamaktadır. Bu nedenle konteyner trafiğinin gelişimine bağlı olarak, limanlarımızda mevcut olan veya yeni inşa edilmekte olan konteyner terminallerindeki rıhtım, ekipman, saha, elleçleme servis sistemlerinin yeterli bir şekilde ekonomik olarak planlanması ve düzenlenmesi önemli bir amaç ve uğraşı olmaktadır.

Çalışmada; bu yönde konteyner terminallerinde konteyner trafiği dalgalanmaları, konteyner terminali rıhtım ve ekipman kapasiteleri ile uyumlu olarak konteyner depolama, tutma sahalarının ekonomik ve optimum olarak belirlenmesi yönteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için stok planlama teorisinden hareketle; bir konteyner terminalinde belli bir zaman aralığındaki yük talebindeki dalgalanmalara bağlı beklemleri ve talep kayıplarını dikkate alarak birim TEU başına kar kaybı ve terminal boş kalma birim maliyetleri ile toplam maliyeti minimize eden konteyner yük talep değerini belirleyecek bir matematik model geliştirilmiş, modelde maliyeti minimum kılan dönemsel ortalama yük değerinin optimum konteyner yük değerine oranı olarak tanımlanan bir optimalite faktörü belirlenmiştir. Bu doğrultuda da depolama alanı için bu düzeltme yada optimalite faktörüne bağlı kullanışlı ve basit bir bağıntı önerilmiştir.

2. MODEL VE METOT

Limanlardaki konteyner terminallerinin depolama sahalarının optimum olarak planlama yönteminin belirlenmesine yönelik bu model ve metot; konteyner yüklerinin dağılımlarına uygun bir stokastik stok planlama modelinin geliştirilmesine dayanmaktadır.

2.1 Stokastik Envanter Modelleri

Deterministik modellerde, talebin ve birim maliyet verilerinin kesin olarak bilindiği varsayılır. Gerçekte bu değerlerin tam ve kesin olarak belirlenmesi oldukça güçtür. Stokastik envanter modellerinde ise talebin ve birim maliyet parametrelerinin olasılık dağılımlarının bilindiği kabul edilir.

Bu modelde, planlama dönemindeki belirli talep miktarının süresiz ve dönem içinde olasılık dağılımının bilinmekte olduğu kabul edilir. Modelin amacı, geçmişteki deneyimlerden elde edilen talep değerlerini kullanarak elde bulundurulması gereken envanterin optimum değerini bulmaktır.

Bu modelde depoda başlangıçta S miktarda malzeme bulunması ve belirli bir süre sonra r adet kullanıldığı düşünülmesi durumunda, bu süre boyunca $r < S$ için $(S-r)$ birim ürünü stokta tutma maliyeti oluşur ve

$$(S - r).C_1 \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır. Yine bu süre içinde $r > S$ ise elde bulundurmama maliyeti oluşur ve

$$(r - S).C_2 \quad (2.2)$$

şeklinde tanımlanır.

Bu modelde r 'nin değerinin kesin olarak bilinmediği ancak $P(r)$ olasılık dağılımının belirli olduğu kabul edilir. $P(r)$ olasılık fonksiyonu, geçmişte ürüne duyulan ihtiyaç değerlerinin istatistikî değerlerinden elde edilir. Bu olasılık dağılımının gelecekte de geçerli olacağı; gelecekte ve ele alınan dönemde de bu olasılık dağılımına uygun değişim göstereceği kabul edilir.

Buna göre,

$r < S$ olması halinde $(S-r)$ kadar malzemenin depoda bulunması (elde tutulması) maliyeti;

$$\sum_{r=0}^S P(r).(S-r).C_1 \quad (2.3)$$

şeklinde, $r > S$ olması halinde ise $(r-S)$ kadar parçanın bulunmamasının getirdiği maliyet ;

$$\sum_{r=S+1}^{\infty} P(r).(r-S).C_2 \quad (2.4)$$

şeklinde tanımlanır. Buradan (2.3) ve (2.4) denklemlerinden stok seviyesinin S olması durumunda olası toplam maliyet şöyle olur;

$$TOM = \sum_{r=0}^S P(r).(S-r).C_1 + \sum_{r=S+1}^{\infty} P(r).(r-S).C_2 \quad (2.5)$$

Burada,

- r = her bir zaman aralığında talep edilen ürün/mal,
- S = zaman aralığında öngörülen envanter / stok seviyesi
- TOM = toplam olası maliyet
- C_1 = malın elde bulundurulma birim maliyeti
- C_2 = malın elde bulundurulmama birim maliyeti
- $P(r)$ = r ürününün / talebin ortaya çıkma olasılığı

dır.

2.2 Konteyner Depolama Sahalarının Optimum Tasarım Modeli

2.2.1 Genel bakış

Karayalçın (1978) ve Salman (1980)' e göre, bir limanda trafik dalgalanmalarına bağlı olarak rıhtımların, elleçleme ve yük istif makinelerinin, kapalı ve açık depoların, antrepoların, ikmal ve alma tesislerinin boş kalma kayıpları ile trafiğin, kullanıcı ve işletme araçlarının bekleme kayıpları dengeli ve toplamaları minimum olmalıdır. Bir limanın servis sistemi ve tesislerinin maksimum trafik değerine göre planlanması halinde trafik ve kullanıcılar beklemeyeceklerdir; buna karşın sistemde boş kalma kayıpları oluşacak bunun sonucunda da sistemin sabit yatırım ve işletme sermayesinin belirli bir kısmı atıl kalabilecektir. Bu durumda , dalgalanan trafiğin yapısına uygun liman servis sistemlerinin, alt yapı, araç ve tesislerinin, elleçleme postalarının ekonomik, optimum olarak belirlenmesine aracılık eden bir hesaplama tekniği problemi ortaya çıkar.

Bir limanda alt sistemlerin kapasite artımı ile alt servis sistemlerinde terminalde ve limanda birimlerin bekleme zamanı ve maliyetlerde azalmalar olurken; sistemin yatırım ve sabit bakım onarım işletme sermayesine bağlı boş kalma maliyetlerinde de artmalar olur. Özen (1994)' e göre, sistemdeki trafik birimlerinin bekleme ve servis sisteminin boş kalma maliyetleri; belirli bir zaman periyodun da birimlerin servis için geliş aralık olasılık dağılımı ile servis sürelerinin olasılık dağılımı fonksiyonları karakterine yada bir diğer deyişle trafik birimlerinin geliş aralığı dağılımının istatistiksel değerlerine bağlı olarak oluşurlar.

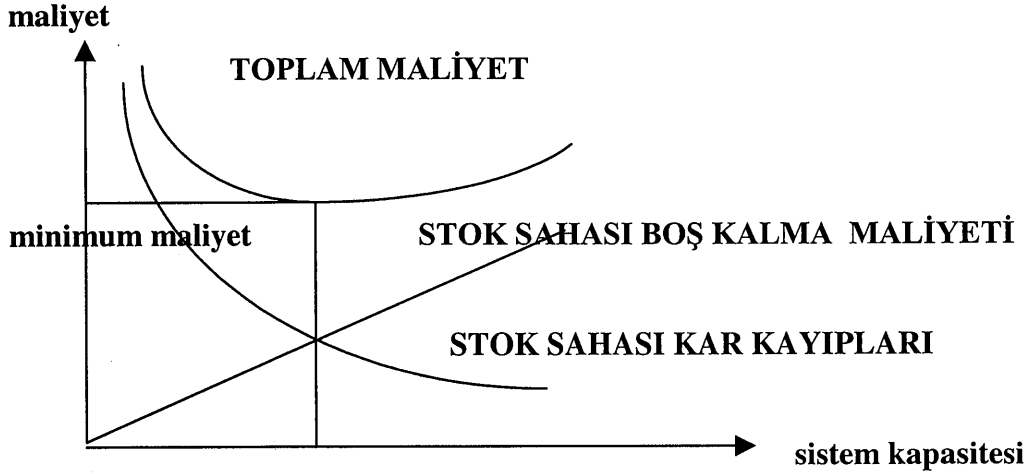
Salman (1980) ve Hillier vd (1974) nin belirttiği şekilde problemin çözümü, belirli bir periyot da liman servis sistemlerine gelmesi beklenen birimlerin, servis sistemlerinde oluşturduğu kuyruk uzunluğuna bağlı bekleme kayıpları ile servis sistemlerinde yol açtığı kapasite altı boş kalma kayıpları toplamının minimum olması ölçütüne dayanır.

Benzer şekilde bir konteyner terminalinde alt servis sistemlerinden ve en önemlilerinden biri olan konteyner stok sahası içinde; sahanın boş kalma kayıpları ile sahanın belirli bir periyotdaki dalgalanmalarda ortaya çıkan taleplere cevap verememesinden dolayı oluşacak kayıplar dengeli ve toplamaları da minimum olmalıdır.

Bu durumda ortaya çıkan iki maliyet;

- Boş kalma yada elde bulundurma maliyeti
- Kar kaybı yada elde bulundurmama maliyeti

olarak sınıflandırılabilir.



Qo (optimum kapasite)

Şekil 2.1 Konteyner Terminali Stok Sahası Kapasite-Maliyet Fonksiyonu

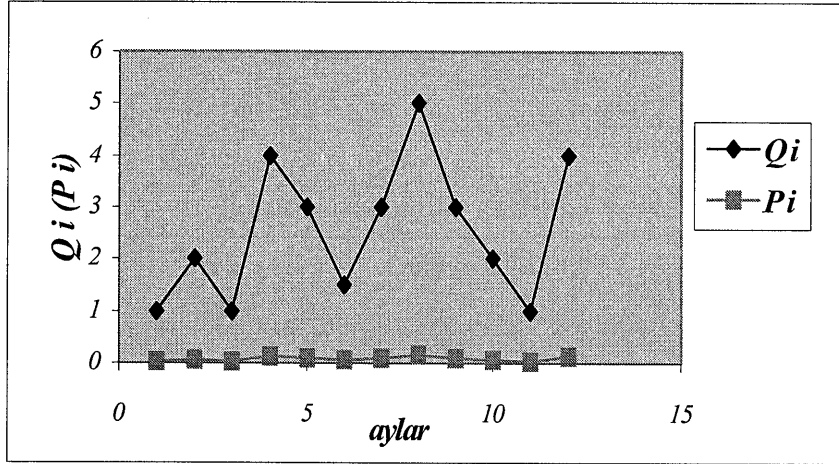
Şekil 2.1'den de görüldüğü üzere alt yapı servis sistemlerinden biri olan konteyner stok sahasının da yük taleplerindeki dalgalanmalar dikkate alınarak maksimum talebe göre boyutlandırılıp inşa edilmesi durumunda alt yapının harcanan maliyeti artacaktır. Ve sahaya beklenen talebin gerçekleşmemesi durumunda yapılan yatırımın belirli bir bölümü atıl halde kalacaktır. Bu durumda stok sahasının boş kalmasından dolayı ortaya çıkan maliyetler de artacaktır.

Diğer taraftan sahanın beklenen talebe cevap veremeyecek kapasitede boyutlandırılması da sistemden elde edilecek gelirlerin azalması, bir başka deyişle kar kayıplarının artmasına neden olacaktır.

Bu ilişki içinde terminallerde stoklama sahalarının boş kalma maliyetleri ile kar kayıpları maliyetleri dengeli ve toplamaları minimum olmalıdır.

2.2.2 Geliştirilen model

Konteyner terminallerinde depolama alanları terminaldeki trafik akışı içinde çok önemli bir görev üstlenmektedir. Bu trafik akışı içinde stok sahasında belli bir dönem için tutulan konteyner yüklerine ilişkin dalgalanmalar şekil 2.2'deki gibi olsun.



Şekil 2.2 Bir Konteyner Terminalinde Belli Bir Sürede Stok Sahasına Gelen Konteyner Yüklerindeki Dalgalanmalar

Şekil 2.2'de

Q_i = i. sürede konteyner terminali depolama sahasında kaydedilen konteyner yükünü,

P_i = Q_i konteyner yükünün depolama sahasında bulunma yüzdesi yada olasılığını ifade etmektedir.

Diğer taraftan,

Q_s = Terminal depolama alanı hesabına esas olan günlük konteyner yükünü (TEU / gün),

f_0 = Birim konteyner yükü için gerekli depolama alanını (m^2 / TEU),

t_0 = Birim konteyner yükü için tutma süresini,

göstermek üzere, t_0 bekleme süresi içinde gereken depolama alanı;

$$F = f_0 \cdot Q_0 \cdot t_0 \quad (m^2) \quad (2.6)$$

olur.

Burada; terminal altyapı, yatırım sermayesi, faiz ve amortisman maliyetlerine bağlı olarak,

Günlük terminal maliyeti,

$$C_{ss} = \frac{1}{365} C_{rf} \cdot C \cdot F \quad (2.7)$$

olarak ifade edilir.

Bu ifadede;

C , terminal stok (depolama) sahası birim alan maliyeti (USD/ m^2),

C_{rf} , yıllık amortisman ve faiz katsayısını ifade etmektedir. Bu C_{rf} yıllık amortisman ve faiz katsayısı

$$C_{rf} = \frac{r.(1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \quad (2.8)$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada,

r = yıllık faiz oranı

N = proje ömrünü

göstermektedir.

Bu doğrultuda konteyner terminali tutma sahası maliyeti

$$C_{ss} = \frac{1}{365} C_{rf} \cdot C \cdot f_o \cdot Q_s \cdot t_o \quad (\text{USD/gün}) \quad (2.9)$$

şeklini alır. Buradan birim konteyner tutma sahası altyapı maliyeti

$$C_s = \frac{1}{365} C_{rf} \cdot C \cdot f_o \quad (\text{USD/TEU.gün}) \quad (2.10)$$

olarak ifade edilir.

Burada,

C_s , birim konteyner - gün başına terminal maliyeti yada boş kalma maliyeti olarak ifade edilir.

Model doğrultusunda C_b , terminal tutma sahasında birim yük başına terminal kar kaybı maliyeti(USD/TEU)'ni tanımlanması gerekir.

Eğer, $Q_s > Q_i$ olursa, konteyner terminali depolama sahasında boş kalma maliyeti oluşur ve birim gün için toplam boş kalma maliyeti;

$$C_s \cdot \sum_{i=1}^s (Q_s - Q_i) \quad (2.11)$$

ile ifade edilir.

Belirli bir tutma süresi için oluşacak boş kalma maliyeti ise,

$$t_o \cdot C_s \cdot \sum_{i=1}^s (Q_s - Q_i) \quad (2.12)$$

olur.

Eğer, $Q_i > Q_s$ olur ise, bu kez terminal depolama sahasında kar kaybı meydana gelecektir, ve toplam kar kaybı maliyeti,

$$C_b \cdot \sum_{i=s+1}^n (Q_i - Q_s) \quad (2.13)$$

şeklinde yazılır.

Bu doğrultuda terminal depolama sahasında oluşan maliyetler toplamını ifade eden, amaç fonksiyonu,

$$C(Q_i, Q_s) = C_s \cdot \sum_{i=1}^s (Q_s - Q_i) \cdot t_i + C_b \cdot \sum_{i=s+1}^n (Q_i - Q_s) \quad (2.14)$$

ile ifade edilir.

Burada;

Q_i , herhangi bir i . zamanda konteyner stok sahasındaki toplam yük değeri (TEU)'dir, o halde toplam konteyner yükü ;

$$\sum_{i=1}^n Q_i = Q$$

olarak tanımlanır. Buna göre C_u birim maliyet

$$C_u = \frac{C(Q_s)}{Q} = C_s \cdot \sum_{i=1}^s \frac{(Q_s - Q_i)}{Q} t_i + C_b \cdot \sum_{i=s+1}^n \frac{(Q_i - Q_s)}{Q} \quad (2.15)$$

ile ifade edilebilir.

2.2.3 Modelde kullanılacak birim maliyetler

Modelde kullanılacak birim maliyetler için haydarpaşa ve derince limanları örneklerinden yararlanılmıştır.

2.2.3.1 Bir konteyner terminalinde birim kar kaybı maliyeti (C_b)

Bir terminal sahasındaki faaaliyetleri etkileyen

- yükleme boşaltma hizmetlerine
- terminal hizmetlerine
- ardiye hizmetlerine
- romörkaj hizmetlerine

ait ücret tarifesi dikkate alınarak birim kar kaybı maliyeti belirlenmiş ve

$$C_b = 39.64 \text{ USD/TEU}$$

olarak bulunmuştur.

2.2.3.2 Konteyner terminali depolama sahası boş kalma birim maliyetleri

Haydarpaşa limanı örneği

1998 yılı birim fiyatları ile maliyeti 3 354 390 267 000 TL olarak hesaplanan konteyner terminal tutma sahası maliyeti 1998 yılı başlangıcındaki döviz kuru 200 000 TL olarak alındığında yaklaşık olarak 12 milyon USD olarak bulunmuştur.

Terminal sahası $300 \times (350-295)$ m boyutlarındadır. Yaklaşık olarak 96.750 m^2 olarak bir sahaya tekabül etmektedir.

Bu durumda terminal sahasının 1 m^2 'sinin maliyeti yaklaşık olarak;

$$C = 12\,000\,000 / 96\,750$$

$$C = 124 \text{ USD}$$

olarak bulunur.

Tablo 2.1 Haydarpaşa Limanı Konteyner Molü İnşaat Maliyetleri (DLH, 1990)

İş kalemleri	1978 yılı birim fiyatları ile tutar(TL)	Eskalasyon katsayısı	1998 yılı birim fiyatları ile tutar(TL)	USD olarak tutar
Bölüm 1	77 274 404	7362,43	5,68927E+11	2,84E+6
Bölüm 2	158 664 120	7362,43	1,16815E+12	5,084E+6
Bölüm 3	41 176 930	7362,43	3,03162E+11	1,52E+6
Bölüm 4	2 991 720	7362,43	22026329080	0,110E+6
Bölüm 5	1 090 355	7362,43	8027662363	0,0401E+6
Bölüm 6	22 576 169	7362,43	1,66215E+11	0,831E+6
Bölüm 7	16 010 703	7362,43	1,17878E+11	0,589E+6
Toplam	319.784.401		2,354390267E+12	11,7701E+6

Derince limanı örneği

Rıhtım imalatları ve terminal sahası inşaatı için tahmin edilen harcama tutarı Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Derince Limanı Konteyner Terminali İnşaat Maliyeti (Avcı, Özen, Süttaş, İncecik, Güler, 1995)

Rıhtım inşaatları	Deniz dolgusu zemin ıslahı ve saha düzenlemesi	Geri saha düzenlemesi	Nakliyeler	Alt yapı	Toplam (USD)
49 495 799	13 753 659	2 000 000	15 783 863	3 000 000	84 033 321

Terminal alanı yaklaşık olarak 369 000 m² olduğuna göre birim alan maliyeti;

$$C = 84\,033\,321 / 369\,000$$

$$C = 228 \text{ USD}$$

olarak bulunur.

Buradan konteyner terminali depolama sahası boş kalma birim maliyetleri sırası ile

Haydarpaşa limanı konteyner terminali için ;

$$C_s = 0,169 \text{ USD/gün*TEU}$$

Derince terminali için;

$$C_s = 0,311 \text{ USD/gün*TEU}$$

olarak hesaplanır.

2.2.4 Modelde kullanılacak veriler

Modelin çalıştırılması sonucunda elde edilecek değerlerden güvenilir bir sonuca varılabilmesi için modelin çalıştırılması sırasında, terminal sahasına gelen konteyner yüklerindeki dalgalanmaları (değişimleri) anlamlı bir şekilde karakterize edecek değerlerin kullanılması gerekir.

Çalışmada veri istasyonu olarak kabul edilen Haydarpaşa limanı konteyner terminali depolama sahasında yük değerlerindeki dalgalanmaların karakteristik değerlerinin belirgin olması gerekir. Bunun için depolama sahasında yapılan ölçümlerin belirli bir periyotta ve belirli bir saatte yapılmış olmalıdır.

Haydarpaşa limanı İşletme Müdürlüğünce 1998 yılı her ayın 15 inde ve belirli bir saatte yapılan konteyner yük kayıt değerleri Tablo 2.3' de gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Haydarpaşa Limanı Konteyner Terminali Depolama Sahasındaki Konteyner Yük Değerleri

Tarih	Konteyner yükü		Tarih	Konteyner yükü	
	Adet	TEU		Adet	TEU
15.01.1997	8022	14955	15.10.1997	9471	16735
15.02.1997	8518	15906	15.11.1997	11575	19711
15.03.1997	8399	14960	15.12.1997	9796	18037
15.04.1997	9237	15306	15.01.1998	9672	17031
15.05.1997	10608	17566	15.02.1998	8814	16185
15.06.1997	12150	18403	15.03.1998	6680	10840
15.07.1998	10232	15356	15.04.1998	7785	12002
15.08.1999	10321	16044	15.05.1998	7741	12502
15.09.1197	9931	17841			

2.2.4.1 Modelin işletilmesinde kullanılacak yük grupları

Tablo 2.4 Yükleme Grupları

Yükleme durumu I		Yükleme durumu II		Yükleme durumu III			
Q1	14955	Q1	10840	Q1	10840	Q13	17566
Q2	14960	Q2	12002	Q2	12002	Q14	17841
Q3	15306	Q3	12502	Q3	12502	Q15	18037
Q4	15356	Q4	15356	Q4	14955	Q16	18403
Q5	15906	Q5	16044	Q5	14960	Q17	19711
Q6	16044	Q6	16185	Q6	15306		
Q7	16735	Q7	16735	Q7	15356		

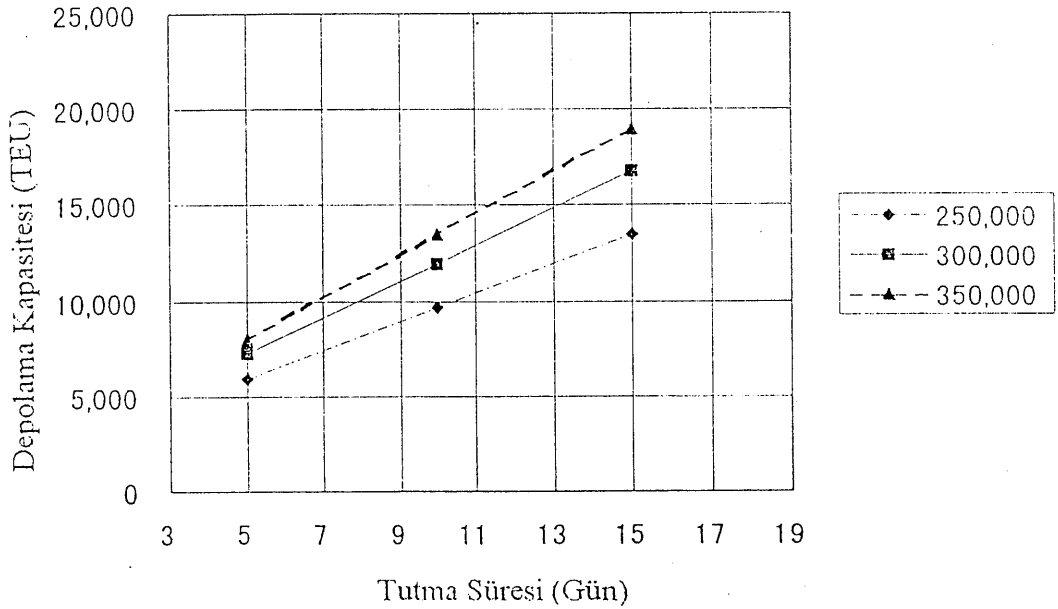
Q8	17566	Q8	17031	Q8	15906		
Q9	17841	Q9	17841	Q9	16044		
Q10	18037	Q10	18037	Q10	16185		
Q11	18403	Q11	18403	Q11	16735		
Q12	19711	Q12	19711	Q12	17031		

2.2.4.2 Haydarpaşa limanı konteyner terminali depolama sahasında bekleme süresinin tahmini

TCDD tarafından Haydarpaşa limanındaki konteyner elleçleme kapasitesi depolama kapasitesi, tutma süresi ve kreyn sayısına bağlı olarak şekil 2.3’deki grafikten yararlanarak tahmin edilmiştir.

Bölüm 2.2.4.1’deki konteyner yük değerleri dikkate alınarak ortalama bir değer için günlük depolama kapasitesi $Q_0=14.000$ TEU ve yıllık toplam 300.000 TEU’luk yük elleçlendiği kabul edilirse, ortalama tutma süresi şekil 2.3’den yaklaşık 12 gün olarak tahmin edilir.

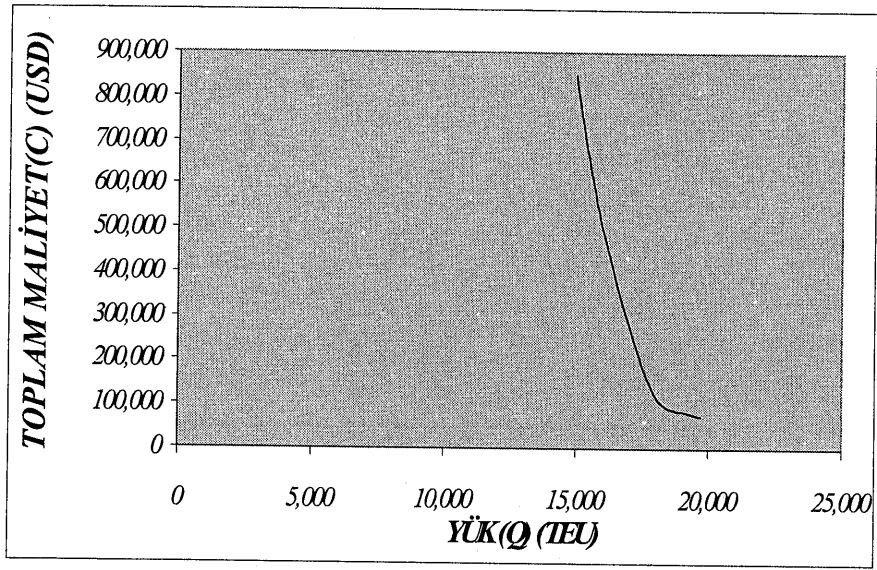
Tutma Süresi - Depolama Kapasitesi



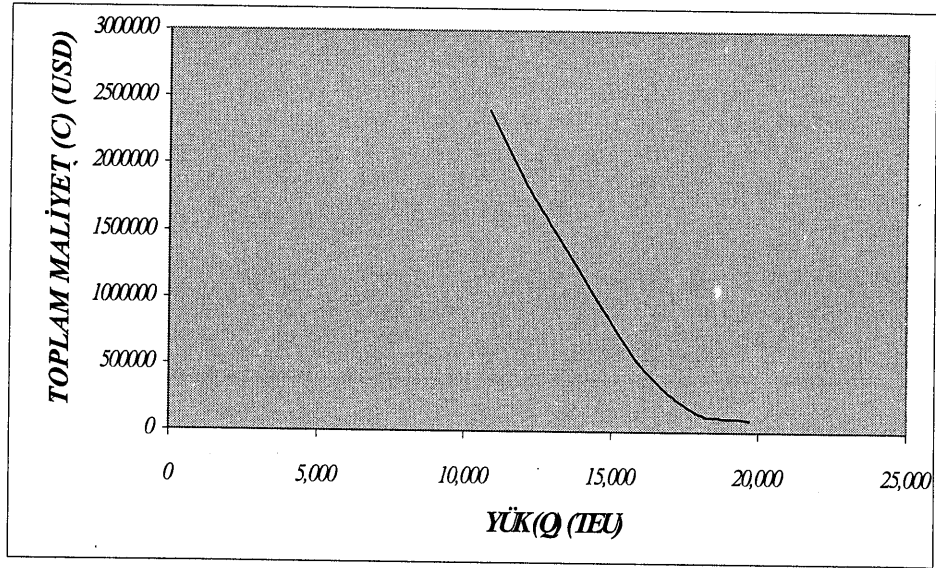
Şekil 2.3 Haydarpaşa Limanı Konteyner Terminalinde Depolama Kapasitesi İle Tutma Süresi Arasındaki İlişki

2.2.5 Modelin birim maliyetler için çalıştırılması

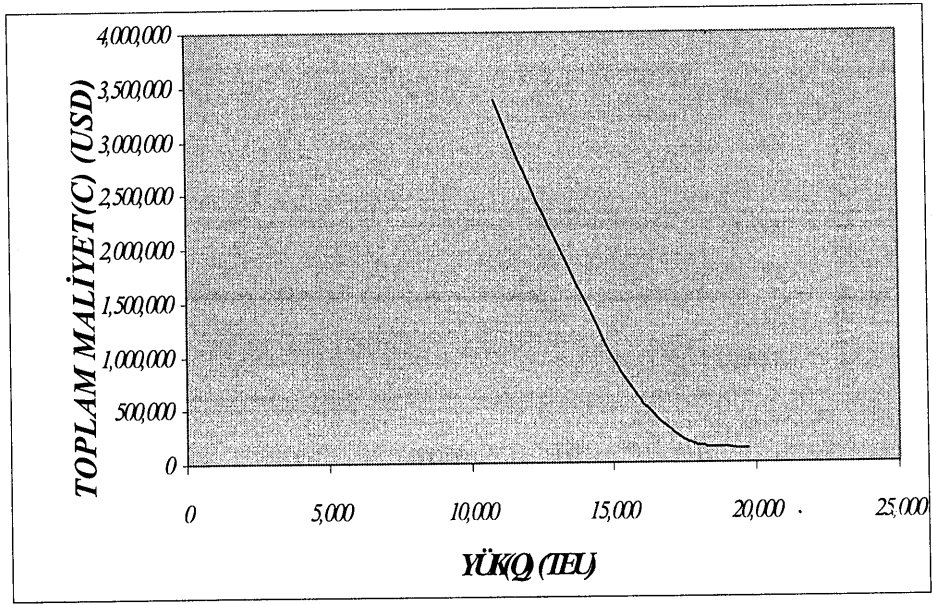
1. $C_b = 39.64$ USD/TEU , $C_s = 0.169$ USD/TEU.gün , $t_b = 12$ gün için modelin sonuçları



Şekil 2.4 Yükleme Durumu I Ve $C_b = 39.64$, $C_s=0.169$, $T_b=12$ için
Yük-Toplam Maliyet İlişkisi

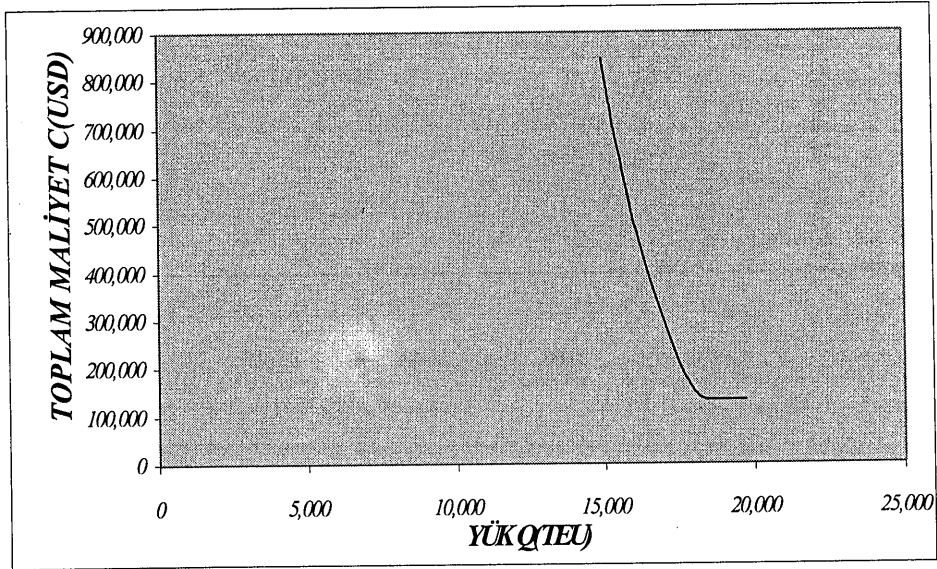


Şekil 2.5 Yükleme Durumu II Ve $C_b = 39.64$, $C_s=0.169$, $T_b = 12$ İçin
Yük-Toplam Maliyet İlişkisi

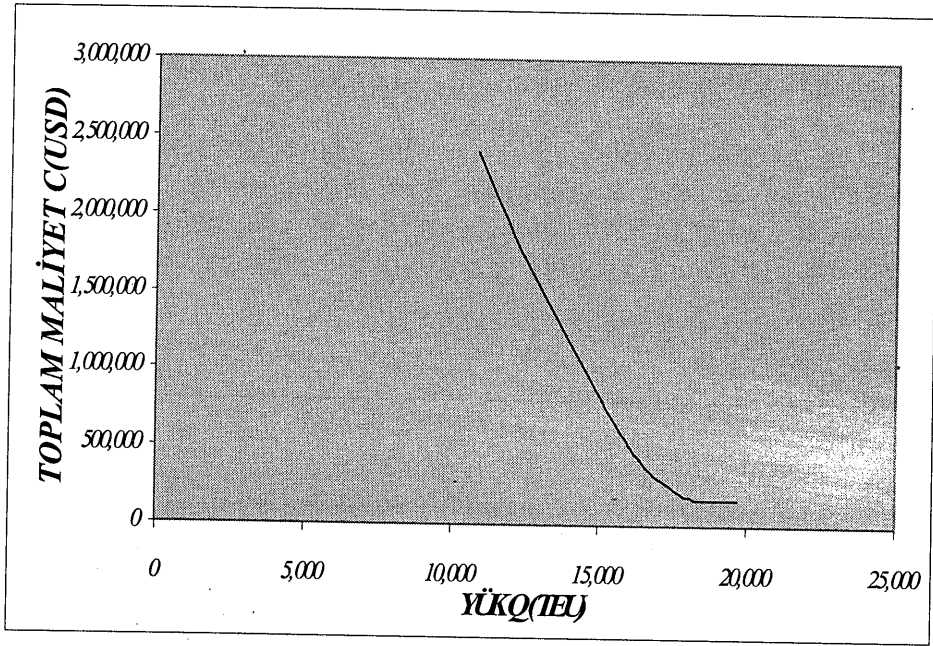


Şekil 2.6 Yükleme Durumu III $C_b = 39.64$, $C_s = 0.169$, $T_b = 12$ için Yük – Toplam Maliyet İlişkisi

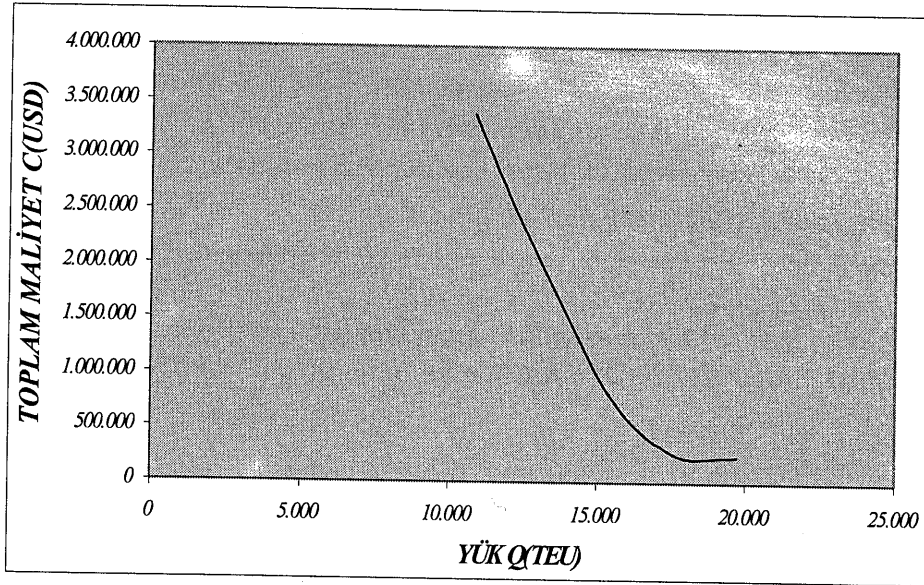
2. $C_b = 39.64$ USD/TEU, $C_s = 0.311$ USD/TEU.gün, $t_b = 12$ gün için modelin sonuçları



Şekil 2.7 Yükleme Durumu I Ve $C_b = 39.64$, $C_s = 0.311$, $T_b = 12$ İçin Yük-Toplam Maliyet İlişkisi



Şekil 2.8 Yükleme Durumu II Ve $C_b = 39.64$, $C_s = 0.311$, $T_b = 12$ İçin Yük-Toplam Maliyet İlişkisi



Şekil 2.9 Yükleme Durumu III Ve $C_b = 39.64$, $C_s = 0.311$, $T_b = 12$ İçin Yük-Toplam Maliyet İlişkisi

2.2.6 Tasarım için önerilen metot

Planlama çalışmalarında liman alt yapı tesislerinin boyutlandırılması için basit, kullanışlı ve güvenli yaklaşımların dikkate alınması önemlidir.

Model çerçevesinde elde edilen sonuçlara dayanılarak konteyner terminalleri depolama sahalarının boyutlandırılmasında basit, kullanışlı ve ekonomik bir metot önerilebilir. Bunun için günlük ortalama Q_m konteyner yükünün günlük optimum Q_o konteyner yüküne oranını optimalite faktörü olarak tanımlayalım. Bu durumda β optimalite faktörü,

$$\beta = \frac{Q_m}{Q_o} = \frac{Q_y / 365}{Q_s / t_o} \quad (2.16)$$

olarak ifade edilir.

Buradan, optimum konteyner depolama alanı trafik hacmi;

$$Q_s = \frac{Q_y \cdot t_o}{365 \cdot \beta} \quad (2.17)$$

optimum konteyner tutma alanı

$$F = f_o \cdot Q_o \quad (2.18)$$

$$F = \frac{f_o \cdot t_o \cdot Q_y}{365 \cdot \beta} \quad (2.19)$$

şeklinde tanımlanır. Bu ifadede

t_o = Ortalama tutma (bekleme) süresi (gün),

f_o = Birim konteyner için gerekli depolama alanı (m^2/teu),

F = Ortalama tutma süresinde gerekli depolama alanı (m^2),

Q_o = Depolama sahası boyutlandırılmasına esas optimum konteyner yükü (teu/gün),

Q_o = Depolama sahası yıllık konteyner yükü (teu/yıl)

dır.

Modelden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi neticesinde, Haydarpaşa ve Derince limanları için β optimalite faktörünün 0.80-0.90 arasında değişebileceği ortaya konmuştur.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, stok planlama teorisi ışığında oluşturulan model Haydarpaşa limanı ve Derince limanı konteyner terminallerine ait veriler kullanılarak işletilmiştir.

Modelde kullanılan boş kalma maliyetlerinin belirlenmesi için esas alınan terminal inşaat sistemleri Türkiye’de mevcut limanlardaki konteyner terminallerinde görebileceğimiz normal ve ekstrem örneklerdir. Bu doğrultuda elde edilen boş kalma maliyetleri de normal ve ekstrem örnekleri karakterize edecektir.

Bu çalışmada ortaya konulan sonuçlar aşağıda açıklandığı gibi özetlenebilir.

1. Terminal kar kayıplarının belirlenmesi sırasında Türkiye limanları için belirlenen hizmet tarifeleri kullanılmıştır. Ancak yüksek fiyat politikaları nedeniyle kar kayıpları çok büyük değerler olarak belirmiştir.

2. Derince limanı konteyner terminali için öngörülen inşa sistemi, Haydarpaşa limanı konteyner terminali inşa sistemine nazaran %84 oranında daha pahalıdır. Ancak aşırı değerli kar kayıplarının, amortisman ve faiz maliyetlerinin sonucu olan boş kalma maliyetleri yanında çok fazla etkili olduğu ve toplam maliyetin belirlenmesinde öne çıktığı belirlenmiştir.

3. Bu çalışmanın ortaya koyduğu en önemli sonuçlardan biriside, bir konteyner terminalindeki depolama sahasının belli bir dönemde beklenen yüklerin en büyük değeri dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği şeklinde özetlenebilir ki bu sonuç gerek UNCTAD (1978), gerekse Frankel (1987) tarafından "konteyner terminallerinde stok sahaları gerekenden daha büyük planlanmalıdır" şeklinde verilen öneriyle uyumaktadır.

4. Bu çalışmada oluşturulan model ile ortaya konulan pratik basit yöntemde, konteyner depolama sahası; giren ve çıkan toplam konteyner yüklerine, ortalama bekleme süresine, birim konteyner için gerekli alana ve optimalite faktörüne bağlı olarak

$$F = \frac{f_o \cdot t_o \cdot Q_y}{365 \cdot \beta}$$

ifadesiyle belirlenebilmektedir. Bu yöntem optimum depolama alanı boyutlarının basit olarak belirlenebilmesi bakımından uygun bir çözüm olarak değerlendirilebilir.

5. Haydarpaşa ve Derince limanları konteyner terminalleri için yapılan çalışma sonucunda istifli durumlar için optimum konteyner yükü ile ortalama konteyner yükü arasındaki optimalite faktörünün 0.80-0.90 arasında değiştiği ortaya konmuştur. Yapılacak makro planlamalarda konteyner stok sahası boyutlarının bu oran nispetinde daha büyük belirlenmesi halinde ekonomik planlama hedeflerini yakalamak mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

AGERSCHOU, H., LUNDGREN, H., SORENSEN, T., ERNST, T., KORSGAARD, J., SCHMIDT, L.R., VE CHI, W.K., (1983), Planning And Design Of Ports And Marine Terminals, A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.

BRUNN, P., (1981), Port Engineering, Gulf Publishing Company.

CHURCHMAN, C.W., ACKOFF, R.L., ARNOFF, E.L., (1957), Operation Research, John Wiley & Sons, Inc, New York, London.

DLH., (1990), Haydarpaşa Limanına Yeni Mol İlavesi Ve II. Feri İskelesi İnşaatı Kesin Hesap Raporu, İstanbul.

FRANKEL, E.G., (1987), Port Planning And Development, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.

HILLIER, F.S., Liberman, G.V., (1974), Operation Research, Holdenday Inc, San Fransisco, U.S.A.

İTÜ., (1995), Derince Limanı Konteyner Terminali Fizibilite Raporu, İstanbul.

KARAYALÇIN, İ. İ., (1979), Harekat Araştırması, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul.
KAUFMANN, A., (1964), Methods And Models Of Operations Research, Prentice-Halls, Inc. UK. Englewood Cliffs, NJ.
ÖZEN, S., (1994), Limanlarda Optimum İşletme Ve Kapasite Koşulları, Mersin Deniz Ticareti Sayı:22-25, Mart- Haziran 1994, Mersin.
ÖZMEN, H.İ., (1999), Limanlarda Konteyner Depolama Sahalarının Optimum Boyutlandırılmasında Yeni Bir Yöntem Araştırması, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
TCDD., (1995), Haydarpaşa Liman Hizmetleri Tarifesi, Ankara.
TCDD., (1997), TCDD Limanları Konteyner Hizmet Tarifesi, Ankara.
TAHA, N., (1975), Operations Research An Introduction, Mc Millian Publishers, London.
UNCTAD., TD/B/C.4/175, (1978), Port Development.

ABSTRACT

In this study inventory theory has been used in optimal dimensioning of container storage areas since the amount of loads coming to the storage area. With this model it has been aimed to minimize the sum of profit loss due to occupancy of container in the storage area and the cost of unoccupied periods. Data obtained from the container terminals of Haydarpaşa and Derince ports have been used in the implementation of the model. According to the obtained results, as the amount of the container loads increase profit loss and total costs including the idle time cost decrease and minimum costs and come out at maximum occupancy. Therefore it has been concluded that the maximum container load for a certain period should be taken as the design criteria. A practical formulation has been proposed to determine the economical size of container storage areas in the design phase of port. The design value has been calibrated with a constant value called "optimality factor" which expresses the relation between average and optimum container loads.

SIKIŞIKLIK YAŞANAN LİMANLARIMIZA ALTERNATİF LİMAN ÖNERİLERİNİN DÜNYA DENİZ TİCARETİ VE KOMBİNE TAŞIMACILIK BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Nesrin (CİLASIN) BAYKAN

Adnan O. AKYARLI

Pamukkale Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Kınıklı Kampüsü-20070 DENİZLİ

Öztüre Holding, İzmir
Şehit Nevres Bulvarı
Kızılay İş Merkezi 3/7
35210-İZMİR

ÖZET

Bütün dünyada olduğu gibi, ülkemizde de uluslar arası ticaretin büyük bir bölümü halen en ekonomik sistem olan denizyolu ile gerçekleştirilmekte olup, taşıma zincirinin deniz ayağını oluşturan limanlar, ülke ekonomisinin geliştirilmesinde etkin rol oynamaktadırlar. Ülkemizin demiryolu şebekesi ile bağlantısı bulunan yedi büyük genel amaçlı limanı olan Samsun, Haydarpaşa, Derince, Bandırma, İzmir, Mersin ve İskenderun limanları Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı TCDD Genel Müdürlüğü tarafından işletilmektedir. Bu yedi limana ayrıca 1985'de "Haydarpaşa Konteyner Kara Terminali" eklenmiş olup etkin biçimde hizmet vermektedir.

Günümüzde bir yük, varış noktasına çeşitli taşıma türlerini kullanarak ulaşmaktadır. Bir yükün hedefine varışında, birden fazla taşıma türünün kullanılmasına "kombine taşımacılık" denilmektedir. Bu durumda limanlarımız ve geri saha bağlantıları, yük akışında darboğaz yaratmayacak şekilde birbirleriyle uyumlu çalışabilecek yeterli kapasitede ulaşım sistemleriyle entegre olmalıdır. Limanlarımız ülkemizin konumu gereği ancak böyle bir politikayla transit taşımacılıktan hakkı olan payı alabilecektir.

Bu çalışmada sıkışıklık yaşanan limanlarımıza alternatif olarak planlanan yeni liman önerileri açıklanmakta; bu bağlamda bölgemizde bulunan ve ulusal ölçekte artan yük trafiğine hizmet vermesi ve Türkiye'nin transit taşımacılıktaki eksiğinin giderilmesi amacıyla yapımı planlanan Kuzey Ege Limanı ¹, dünya deniz ticareti ve kombine taşımacılık bağlamında değerlendirilerek ülkemiz koşullarına uygun çözüm önerileri sunulmuştur.

¹ Birinci yazar, bu konuda DEÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü tarafından yapılan fizibilite çalışmalarına katılmıştır.

1.GİRİŞ

Deniz taşımacılığının en önemli unsuru olan limanlar için en genel tanım; “ gemilerin bağlanıp ayrılması veya demirleyebilmesi, hizmet görmesi ve yükün karada, denizde teslimine kadar korunması için tesisleri ve olanakları bulunan, gemiden kıyıya, gemiden gemiye, kıyıdan gemiye yük ve insan naklinin gerçekleştirildiği, ülkenin belli bölgesi üzerinde (hinterland) ekonomik faktör oluşturan ve taşıma modları arasında dönüşümü gerçekleştiren sınırlandırılmış kara ve deniz alanları” olarak verilebilir.

Dünyadaki küreselleşme politikaları sonucunda, hızla artan dünya ticaret hacmi ve gelişen ulaştırma endüstrisinin en büyük sektörü deniz ulaştırmasıdır. Ülkelerin ekonomik büyümelerinde, ulaştırma sektöründeki bu gelişmelerin gözardı edilemeyecek payı vardır. Deniz ulaştırması ekonomik taşıma sistemi olma özelliği ile de bu pay içinde önemli katkıya sahiptir. Limanlar ekonomiye dolaylı-dolaysız çok önemli katkıları bulunan ve ülke ekonomisinin dışa açılan kapıları olduğu gibi ülke güvenliği ve stratejik açıdan da önem taşımaktadır.

Limanların oluşturduğu ekonomik canlılığın yanısıra çevrelerinin sosyal yaşamının değişimi yönünde etkileri de çok önemlidir. Bir limanın varlığı; liman ardalanında (hinterlandında) endüstriyel bölgelerin doğması ve büyümesine paralel olarak ulaşım tesislerinin ve olanaklarının gelişmesine, yaşam standartlarının iyileştirilmesine, istihdam artışına, eğitim, kültür ve sağlık hizmetleri için fırsatların artmasına neden olmaktadır.

Dünya deniz ticaretinde gözlenen konvansiyonel yük taşımacılığından konteynerleştirilmiş yük taşımacılığına yöneliş, Türkiye deniz taşımacılığını da aynı yönde etkilemektedir. Maliyetten, zamandan ve işgücünden tasarruf sağlama isteği, konteynerizasyonla ambalajlama masraflarının minimuma indirilmesi, denizyolu ile kara ve demiryolu arasında sağlanan entegrasyon bu yönelişin başlıca etmenleridir. Hızla gelişen konteyner taşımacılığı ise kendine özgü alt yapı gereksinimlerini de beraberinde getirmektedir.

1960’lı yıllardan beri dünyada deniz taşımacılığında hız, emniyet, düzenlilik sağlanması amacıyla sistem değişikliğine gidilmiş olup, yüklerin birleştirilerek konteynerlerle taşınması ve kombine taşımacılık ilkesinin benimsenerek kesintisiz olarak, kapıdan kapıya ulaşımının sağlanması amaçlanmıştır. Ulaştırma zincirinin, tüm ulaşım modlarını içerecek şekilde bölgeden bölgeye taşıma şekline dönüşmesi sonucunda artık limanların kendine özgü tek elci hinterland kavramı ortadan kalkacaktır. Artık tek başına bir liman noktasının, karayolu, demiryolu hattı veya bir su yolunun kendi başına anlam taşımadığı ancak, birlikte planlandığında önem kazandığı konusunda tüm ülkeler görüş birliği içindedir.

Konteyner taşımacılığında limanlar işlev olarak, Ana liman ve Feeder limanı olarak karakterize edilmektedir. Ana transit hatları üzerinde yer alan ana limanlara ulaşan konteynerler buradan daha küçük tonajlı gemilere transfer edilerek feeder limanları dediğimiz daha küçük limanlara gönderilmektedir. Burada demiryolu, karayolu veya su yolu ağına girerek varış noktasına ulaşmaktadır. Konteyner limanlarında genel olarak; büyük geri sahalar(depolar alanlarına), derin rıhtımlara, büyük kapasiteli rıhtım ve saha ekipmanına ve yüksek kapasiteli kominikasyon araçlarına gereksinim duyulmaktadır.

İşletmecilik alanında ise tüm işlemlerin yapılmasında hatta ekipmanların çalışmasında, insan gücü yerini yavaş yavaş bilgisayar destekli sistemlere bırakmaktadır.

Gemilerin limanda bekleme sürelerinin azaltılması hususu limanlararası rekabette önemli faktörü oluşturmaktadır. Konteyner taşıyan gemilerin tasarımında ise gün geçtikçe boyutların büyümesi yönünde genel eğilim devam etmektedir.

TCDD Limanları ülkemizin ulaştırma sisteminde ve dış ticaretinde anahtar rol oynamakta olup ülkemizin dışa açılan ithal, ihraç ve transit kapıları durumundadır. Türkiye, Avrupa ve Ortadoğu arasında doğal köprü olma niteliği ile böylesine büyük bir potansiyele sahip iken; bu potansiyelini limanlarımızın birçoğunun kent merkezlerinde sıkışıp kalması, yeterince genişleyememesi ve yüklerin çıkış-varış noktaları arasında uygun taşıma sistemlerinin kullanılmamaları ve işletmede görülen yetersizlikler nedeniyle gerektiği kadar kullanamamakta ve beklenen geliri elde edememektedir. Zira konteyner taşımacılığı bakımından, Türkiye limanlarında son yıllarda belirgin artışlar görülmesine karşın; dünyanın önde gelen limanlarıyla ve Akdeniz ülkelerinin önde gelen konteyner limanlarıyla karşılaştırıldığında, ülkemizin konteyner taşımacılığı hala oldukça geridedir.

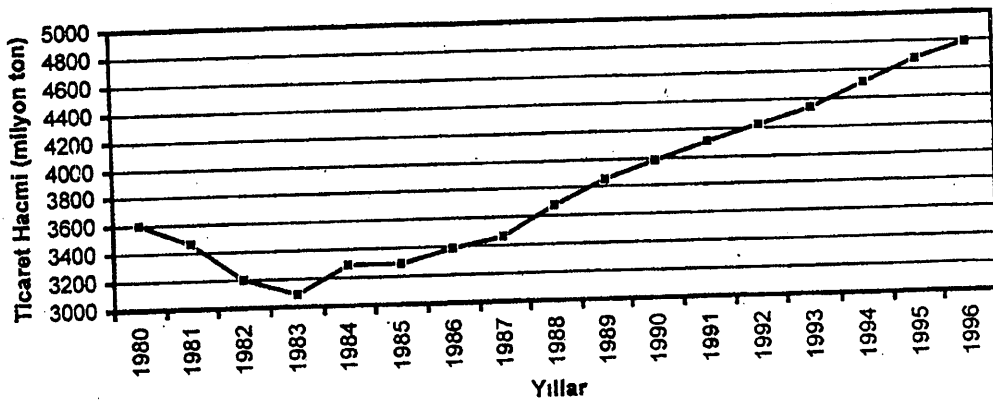
Türkiye'nin Avrupa ile Asya arasındaki konumunun sağladığı üstünlükler, Türk ekonomisinin Akdeniz'in en hızlı büyüme gösteren ekonomilerinden biri olması, Ortadoğu'ya ve Türki Cumhuriyetleri'ne transit ticaret olanakları, serbest ticaret bölgelerinin oluşturulması, Doğu Avrupa ülkelerinin serbest Pazar ekonomilerine geçme hazırlıkları, Karadeniz Ekonomik İşbirliği Projesi(KEİP) ve GAP projesi getirilerinden beklenen payı alabilmesi için limanlarımız alt ve üstyapı yatırımlarıyla desteklenerek, öncelikli noktalarda yeni yatırımların yapılarak; çağdaş ve akılcı bir şekilde işletilmeli, şimdiye kadar feeder limanı olarak işlev veren limanlarımızda gelecekte belirli noktalarda ana limanların gerçekleştirilmesi kararları geciktirilmemelidir.

2. DÜNYA DENİZ TİCARETİ VE TÜRKİYE'NİN DURUMU

2.1. Dünya Deniz Taşımacılığı Sektörünün Genel Durumu

Dünya ticaretinin % 90'ı deniz taşımacılığı ile yapılmaktadır. Uluslararası deniz ticareti etkinlikleri 1985 yılından sonra hızla artış sürecine girmiş ve 1996 yılında 4800 milyon tona ulaşmıştır(Şekil 1).

Çeşitli gemi tipleri ile gerçekleştirilen dünya deniz taşımacılığı konvansiyonel taşımacılıktan konteyner taşımacılığına yönelmiştir(Tablo 1). Bunda denizyolu-karayolu-demiryolu entegrasyonu çok etkili olmuştur. Bu da 21. yüzyılda deniz taşımacılığına konteyner taşımacılığının hakim olacağını göstermektedir. Günümüzde, Avrupa'daki ve Uzak Doğu'daki önemli limanlarda deniz taşımacılığının oldukça büyük bir bölümü konteynerlerle gerçekleştirilmektedir.



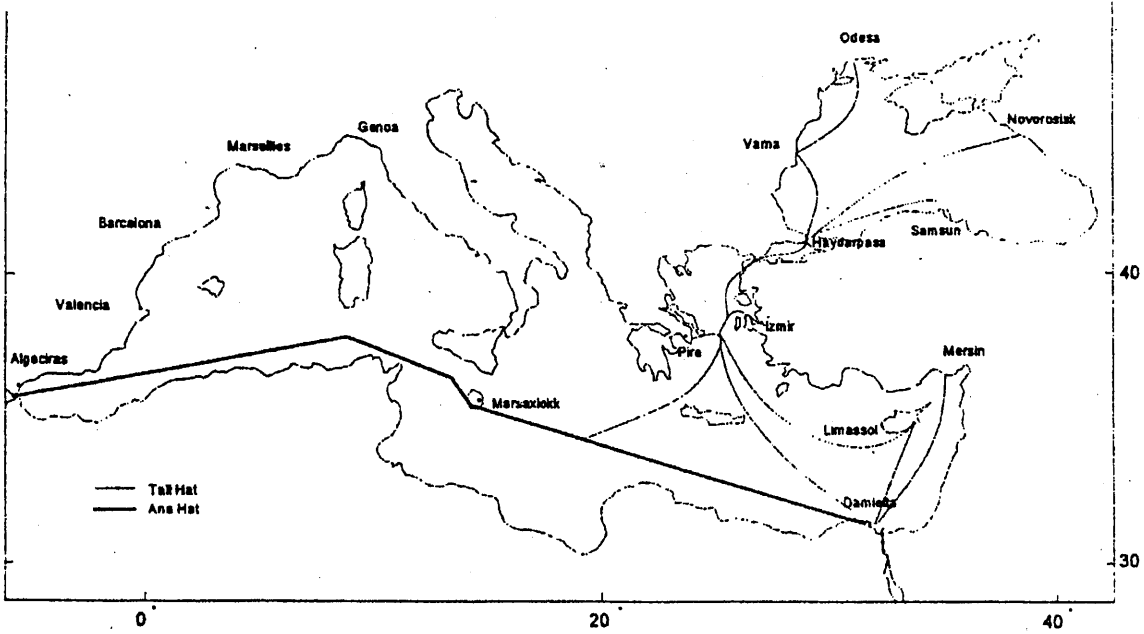
Şekil 1: Dünya Deniz Ticaretinin Gelişimi (DTO, 1996).

Tablo 1. Bazı gemi tiplerine olan talebin büyüme oranları (1993-1997 ortalaması)

Gemi tipi	%
Tanker	1,4
Dökme yük	2,9
Konteyner	11,2
Genel kargo	-0,6
Yolcu gemisi	5,2

Özellikle Süveyş Kanalı nedeniyle dünya konteyner taşımacılığında kullanılan tüm gemilerin % 25'inin Doğu Akdeniz yolunu kullanması bu yoldaki limanların önemini oldukça arttırmıştır. Türkiye'nin yakın çevresinde, özellikle Akdeniz'de Cebelitarık ve Süveyş arasında 2000 millik alan içinde ana liman olarak tanımlanabilecek limanların 1994 yılı konteynerleştirilmiş yük elleçleme kapasiteleri yaklaşık 6.5 milyon TEU'dur. Batı Akdeniz Limanları bu toplam elleçleme kapasitesinin yaklaşık % 65'ini, Doğu Akdeniz Limanları ise %35'ini karşılamaktadır. Uzak Doğu Ülkeleri ile Avrupa Ülkeleri arasındaki uzun mesafe konteyner taşımacılığı, Doğu Akdeniz, Süveyş Kanalı, Kızıldeniz üzerinden geçmekte ve günümüzde ana liman olarak Malta, Pire, Limasol, İskenderiye limanlarından hizmet almaktadır. Akdeniz'deki taşımacılık hatları Şekil 2'de verilmektedir.

Transit taşımacılığın önem kazandığı Akdeniz'de bu doğrultuda hizmet verer limanlar önemli olanaklar elde etmektedirler. Örneğin Pire'nin %20 girdisi limandarı sağlanmaktadır. Türkiye ve Türkiye geçişli konteyner trafiğinin büyük bir kısmı Yunanistan ve Güney Kıbrıs Rum kesimi limanlarından gerçekleşmektedir. Bu limanlardan tüm Orta Doğu, Karadeniz Ülkeleri, Balkanlar ve Kafkasya bölgesinin taşıma talepleri karşılanmaktadır. Tablo 2'de de 1996 yılı itibarıyla taşınan konteyner miktarları Dünya ve Akdeniz'in belli başlı limanları için verilmiştir.



Şekil 2 : Akdeniz'deki Deniz Taşımacılığı Hatları

Tablo 2 : 1996 Yılı İtibariyle taşınan konteyner miktarı(Cargo Systems, 1997)

Dünyada ilk on liman	Bin TEU	Akdenizde ilk on liman	Bin TEU
Hong Kong	13 410	Algeciras	1 306
Singapore	12 950	Cenova	825
Kaohsiung	5 063	Barselona	767
Rotterdam	5 000	Valensia	705
Pusan	4 725	Pire	586
Long Beach	3 067	Hayfa	548
Hamburg	3 054	Marsilya	547
Yokohama	2 730	İzmir	345
Los Angeles	2 681	Haydarpaşa	329
Antwerb	2 653	Lizbon	302

2.2. Türkiye'de Deniz Taşımacılığı Sektörü

Türkiye'nin dış ticaret etkinliklerinin % 91.4' ü deniz taşımacılığı ile gerçekleşmektedir. Ülkemizin 8333 km'yi bulan sahil şeridinde, kamu tarafından gerçekleştirilip, kamu tarafından işletilen, kamu tarafından gerçekleştirilip, özelleştirilmesi sonrası özel sektör tarafından işletilen ve özel sektör tarafından gerçekleştirilip, özel sektör tarafından işletilen çok sayıda liman ve iskele olarak tanımlayabileceğimiz yükleme-boşaltma tesisi bulunmaktadır.

1996'da 128.7 ton dolayında gerçekleştirilen deniz yolu taşımacılığının 31.6 milyon tonu Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü'nün işlettiği Haydarpaşa, İzmir, Mersin, Derince, İskenderun, Samsun ve Bandırma limanlarından yapılmıştır. Söz

konusu bu yedi büyük limandan Haydarpaşa, İzmir ve Mersin limanlarında konteyner terminalleri mevcut olup 1996 yılında 874 bin TEU konteyner yükü elleçlenmiştir (Tablo 3). Türkiye Denizcilik İşletmeleri tarafından işletilmekte olan limanlarda ise 1996 yılında 5 milyon 281 bin ton yük elleçlenmiştir.

2.3. Limanlarımızda Yaşanan Darboğazlar ve Çözüm Önerileri

2.3.1. Kaynak sağlanması

Ülkemiz liman altyapılarının iyileştirilmesinde ve yeni yatırımların gerçekleştirilmesinde en önemli darboğaz "mali kaynak sağlanması"dır. Kısıtlı ekonomik olanaklar nedeniyle yatırımların gerçekleştirilmesi reel olarak uzun zaman almakta ve tesis zamanında tamamlanamadığı için beklenen faydayı sağlayamamaktadır. Bu nedenle büyük liman yatırımlarının genel bütçe dışında dış kredili veya Yap-İşlet-Devret modeli ile gerçekleştirilmesi uygun olabilecektir.

Tablo 3 : Türkiye Limanlarında Elleçlenen Konteyner Miktarları(TCDD,1997).

Yıllar	1990	1992	1994	1996
Limanlar	TEU (Bin)	TEU (Bin)	TEU (Bin)	TEU (Bin)
Toplam	352.4	456.5	588.3	874.1
Haydarpaşa	111.8	177.6	179.8	329.1
Mersin	113.5	105.8	131.4	181.5
İzmir	122.5	162.5	268.9	345.9
Derince	-	4.6	3.2	13.9
Bandırma	-	1.1	2.6	0.4
İskenderun	3.5	0.8	0.07	0.1
Samsun	1	3.7	2.1	2.9

2.3.2. Limanın hinterland uzantısı

Kombine taşımacılık ulaşım sektörü için kesintisiz bir taşıma sistemidir. Arkasında yeterli ulaşım ağı bulunmayan kıyı tesisi beklenen hizmeti sağlayamaz. Liman yatırımı karayolu, demiryolu, altyapı iyileştirmesi veya yeni hatların inşası ile paralel yürütülerek, eş zamanlı olarak hizmete açılmalıdır. Ülkemizde bu yatırımlar farklı kurumlar tarafından yapılmakta, oysa bu konuda koordinasyon büyük önem taşımaktadır.

2.3.3. Plansız Yapılanma

Bugün ülkemizde özel sektör tarafından gerçekleştirilen çok sayıda yükleme-boşaltma tesisi bulunmaktadır. Ancak, bu yapılaşmalar zaman içinde belirli bir planlama disipliniyle olmadığından Türkiye kıyıları ve ardbölge ulaşımında plansız bir gelişme ortaya çıkmıştır. Her ne kadar bu yatırımlar ülke ekonomisine dolaylı katkıda bulunmuşsa da, yalnızca feeder hizmeti vererek, ülkemizin uluslar arası taşımacılık hatları üzerindeki fonksiyonunu olumsuz etkilemiş, köprü konumu özelliğinin getirebileceği yük aktarma merkezi olabilme şansını azaltmıştır.

7. Beş Yıllık Plan hedeflerinde de yer aldığı üzere, liman yatırımlarının; doğru büyüklükte, doğru zamanda, doğru yerde ve doğru özellikte planlanmasını sağlayacak “Limanlar Master Planı”nın gerçekleştirilmesi önemli bir gereksinimdir.

2.3.4. Çevre Boyutu

Kıyılarda yer alması zorunlu aktiviteleri gerçekleştirirken, çevre boyutunun önceliğini, hassasiyetini, tahrip edildiğinde bir daha geri dönülemezlik özelliğini, ön planda düşünmek zorunluğu vardır. Çevre korumacılığı bugün uygarlık kavramının bir ölçüsü haline gelmiştir. Yapılacak yatırımlarda gerek duyulan fonksiyonların çevreye zarar vermeyecek, doğal değerleri zedelemeyecek, bugünün zenginliklerinin geleceğe taşınmasına engel olmayacak biçimde gerçekleştirilmesi çok önemli bir başka boyuttur.

2.4. Mevcut ve Yeni Liman Yatırımları

Tablo 3’deki trafik bilgilerinden mevcut büyük limanlarımız hakkında fikir sahibi olunabilir. Yapılması düşünülen liman yatırımları ve kapasiteleri ise Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4: Ulaştırma Bakanlığı DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü’nce Planlanan Mevcut Konteyner Kapasitesine Ek Yaratılacak Konteyner Kapasitesi (9. Ulaştırma Şurası,1998).

Proje Adı	Kapasitesi (TEU)
Derince Limanı Konteyner Terminali	1 000 000
İskenderun Limanı Konteyner Terminali	300 000
Filyos Limanı	800 000
Samsun Limanı	200 000
Bandırma Limanı	180 000
Mersin Konteyner Limanı	1 000 000
Kuzey Ege Limanı	1 000 000
Marmara Limanı	688 000
Toplam	5 168 000

3. ULAŞTIRMA SİSTEMLERİNİN ETKİN KULLANIMINA YÖNELİK YENİ BİR MODEL: KOMBİNE TAŞIMACILIK

3.1. Genel

Kombine taşımacılık; malların bir taşıma ünitesi ile en uygun taşıma sistemi kullanarak kapıdan kapıya taşınmasıdır. Kombine taşımada; karayolu sadece başlangıç ve sonuçtaki terminal taşımalarında kullanılmakta, taşımanın büyük bir kısmında ise demiryolu ve/veya içsu yolu ve/veya denizyolu kullanılmaktadır.

Diğer taşıma sistemlerinde olduğu gibi, kombine taşımada da; altyapı (yollar, transfer alanları, üstyapı (trafik emniyeti ile ilgili tesisler, enerji, aktarma ekipmanları), araçlar, bilgi sistemleri ve kişiler yer almaktadır.

Kombine taşımacılığın amacı; müşteriye daha iyi hizmet vermek için kapıdan kapıya ekonomik taşıma sunmak, karayollarındaki sıkışıklığı azaltmak, kazaları azaltmak, çevre kirliliğini azaltmak ve enerji tasarrufu sağlamaktır.

Günümüzde Avrupa'da kara ulaşımının %77'sini karayolu taşıması oluşturmaktadır. Ancak bu durum; beraberinde karayolunda sıkışıklık, kazalar ve kirlilik gibi önemli tehlike ve riskleri gündeme getirmektedir. Bu nedenle Avrupa Birliği, hükümetler, taşıtıcılar, demiryolu kuruluşları mobilitenin korunması için uygun yöntemin kombine taşımacılık olduğu konusunda görüş birliği içindedirler. Genel düşünce, uzun mesafe taşımacılığın karayolu dışındaki diğer sistemlere; demiryolu, denizyolu ve içsu yolu taşımacılığına aktarılması yönündedir.

Dolayısıyla demiryolları kombine taşımacılık zincirinin önemli bir halkasını oluşturmaktadır. Kombine taşımacılık için, demiryolu işleticilerince yavru şirketler oluşturulmuş veya bu konuda bağımsız ICF (Intercontainer-interfrigo) gibi özel şirketler doğmuştur.

3.2. Türkiye'de Kombine Taşımacılık

Türkiye'de halen yapılmakta olan kombine taşıma çeşitleri; demiryolu ile konteyner/swap body(hareketli kasa) ve semitreyler taşıması, denizyolu ile konteyner taşıması, ro-ro taşıması ve ferry taşıması olarak gruplanabilir.

Türkiye limanlarında elleçlenen yükün yaklaşık % 90'ı demiryolu şebekesi ile bağlantılı bulunan TCDD limanlarında elleçlenmesine karşılık yurtiçine ve yurtdışına limanlara yapılan taşımaların % 95'i karayolu ile gerçekleştirilmektedir. TCDD İşletmesince, yurtiçindeki konteyner taşımalarının demiryoluna kaydırılması amacıyla, 1998 yılı içerisinde Denizli, Kayseri, Konya, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Balıkesir'e konteyner kara terminali kurulması kararlaştırılmıştır.

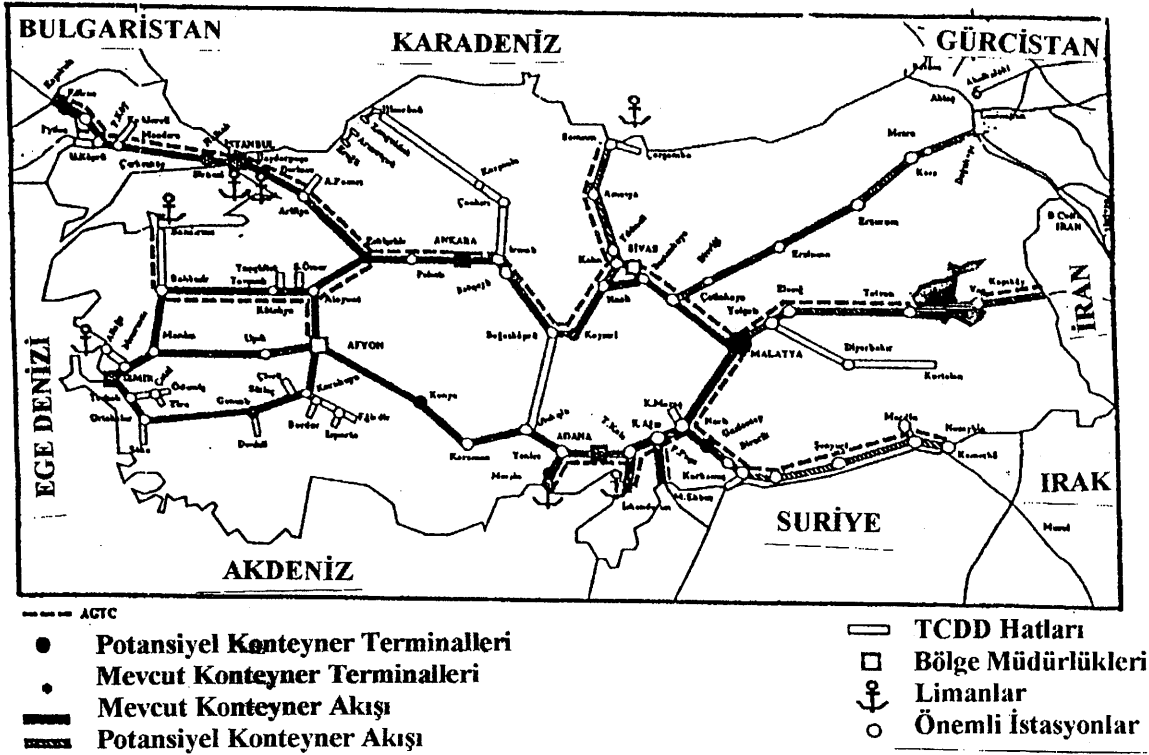
Ülkemizde demiryolu ile Avrupa'dan konteyner taşıması son yıllarda gelişmekte olup, bu konudaki en önemli konteyner terminali Halkalı'dadır. Avusturya kombine taşıma şirketi OKOMBI, demiryolu ile Viyana-Avusturya/Halkalı-Türkiye arasında düzenli konteyner ve semitreyler taşıması yapmaktadır. Ayrıca, Mainz-Almanya/İzmir-Türkiye ile Sopron-Macaristan/Halkalı-Türkiye arasında da demiryolu ile düzenli konteyner taşıması yapılmaktadır.

Kombine taşımacılık kapsamında Haydarpaşa-Türkiye/Köstence-Romanya, Derince-Türkiye/Trieste-İtalya, Samsun-Türkiye/Navorasky-Rusya, Samsun-Türkiye/Soçi-Rusya, Samsun-Türkiye/Odessa-Ukrayna arasında da düzenli Ro-Ro taşımaları yapılmaktadır.

Avrupa'nın sanayileşmiş ülkelerinden Ortadoğu ülkelerine yönelik kombine taşımacılığı gerçekleştirmek amacıyla, Mersin limanında 220m uzunlukta ve -12m derinlikte demiryolu feribot yanaşma rıhtımı mevcuttur. Kuzey Avrupa ülkelerinden,

Ortadoğu ülkelerine ekonomik mal sevkiyatını sağlamak için Köstence-Romanya/Samsun-Türkiye limanları arasında denizyolu-demiryolu kombine taşımacılığı yapılmaktadır.

Limanlarımızdan kombine taşımacılık bağlamında daha etkin yararlanabilmemiz ve gelecekte yapılması planlanan limanlarımızın da beklenen hizmeti verebilmesi için diğer ulaşım sistemlerinde de bazı hızlı yatırımların yapılması gerekmektedir. Demiryollarında mevcut hatlarda gerekli iyileştirme ve düzenlemeler yapılırken, programa alınan öncelikli hatlar zaman kaybetmeden gerçekleştirilmelidir. Demiryollarında öncelikli hatlar olarak belirlenen Ballıışh-Yozgat-Yıldızeli(306 km), Kars-Tiflis(132 km), Polatlı-Afyon(208 km), Ankara-Konya(290 km), Bandırma-Bursa-Ayazma-Orhaneli(182 km), Ankara-İstanbul Sürat Demiryolu(260 km), Nizip-Birecik-ŞanlıUrfa(GAP hatları 137 km olup özellikle Mersin ve İskenderun limanları için önemlidir), Isparta-Burdur-Antalya(150 km), Adapazarı-Ereğli(141 km), Trabzon- Erzincan-Palu-Diyarbakır(630 km olup GAP ürünlerinin Karadeniz'e taşınması açısından önemlidir) ve Van Gölü Kuzey Geçişi(230 km) hatları yapılmadan demiryollarında gerek yolcu ve özellikle yük taşımalarında kombine taşımacılıktan beklenen verimi elde etmek ve ulaşım sistemlerinin entegre çalışmasını beklemek daha doğrusu uluslar arası arenada hakkımız olan payı almamız olanaklı görülmemektedir. Şekil 3'den de görüleceği üzere demiryollarımız mevcut şekliyle bile kombine taşımacılıkta kullanılsa limanlarımız için önemi tartışılmazdır, bunlara yeni limanlar ve yeni hatlar da eklendiği zaman Türkiye dünya deniz ticaretinde hakettiği yeri alabilecek ve belki de trafik canavarından da böylelikle kurtulmuş olacaktır.



Şekil 3. TCDD limanları ve demiryollarımızın durumu

4. KUZEY EGE LİMANININ KOMBİNE TAŞIMACILIK BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Projenin Amacı

Konum itibariyle transit taşımacılık için Doğu Akdeniz'in en uygun limanlarından biri olan İzmir Limanı bugünkü durumuyla büyük konteyner gemilerine hizmet verememekte ve ana liman yerine bir aktarma limanı olarak görülmektedir.

TCDD İzmir (Alsancak) Limanı ardalanındaki İzmir, Denizli, Uşak ve Afyon'un endüstriyel yönden hızlı gelişmelerinin oldukça büyük hacimde ihracat ve ithalat potansiyeli doğurduğu görülmektedir. Gereğinde Bursa ve Balıkesir illeri de bu limanı kullanabileceklerdir. Bu gereksinimler TCDD İzmir (Alsancak) Limanı'na gelecek yükü yakın zamanda arttıracaktır. Fakat Batı Anadolu ardalanının tek çıkış kapısı olarak nitelenebilecek bu limanın kapasitesinin artabilme potansiyeli, kendi konumu ve İzmir kentinin hızla büyümesinden kaynaklanan sorunlar(mevcut şehiriçi liman çevresindeki yoğun kara trafiği, deniz tabanının nispeten büyük tonajlı gemilerin limana yanaşmasını engelleyecek şekilde çeşitli nedenlerle yükselmesi) nedeniyle sınırlıdır. Bu olumsuzluk, mevcut limanın hızla büyüyen yöre ekonomisinin gereksinimlerini bile karşılayamaz olması gerçeğini gündeme getirmektedir. TCDD İzmir (Alsancak) Limanı'nın, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü (DEÜ DBTE)'nce yapılmış makro ve mikro ölçekteki trafik tahmin çalışması, sözkonusu limanın mevcut kapasitesinin, limanın şu anki yapısıyla çok yakın zamanda tıkanacağını ortaya koymaktadır. Burada söz edilen liman kapasitesi konteyner yükleri için beş milyon ton/yıl'dır.

Hizmete sokulacak yeni bir liman, gerek iş istihdamı ve gerekse üretim açısından bulunduğu bölgeyi olumlu yönde etkileyecek ve sosyal alanlardaki gelişmelere olanak sağlayacaktır.

Yalnız İzmir kenti ve ardalanının güncel taşıma gereksinimleri için değil, Doğu Akdeniz'de giderek artan bir potansiyeli olan ve önemli ölçüde döviz getirisi bulunan transit yük taşımacılığından da Türkiye'nin pay alabilecek olanaklarının yaratılabilmesi için, lojistik desteğin de varolduğu İzmir metropolitan alanı içinde bir limanın daha hizmete sokulmasının gereği açıktır. Bu limanın, transit taşımacılıkta Doğu Akdeniz'in en uygun limanlarından biri olacağı, Ortadoğu ülkelerine, Orta Asya Türk Cumhuriyetlerine ve Karadeniz'e akacak yüklere hizmet vereceği ve Türkiye'nin transit taşımacılıktaki eksikliğini gidereceği düşünülmektedir.

4.2. Projenin Yeri

Ulaştırma Bakanlığı DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü'nce yapımı planlanan Kuzey Ege Limanı'nın proje sahası Çandarlı Körfezi'nin doğu ucunda olup, İzmir iline bağlı Bergama ilçesinin Zeytindağ Beldesi sınırları içindedir.

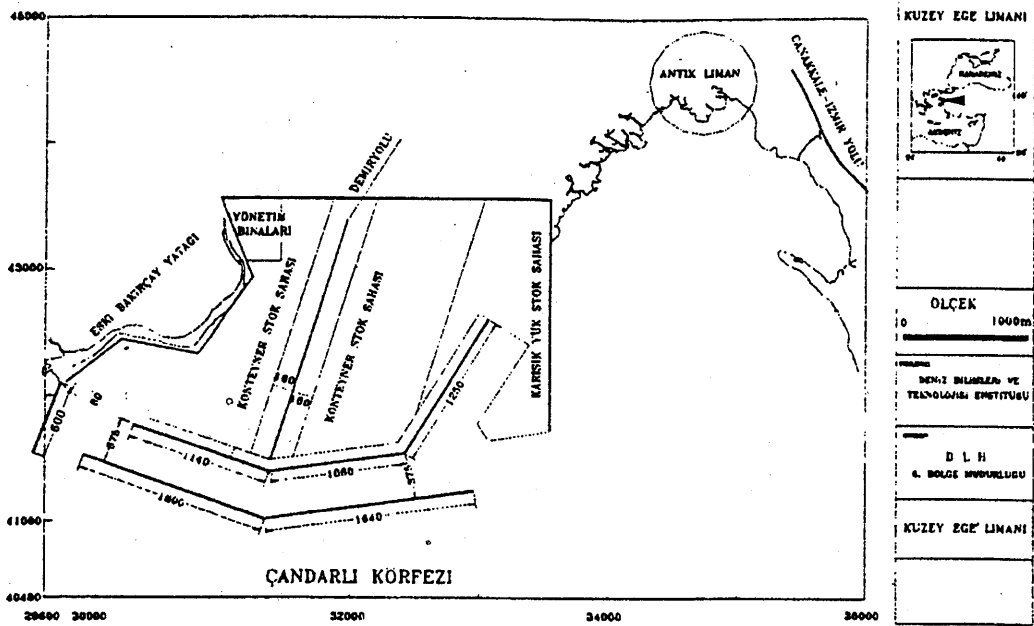
4.3. Projenin Genel Karakteristikleri İle Önerilen Altyapı ve Üstyapılar

DEÜ DBTE'nce gerçekleştirilen "Kuzey Ege Limanı Fizibilite Etüdü"nde makro ve mikro trafik projeksiyonları yapılarak hedef yılı olarak alınan 2030 yılında Kuzey Ege

Limanına beklenen konteyner trafiğinin 2 540 030 TEU olacağı hesaplanmıştır. Bu çalışmada toplam konteyner trafiğine göre, altyapı ve üstyapı tesisleri boyutlandırılmış, gerekli rıhtım ve dalgakıran boyutları ve stok sahaları hesaplanmıştır. Ana gemi olarak günümüzde işletmeye girmiş ve gelecekte yaygınlaşması beklenen 50 000 DWT (2 800 TEU) konteyner gemileri alınarak rıhtım derinliği için 14 m önerilmiştir. 2030 yılı trafiğine göre 3250 m rıhtım uzunluğunun yeterli olduğu düşünülmektedir. Dalda yönüne göre konumlandırılmış iki adet açıkdeniz dalgakıranı inşa edilecektir. Liman planı Şekil 4’de verilmiştir.

Hedef alınan yük trafiğine göre genel ulaşım yolları için gerekli olan alanlar dahil 1 000 000 m²’lik bir terminal alanının oluşturulması gerekmektedir. Liman yardımcı tesisleri olan yönetim binası, yemekhane, sosyal tesisler, itfaiye, pilot binalar, gümrük, acenteler, nakliyeciler, konteyner depoları, bakım atölyeleri, diğer hizmet üniteleri, tır ve terminal hizmetleri için gerekli binaların toplam alanları 1 000 000 m²’dir.

Liman sahasında gerekli dolgu ve tarama işlemleri yapılacak, açıkdeniz dalgakıran inşaatı, beton saha kaplaması, binaların inşaatı, içmesuyu ve kanalizasyon tesisleri, çöp tesisleri, enerji ve haberleşme şebekelerinin tesisi ve karayolu-demiryolu bağlantıları yapılacaktır.



Şekil 4. Kuzey Ege Limanının Yerleşim Planı

4.4. Limanın Ulaşım Durumu ve Kombine Taşımacılık

Liman yeri, karayolu ile; İzmir’e 80 km, İzmir-Bergama yol çatısından 7 km, Dikili’den 20 km, deniz yolu ile İzmir’e 55 mil, İstanbul’a 245 mil uzaklıktadır. En yakın havaalanı ise İzmir Adnan Menderes Havaalanıdır. Liman yerinin liman yapılırken gerekli bağlantı yolları yapıldığı takdirde karayolu ulaşımı açısından bir sorunu yoktur. Etrafındaki Menemen-İzmir, İzmir-Aydın otoyolu (tamamen hizmete açılmıştır), Çanakkale-İzmir otoyol güzergahları tamamlandığı takdirde yeterli bir ulaşım ağı sağlanmış olacaktır. Tabii ki liman bu karayolu güzergahlarıyla çevredeki diğer illere de ana liman olması nedeniyle

hizmet verebilecektir. Karayolu taşımacılığında durum böyle iken kombine taşımacılık için olmazsa olmaz ve limanların vazgeçilmez bir parçası olan demiryolları için durum aynı değildir. Projenin gerçekleşmesi durumunda inşaata paralel olarak mevcut Aliğa-Menemen hattına limanı bağlayacak demiryolu inşaatı gerçekleşmelidir. Aksi takdirde liman ard bölgesiyle demiryolu bağlantısı gerçekleştiremeyecek, trafik canavarlarının azalmasına değil; artmasına katkıda bulunacaktır.

Ayrıca böylesine önemli bir liman gerçekleştiği takdirde sadece kendi ardbölgesinden değil diğer limanlardan da trafik çekebilecektir. Trafik tahminlerinde varsaydığımız bu “saptırılan trafik hacmi”nin gerçekleştirebilmesi için demiryollarında öncelikli hatlar olarak planlanan Bandırma-Bursa-Ayazma-Orhaneli, Polatlı-Afyon, Isparta-Antalya demiryolu hatlarının yapımına ivedilikle başlanmalıdır. Mevcut bağlantılarda demiryolu konteyner taşımacılığı geliştirilerek ve yeni planlanan hatlar da yapıldığı takdirde Kuzey Ege Limanı Tüm Türkiye’ye Ege’de hizmet verebilecek, Dünya deniz ticaretimiz açısından da oldukça karlı bir yatırım olacaktır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Dünya üzerinde çok özellikli bir konuma sahip olan ülkemizde evrensel boyuta sahip, deniz ulaşımı konusu önemi son yıllarda farkedilen ve gelişimi için gayret gösterilen sektörlerden biri olmuştur. Ancak bugüne kadar sağlanan atılımınve sektörün mevcut ivmesinin ülkemiz hedefleri açısından yeterli olduğunu söylemek olanaklı değildir.

Hiç şüphesiz dünya deniz ticaretinden hak ettiğimiz payı alabilmemiz için deniz ulaşımı ve ilgili ulaşım sistemleri alanında, hızlı bir biçimde, hedeflenen atılımları gerçekleştirmek zorunluluğumuz vardır.

Türkiye, konumunun sahip olduğu tüm değerlerin hakkını verebilmek ve bu üstünlükleri rakiplerine kaptırmamak için zaman kaybetmeksizin planlı, akılcı, çağdaş ve çevreye duyarlı politikalarla gerekli önlemleri almak ve yatırımları zamanında hayata geçirmek zorundadır.

5.2. Öneriler

Ulusal bir liman politikası saptanarak yeni liman yatırımlarında öncelikleri belirlemek üzere “Limanlar Master Plan Çalışması” yapılmalı ve noktasal projeler yerine bölgesel hizmet verecek büyük liman kompleksi projelerine yönelinmelidir.

Limanlarımız çağdaş taşımacılık sistemleriyle entegre hale getirilerek kombine taşıma stratejileri oluşturulmalı ve transit taşımacılıktan ülkemizin konumu gereği hakettiği pay alınmalıdır. Limana veya limandan ülke içine yapılan konteyner taşımacılığında demiryollarının % 5’lik payı arttırılarak, karayollarının payı azaltılmalı ve böylece ağır taşıt trafiği yoğunluğundan kaynaklanan trafik kazaları önlenmeli, aynı zamanda aşırı yüklenen yol üstyapılarımız korunmalıdır.

Konteyner terminalleri ile entegre çalışma olanağı verecek yeterli kapasitede konteyner kara terminalleri oluşturulmalıdır.

Limanlarımızın donanım ve ekipmanları kapasite ve karakteristik olarak yeterli düzeye getirilmelidir.

Limanların geri saha bağlantıları, yük akışında darboğaz yaratmayacak şekilde düzenlenmelidir.

Liman mevzuatları çok eskidir. Günün koşullarına uyarlanmalıdır.

Limanların yönetimi reorganize edilmeli ve çok başlılıktan kurtarılmalıdır.

Limancılık ve denizcilik alanında eğitim konusuna gereken önem verilmelidir.

Gümrük mevzuatı basitleştirilmeli, Avrupa Birliği ve uluslar arası konvansiyonlara uyum sağlanmalıdır.

Akdeniz’de Mersin, Ege Denizi’nde İzmir yada Kuzey Ege Limanları konteyner aktarma merkezleri(transshipment) haline getirilmelidir.

Tüm kıyı tesislerinde deniz ve çevre kirliliğini önleyecek gerekli tedbirler alınarak yasal ve idari düzenlemeler yapılmalıdır.

Mevzuat değişikliklerinde, eldeki mevcut kaynaklarla en fazla fayda sağlanacak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

BAYKAN (CİLASIN), (1997), Limanlarda Konteyner Sahalarının Planlanması ve Üstyapılarının Projelendirilmesi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Yapıları Anabilim Dalı Doktora Tezi, s.7-13.

DEÜ DBTE, (1997), Kuzey Ege Limanı Fizibilite Etüdü, 116 s.

EVREN, G., TEKİN, İ., (1997), Türkiye’de Uluslar arası Kombine Taşımacılığın Avrupa İle Bütünleşme Bağlamında Değerlendirilmesi, 2. Ulusal Demiryolu Kongresi Bildiriler Kitabı, s.219-223.

GÜLER, N., KADIOĞLU, M., (1998), Türkiye’nin Uluslar arası Deniz Taşımacılığına Genel Bir Bakış, Türkiye Kıyıları 98, Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, s.368-369.

TEKOĞUL, N., YAŞAR, D., (1998), Türkiye’nin Dünya Deniz Taşımacılığındaki Rekabet Şansını Arttıracak Bir Yatırım Planı: Kuzey Ege Limanı, Türkiye Kıyıları 98, Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları II. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, s.381-390.

9. ULAŞTIRMA ŞURASI, (1998), Denizyolu Ulaştırması Komisyon Raporu, Liman Altyapıları ve Limancılık Faaliyetleri Çalışma Grupları Raporları, s.30-52.

9. ULAŞTIRMA ŞURASI, (1998), Demiryolu Ulaştırması Çalışma Komisyonu Raporu, s.12-15.

UYAR, A., (1997), TCDD Limanlarının Kombine Taşımacılıktaki Yeri ve Önemi, 2. Ulusal Demiryolu Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 233-237.

ABSTRACT

EVALUATION OF ALTERNATE PROPOSALS FOR TIGHTLY LOADED HARBORS IN CONNECTION OF WORLD MARINE TRADE AND COMBINED TRANSPORTATION

Since it is the most economical transportation system, the large portion of international trade is made by marine transportation in Turkey as it is in the world. The harbors - *that consist of marine - land intersection of the transportation chain* - play an active role in the development of national economy. The seven biggest and multi purpose harbors of the country - *which are Samsun, Haydarpaşa, Derince, Bandırma, İzmir, Mersin and İskenderun* - are operated by General Directorate of State Railways - an institution belonging to Ministry of Transport. Additionally, Haydarpaşa Container Land Terminal is also in service since 1985.

Recent practice requests different sequential transports modes during the travel life of loads between the starting and arrival points. It is called “combined transportation” if more then one transportation mode is used to delivery the load. In this case, our harbors should be integrated to other transportation systems having sufficient capacity not to create any weak point throught the whole transportation chain. This is a significant pre-request for our harbors to make benefit.

In this study, new harbors - which are proposed as alternative facilities to increase the recent insufficient capacities of existing harbors – are explained, in general. Then, “North Aegean Harbor” – *which has been located in the region of authors²* - is evaluated from the world marine trade and combined transportation concept points of wiev. Finally, solutions – *considering the special conditions of Turkey* – are proposed to make marine transportation more efficient and beneficial.

² First author is the member of the working team who conducted the feasibility studies for North Aegean Harbour at DEU Institute of Marine Science and Technology.

BİR RIHTIM REHABİLİTASYONU

MISURATA DEMİR ÇELİK FABRİKASI LİMANI RIHTIMI

FEHMİ ÇAKMAK
İnşaat Yüksek Mühendisi

ÖZET

Libya'da Misurata Demir Çelik Fabrikası'na, zenginleştirilmiş demir cevheri pellet'lerini getiren 150 000 DWT'a kadar gemilerin yanaştığı ve malzemeyi boşaltan vincin, "unloader"ın, üzerinde çalıştığı kazıklı rıhtım (Bulk Berth) betonlarında çatlaklar ve plaklar halinde kabarmalar görülmesi üzerine özellikle rıhtım taşıyıcı kirişlerinde bir rehabilitasyon çalışması yapılmıştır.

STFA Firması tarafından 1982 – 1984 yıllarında inşa edilip 1985 yılında hizmete giren rıhtımın betonu, çeşitli vesilelerle onaylandığı üzere yüksek kalitededir, fakat planlandığı halde yapılmayan doğu mendireğinin olmayışı dolayısı ile de yükselen dalgalar rıhtım altındaki 3 – 5 t'luk kayalarla kaplı kıyı koruma şevine çarpıp çevreye püskürerek buradaki betonları devamlı ıslatmaktadır. Akdeniz'in bu bölgede oranı daha da fazla olan aşırı tuzlu suları aşırı sıcak ve nem ile birlikte beton yüzeyinde devamlı etkin olunca, klor iyonları süratle betonarme demirine ulaşarak paslanmayı başlatmış, önce çatlaklar, daha sonra da plaklar halinde kabarmalar ortaya çıkmıştır.

Bu rıhtımın projesinin, Avrupa'lı projeciler tarafından 1970'li yılların sonunda yapıldığı bilinmektedir. Deniz yapıları için 1980'li yıllarda gündeme gelmeye başlayan, günümüzde de uygulanması artık mecburi hale gelen bir takım yeni kriterler bu yapının projelendirilmesi sırasında dikkate alınmamıştır.

Yapımda curufllu çimento kullanılması gerekirken, STFA'nın bütün ısrarına karşın Müşavir sülfata dayanıklı çimento kullandırmıştır.

Misurata Demir Çelik Fabrikası Rıhtımı 1995 – 1996 yıllarında STFA tarafından, çok özel metotlarla rehabilite edilerek, yapı ömrü uzatılmıştır.

MİSURATA DEMİR ÇELİK FABRİKASI LİMANI RIHTIMI

1. GİRİŞ

Misurata, Libya'nın Akdeniz kıyısındaki Liman şehirlerinden birisidir. Tarih boyunca önemli bir yerleşim merkezi olan Misurata'da 1980'li yıllarda büyük bir demir çelik fabrikası kurulmuştur. Demir cevheri, yoğunlaştırılmış granüller (pellet) halinde gemilerle Libya'ya getirilip fabrikada işlenmektedir. Demir cevherini getiren 150 000 DWT'a ulaşan büyüklükteki gemilerin yanaştığı ve pellet halindeki bu cevherin boşaltılmasını sağlayan "unloader" tabir edilen özel vincin üzerinde yürüyeceği bir rıhtımın yapımı da 1982 – 1984 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Misurata Demir Çelik Fabrikası 2 milyon ton/yıl kapasitesini hedefleyen büyük ölçekli bir tesistir. 1978'lerden itibaren inşaat faaliyetlerine başlanmış Limanın yapımı ise STFA İnşaat A.Ş. tarafından 1980 – 1985 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Liman yapımının ana amacı olan Bulk Berth, basenin kuzeyine yerleşmiş ve önünde 150 000 tonluk (DWT) gemilere yeterli manevra alanı ile 19.00 m derinlik sağlanmıştır. Kuzey ve kuzey doğu dalgalarından tamamen korunmuş olan Liman için yapımı henüz gerçekleşmemiş bir doğu mendireği de planlanmıştır. Dolayısı ile, Liman halen doğu dalgalarına karşı tam bir koruma altında değildir. Liman içinde ayrıca bir de küçük deniz vasıtaları limanı vardır.

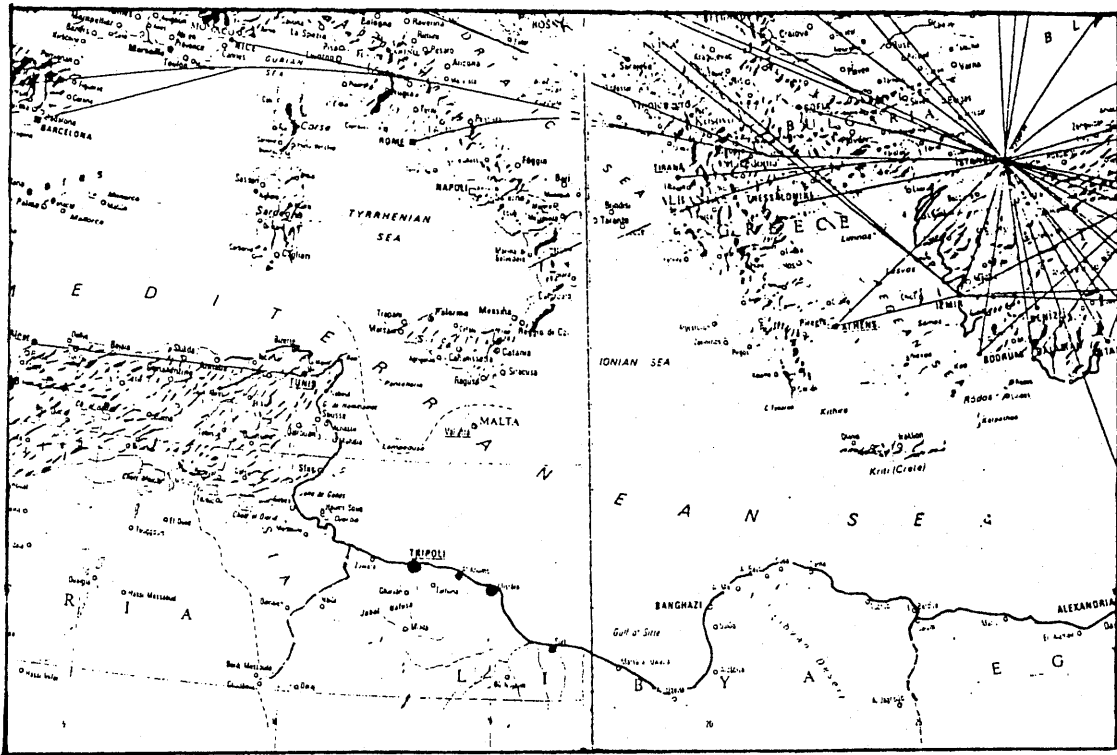
Bulk Berth üzerinde bir cevher boşaltma vinci, Bulk Unloader ve Konveyör sistemi bulunmaktadır. Ayrıca gemi bağlama noktaları yanaşma hızı gösterge tablosu, katodik koruma tesisleri, fuel oil, içme suyu, yangın v.s. sistemleri yerleştirilmiştir.

Bulk Berth'in projesi Frederic R.Harris (Hollanda) Firmasınca yapılmıştır. STFA Mühendislik A.Ş. Firması da tüm detay ve tatbikat projelerini hazırlamıştır.

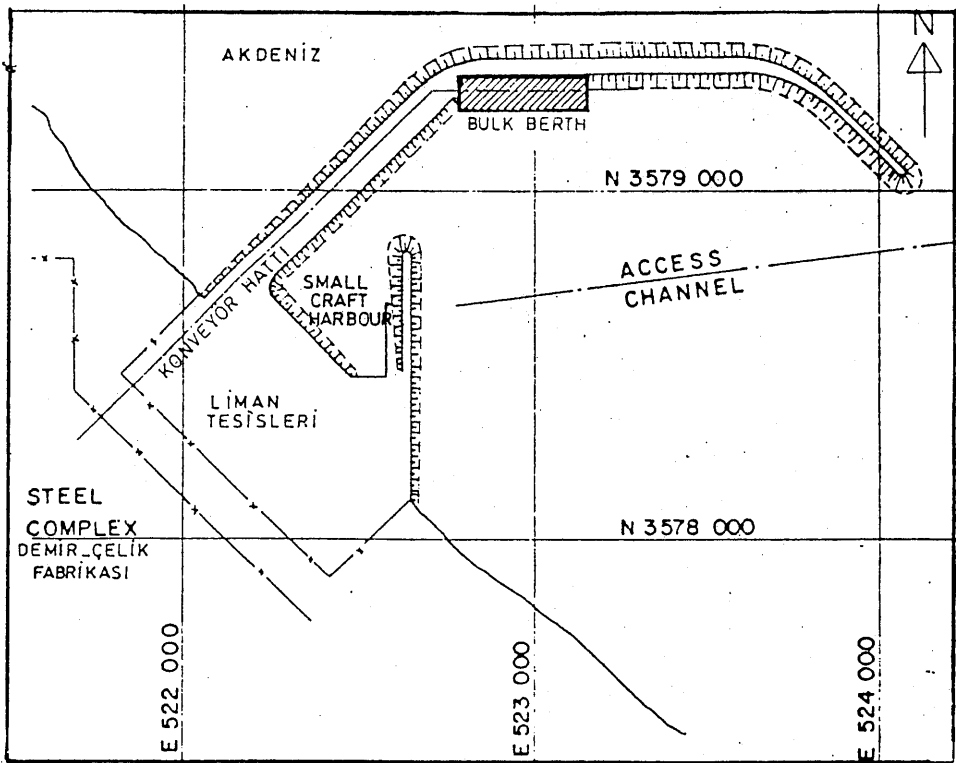
Bulk Berth yapım süresince, 1984'te tamamlandığında ve sonraki yıl İdare'ye teslim edildiğinde, İdare ve özellikle Hollandalı ve İngiliz deniz yapı uzmanları mühendislerden oluşan Müşavir'ce sürekli çok sıkı kontrol altında olmuş, dolayısı ile STFA, İdare ve Müşavir aşırı derecede kalite hassasiyeti göstermişlerdir. İlk cevher gemisi yanaştığında rıhtım canlı testten de geçirilmiş ve taraflar Bulk Berth'in yapım, malzeme ve işlev kalitesini tekrar onaylamışlardır. Her aşamadaki ve çok detaylı dökümantasyon, tüm tarafların onayını haiz bir şekilde STFA arşivlerinde halen de muhafaza edilmektedir.

1994 başlarında Bulk Berth betonlarında bazı çatlaklar ve kabarmalar tesbit edilmiştir. STFA konuyla yakından ilgilenmiş ve İdare ile birlikte sürekli gözlemler yapmıştır. 1994 sonlarında İdare, Libya Milli Müşavirlik Bürosu (NCB) ile Mott MacDonald (MMD) Firmasına ortak bir teknik rapor hazırlattırmıştır. Raporda rıhtım betonlarında artık müdahale edilmesi gereken bir bozulma olduğu belirtilmiştir.

1995 yılında STFA, 10 yıllık garanti süresinin dolmasına rağmen, İdare'ce tüm yerli malzeme, kamp, v.s., gibi ana kalemlerin temini şartıyla, teknoloji ve personel STFA'ca getirilerek bu rehabilitasyonu bila bedel gerçekleştirmiştir.



ŞEKİL 1 LIBYA VE MİSÜRATA



ŞEKİL 2 : BULK BERTH : MİSÜRATA DEMİR ÇELİK FABRİKASI LİMANI VE RIHTIMI

2. RIHTIM ÖZELLİKLERİ

2.1 Genel

Bulk Berth 384 m uzunluğunda ve 36 m enindedir. Ø 48 = 1219 mm çapında 360 adet çelik kazık üzerine inşa edilmiştir. 32 m × 36 m'lik 12 adet modülden oluşmuştur. Her modülde 25 adet enine, 24 adet boyuna prekast kirişler bulunur ve bunlar her kazık üzerine yerinde dökülmüş kazık başlıklarına oturtulmuşlardır. Kirişler kazık başlıkları üzerinde yerinde dökülen bir beton ile birbirlerine bağlanmaktadır. Kirişlerin üzerine prekast beton plaklar yerleştirilip, bunların üzerine dökülen beton ile de rıhtım tabliyesi oluşturulmuştur. Rıhtımın üst kotu Liman tarafından + 3,56 m'dir.

Tasarım Kriterleri

Maximum design vessel	:150 00 DWT
Significant wave	: $H_s = 1.5$ m, $T_z = 13$ sec
Uniformly distributed load	:1 ton/m ²
Concentrated wheel load	:15 t
Unloader weight	:1 200 t (Material being unloaded : 100 t)
Unloading capacity	:2 000 t/hour
Each seaward boggie max load	:440 t simultaneously each back boggie : 1200 t
Each backword boggie max load	:400 t combined with each seaward boggie : 250
Dead load of each conveyer belt	:300 kg/m plus material avorload : 150 kg

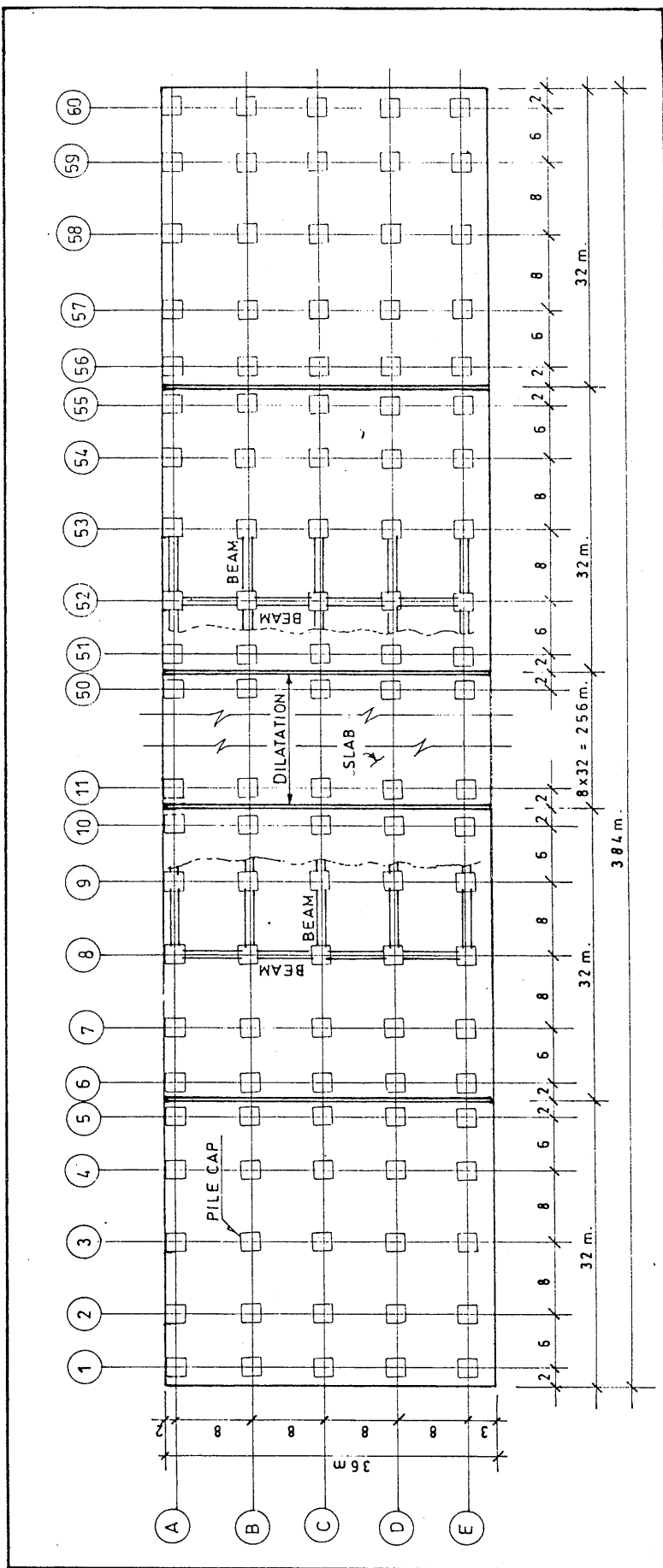
Misurata Demir Çelik Fabrikası Limanı dalgakıranı yapıldıktan sonra Liman tarafına bir dolgu alanı teşkil edilmiştir. Bu alan üzerine cevheri Demir Çelik Fabrikasına taşıyacak bir konveyör hattı, ilgili transfer binaları ve diğer tesisler yerleştirilmiştir. Bu dolgu alanının şevlerini korumak için de bir şev koruma bandı (Slope Protection Bund) yapılmıştır. Bu dalgakıran benzeri yapı Bulk Berth'in altından geçmektedir. Dolayısı ile önce tabii zemine 360 adet kazık çakılmış, sonra da sırası ile 0.1 – 300 kg , 0.2 – 0.5 ton ve 3- 5 ton'luk taşlardan oluşan tabakalar halinde bu şev koruma yapısı oluşturulmuştur. Daha sonra kazık başlıkları yapımı gerçekleştirilmiştir.

2.2 Şartnameler

Bulk Berth Yapım Şartnamesi yazımı 1980 de tamamlanmış, inşaatın başladığı 1982 ve sonraki yıllarda hiçbir değişikliğe uğramamıştır.

Dizayn ve yapım sırasında kullanılan şartnameler aşağıdadır.

Çimento	: ASTM C 150 – 78 a (SRPC – SDÇ)
Agrega	: ASTM C 33
Su (Tanım)	: Yağ, asit, alkali, organik maddeler ve diğer yabancı maddelerden arınmış ve berrak olmaktadır. Kullanım için Mühendis'in onayı gerekmektedir.
Demir	: Grade 60. ASTM A 615 (1680 kg/cm ²), ASTM A497
Katkı Maddeleri	: ACI
Beton	: Sülfata dayanıklı Çimento (SRPC). Katkı (onayla) kullanılabilir. 28 günlük mukavemet: 315 kg/cm ² (31 Mpa)



ŞEKİL 3 : BULK BERTH PLAN

	Minimum çimento miktarı : 350 kg/m ³
	Maximum su – çimento oranı : 0.5
Paspayı	: 16 mm' den ince demirli bölgede 1 ½ inç (37.5 mm) 16 mm' den kalın demirli bölgede 2 inç (51 mm)
Çelik Kazık	: API 5 LX Grade X 52 (2400 kg/cm ²) Korozyon önlemi : Islak bölgede (splash zone) : Epoxy boya
Genelde	: Katodik koruma
Dizayn	: ACI 318, 1977

2.3 Kazıklar

360 adet 1219 mm çapında kazık çok özel vinçler ve özel imalat dizel çekiç kullanarak çakılmıştır. Dalgakıran yapımı devam ederken, önceleri açık denizde yapılan kazık çakımında bu iş için Sayın Feyzi AKKAYA'nın özel olarak dizayn ettiği Hergeleci isimli jack – up platform kullanılmıştır. Jack – up platform'un üzerine çok büyük kapasiteli bir crawler crane yerleştirilmiştir. Kazık çakımının büyük bir bölümünde kullanılan gıdajlarda (pile guides) bu jack – up platform'a mesnetlenmiştir. Kazık et kalınlığı 22.2 mm'dir. Çakılan kazık toplam boyu 12 000 m'dir. En uzun kazık 73 m'dir. Max penetrasyon 42.40 m'dir.

En derin suda -21.00 m'de kazık çakılmıştır. Bulk Berth kazıklarının çakıldığı bölgede tabii zemin seviyesi -11.00 m civarındadır. A, B ve C aksları kazıkları bu seviyeden itibaren çakılmıştır. Rıhtım önü derinliğinin -19.00 m'ye indirilmesi için yapılan tarama neticesi D aksı kazıkları -15.00 m, E aksı kazıkları -20.00 m'de zemine çakılmıştır. -11.00 m'den sonraki zemin yapısı ise, 3 – 5 m kalınlığında kum ve zayıf kumtaşı tabakası, altında ise 2 – 7 m kalınlığında az sementle olmuş kumtaşı / kalker tabakası ile daha alttaki asıl zemin olan zayıf kumtaşı tabakasından oluşmaktadır. Kazıklar genellikle en alttaki zayıf kumtaşına kadar çakılmıştır.

2.4 Kalıp Sistemleri – Beton Yerleştirme

Kazık Başlıkları(Pile Caps) : 2.00 m × 2.00 m × 0.70 m boyutlarında kazık başlıkları yerinde döküldüğünden çok sayıda çelik kalıp imal edilmiştir. Bu kalıplar kazıkların üst kısmına yerleştirilmiş prekast beton bir tabla üzerine monte edilmektedir. Kazık üst bölgesinin bir kısmını da kapsayan bu tabla, splash zone'daki kazık bölümünün boyalı kısmında ilave bir korozyon koruma görevi de yaparken, kazık plug betonları döküm için de bir platform oluşturmaktadır.

Kirişler : Prekast olarak dökülen kirişlerin kalıbı çok sayıda setler halinde çelikten imal edilmiş, hidrolik kalıp açma sistemleri ile donatılmıştır. Buhar kürü de uygulandığı için prekast kirişler mükemmel şartlarda ve şartnamelerin gösterdiğinin çok üzerinde bir kalitede imal edilmiştir.

Kiriş Bağlantıları : Kazık başlıkları üzerine monte edilen kirişlerin uçları yerinde dökülen bir betonla birbirine sabitlenmektedir. Kazık başlıkları gibi 2.00 m×2.00 m ebadındaki bu bağlantı bölgesinin yüksekliği 1.90 m'dir. 4 kirişe bağlanıp sabitlenerek monte edilen özel çelik kalıba beton yerleştirilmesi de deniz üzerinde yapılmıştır.

Prekast Tabliyeler : Birbirine fixlenmiş kirişler üzerine yerleştirilerek hem bağlantı elemanı hem de rıhtım üst beton için taban kalıbı görevi yapan bu boşluklu prekast tablo elemanlar, kirişler gibi özel prekast sahasında dökülmüşlerdir. Çelik kalıpları da çok sayıda imal edilmiştir.

Diğer : Servis kanalları kirişleri, usturmaçı kirişleri, yerinde dökülen A aksı kirişleri, vs. için de pek çok çeşitli çok sayıda çelik ve ahşap kalıp sistemleri imal edilmiştir. Bu elemanlar da dikkatle betonlanarak ortaya çıkmışlardır. Prekast olanların montajı için gereken özel aparatlar imal edilmiş ve hassasiyetle yerleştirilmişlerdir.

2.5 Beton

Beton mix design'ları üç tip için ayrı ayrıdır.

ELEMAN	PREKAST KİRİŞLER	PREKAST KİRİŞLER PREKAST TABLİYELER	KAZIK BAŞLIKLARI YERİNDE DÖKME TABLİYE
Mix No	53	44	43
Sınıfı	315 kg/cm ²	315 kg/cm ²	315 kg/cm ²
Ölçümü	kg/m ³	kg/m ³	Kg/m ³
Çimento (SDÇ)	370	390	370
Su	178	195	178
İnce Kum	128	124	129
Kırılmış Kum	698	678	702
İri Agrega 1	369	358	371
İri Agrega 2	647	627	649
Katkı	Rheobuild 716	Rheobuild 716	Rheobuild 716
Su/Çimento Oranı	0.48	0,50	0,48

28 Günlük mukavemetler kg/cm²

Beton Silindir Mukavemeti	53	44	43
Minimum	328	303	302
Maximum	477	458	427
Ortalama	369	373	377

Katkı maddesi akışkanlaştırıcı olarak kullanılmıştır. Kırılmış kum ve agregası 120 km uzaklıktaki Wadi Caam'daki STFA Taşocağından getirilmiştir. İnce kum çöl kumudur.

2.6 Demir (Betonarme Demiri)

Türkiye'den ve Avrupa'dan getirilen nervürlü betonarme çeliği kullanılmıştır. ASTM A 615 (allowable tensile stress of 1680 kg) standardına uygun Grade 60 çelik, kesme ve bükme makinalarını işlenerek, hiçbir şekilde paslı olmayacak şekilde ve kalıba yerleştirildikten sonra tatlı su ile yıkanarak ideal şartlar sağlanmıştır. Şartnamede gösterilen paspayı mesafeleri hiçbir taviz verilmeden her zaman sağlanmıştır.

2.7 Unloader, Konveyör Ve Ankraj Elemanları

Bulk Berth'in üzerinde bulunan "Unloader" 2. Modülden itibaren 10 Modül üzerine oturmaktadır. B ve E aksları üzerindeki raylar üzerinde masif yürüyüş sistemleri vardır. Kendi ağırlığı 1 200 ton olan unloader boggie'ler vasıtası ile rıhtıma her bir boggie için 440 tona kadar konsantre yük getirmektedir. Unloader cevher gemisinden yükü bir seferde 100 t pellet alabilen özel kepçe ile boşaltmaktadır.

Unloader'ın altında bulunan konveyör sistemi de cevheri Demir Çelik Fabrikasına götürürken rıhtımı boydan boya katetmektedir.

Unloader rayları B ve E akslarında üst tabliye yerinde dökme betonunda bırakılan birer kanal içersindedir. Buraya ankre edilen özel civatalar "expansive mortar" harcı kullanılarak çok büyük mukavemet ile rıhtıma bağlanmaktadır. Bu civatalar vasıtası ile unloader rayları her aksta 320 m'lik tek parça olarak yerleştirilmiştir. Ray özel kaynakları rıhtım üzerinde yapılmıştır. Rayların başında ve sonunda çelik stoper blokları mevcuttur.

Konveyör sistemi rıhtıma her modül üzerine 5 çift çelik ayak sistemi ile basmaktadır. Kazıklar üzerine denk getirilmiş bu ayaklar kazık üst başlık betonlarına ankre edilmişlerdir. Konveyör kabloları için ayrı destek sistemleri de bulunmaktadır.

2.8 Rıhtımdaki Diğer Sistemler

Rıhtım altında servis kirişleri vardır. Çeşitli boru, kablo vs. bu kirişler üzerindedir.

Rıhtım üzerinde gemi bağlama noktaları, "baba"lar (bollards) mevcuttur. 200 ton kapasiteli normal babalara ilaveten 4 adet büyük "storm bollards" mevcuttur.

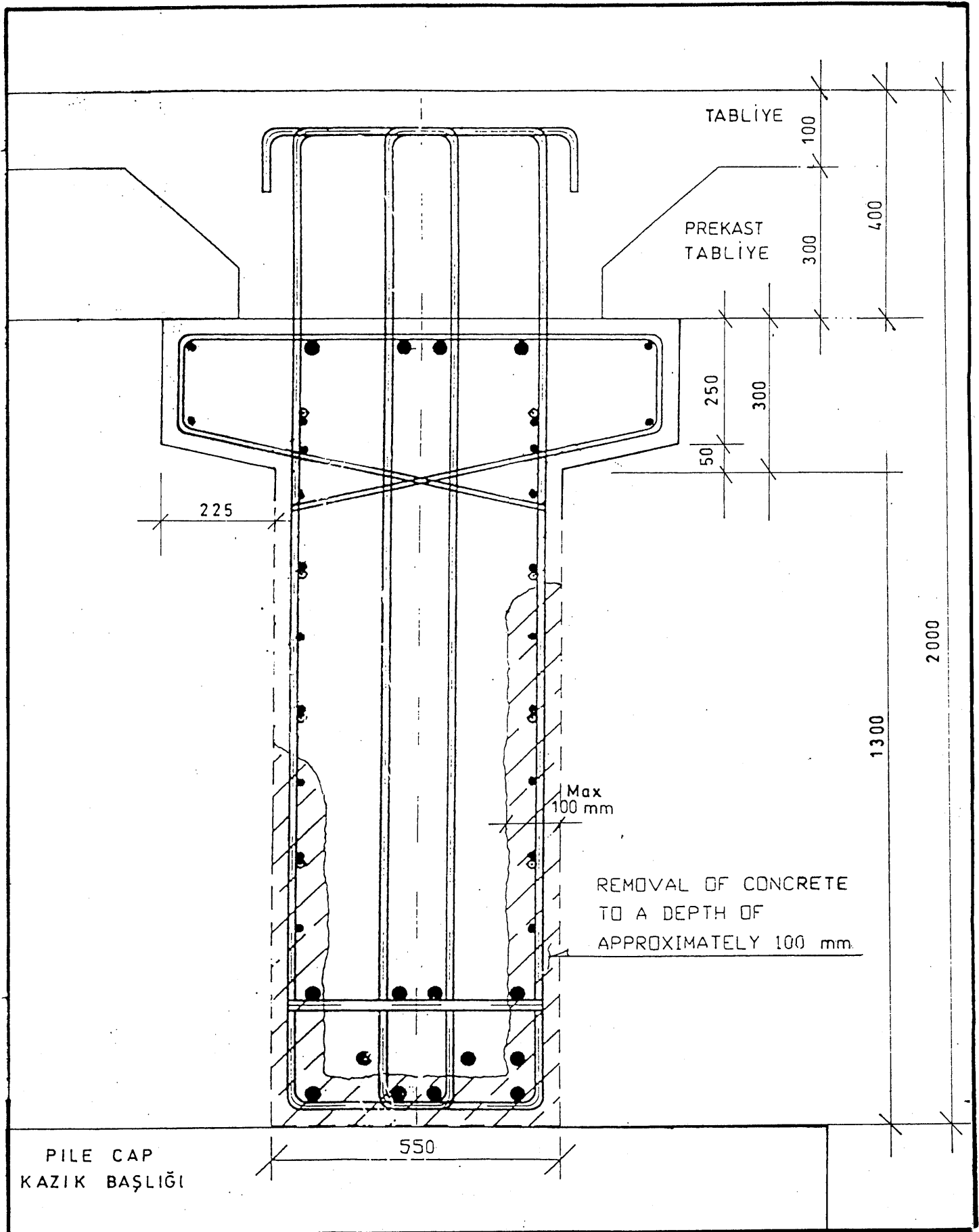
Elektrik, içme suyu, fuel oil, vs. sistemleri ile kazıkları korozyondan koruyan katodik koruma sistemi de rıhtıma monte edilmiştir. Yanaşma hızı sensörü ve gösterge paneli de rıhtım üzerindedir.

Her modülde ikişer tane olmak üzere $E = 160$ tm. "berthing energy"ye dayanacak, 3 parça halinde getirilip monte edilen, yüzeyi epoxy levhalarda kaplı, özel imal edilmiş, usturmaçalar (fenders) da Bulk Berth'in kendine has özelliklerinden biridir.

3. BETONUN BOZULMASI

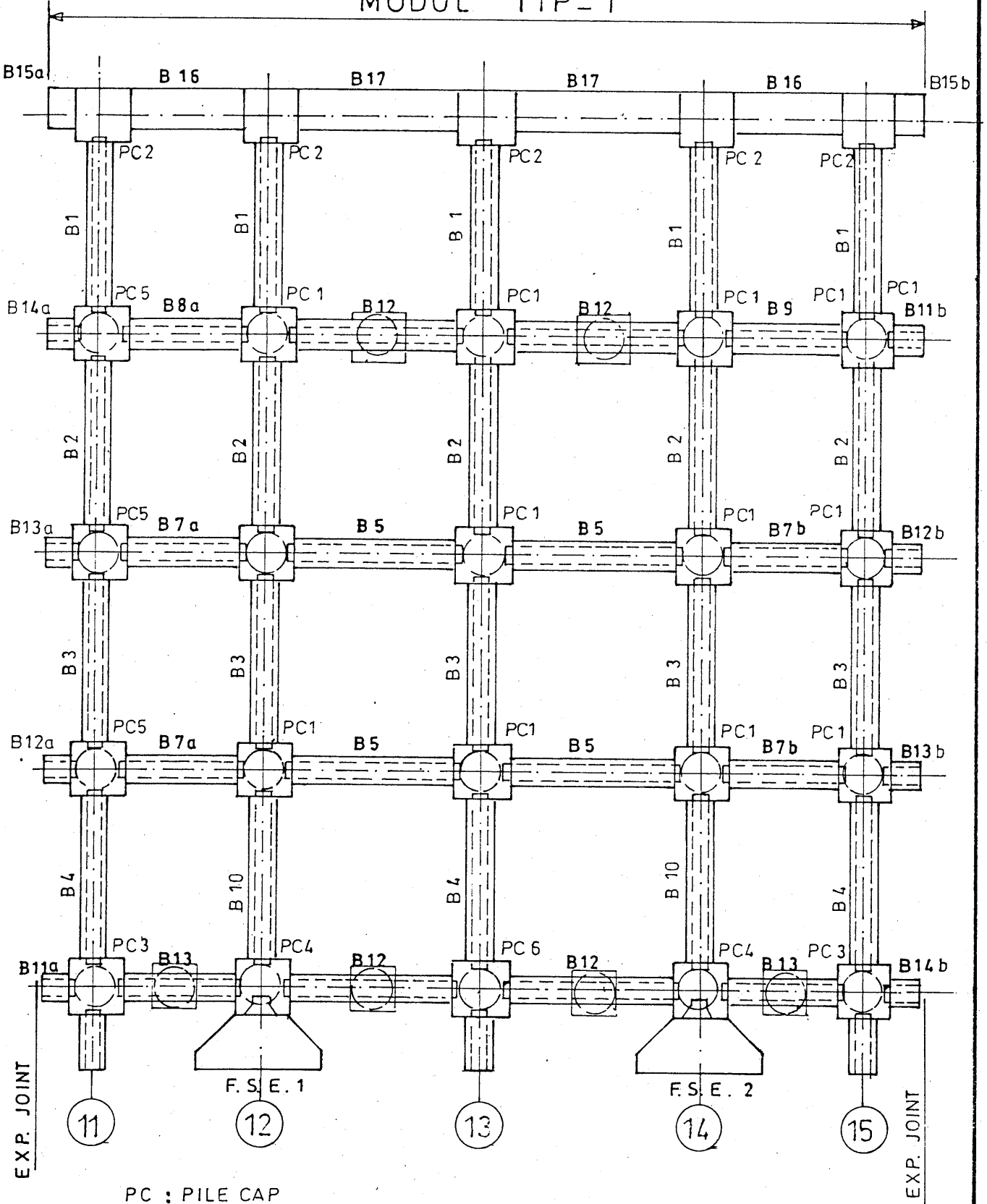
3.1 Gözlemler

1994 te NCB ve MMD grubu, 1995 başında da STFA uzmanları grubu Bulk Berth'de çeşitli gözlemler yapmışlardır. Kazık başları kirişler, tabliye altları ve üst tabliye betonlarında bozulma (deterioration) görülmüştür, Rıhtımın altında renk değiştirmeler, çatlaklar, kabuk halinde kabarmalar ve nihayet bölgesel olarak betonarme demiri açığa çıkacak şekilde betonun kabuklar halinde dökülmesi evrelerinde, her modülde değişik şiddette bozulmalar tesbit edilmiştir. Ortaya çıkan demirlerde şiddetli paslanma ve kabuklar halinde dökülme görülmüştür. Kirişlerde ve prekast tabliye elemanların alt yüzlerinde şiddetli görülen bozulma, kazık başlıklarında sadece çeşitli çatlaklar halindedir,



ŞEKİL 5 : TİPİK KİRİŞ KESİTİ VE BOZULMA BÖLGELERİ

MODÜL TİP-1



ŞEKİL 6 : TİPİK PREKAST KİRİŞ & KAZIK YERLEŞİMİ (MODÜL TİP-1)

dökülme yoktur. Rıhtım üst yüzeyi ise, daha ziyade kullanım sırasında üzerine dökülen pelletleri temizleyen makinaların kepçeleri ile hasar görmüş durumdadır.

Su altında yapılan araştırmalarda kazıkların iyi durumda olduğu tesbit edilmiştir.

Beton elemanlardan çeşitli metotlarla, çeşitli maksatlarla numuneler alınmıştır. Bunlarla “compression”, “petrographic analysis”, “chlorid ingress”, “permeability” gibi testler uygulanmıştır. Beton yüzeyinde ise “carbonation” testleri yapılmıştır.

Bütün bu gözlem, araştırma ve testler Bulk Berth elemanlarındaki beton bozulmasının son bir yılda süratlendiğini ve artık müdahale edilmesi gereğini ortaya koymuştur.

3.2 Bozulma Tipleri

1. (SS) Tuz lekeli yüzeyler, kabarma ya da tıklayınca boşluk sesi yok. Prekast tabliye alt yüzlerinde gözlemlendi.
2. (SG) Betonarme demiri izi yüzeyde takip ediliyor. Hasır şeklinde. Kabarma yok. Prekast tabliye alt yüzlerinde rastlanıyor.
3. (C) Çatlak. Kazık başlıklarında ve dikey olarak görülüyor.
4. (S %50) Beton yüzeyi kabarmış veya tıklayınca boşluk sesi veriyor. Eleman yüzeyinin %50'sinden az bir bölge.
5. (S) Yüzey kabarmış veya boşluk sesi veriyor. Eleman yüzeyinin %50'sinde daha büyük bir alanı kaplıyor.

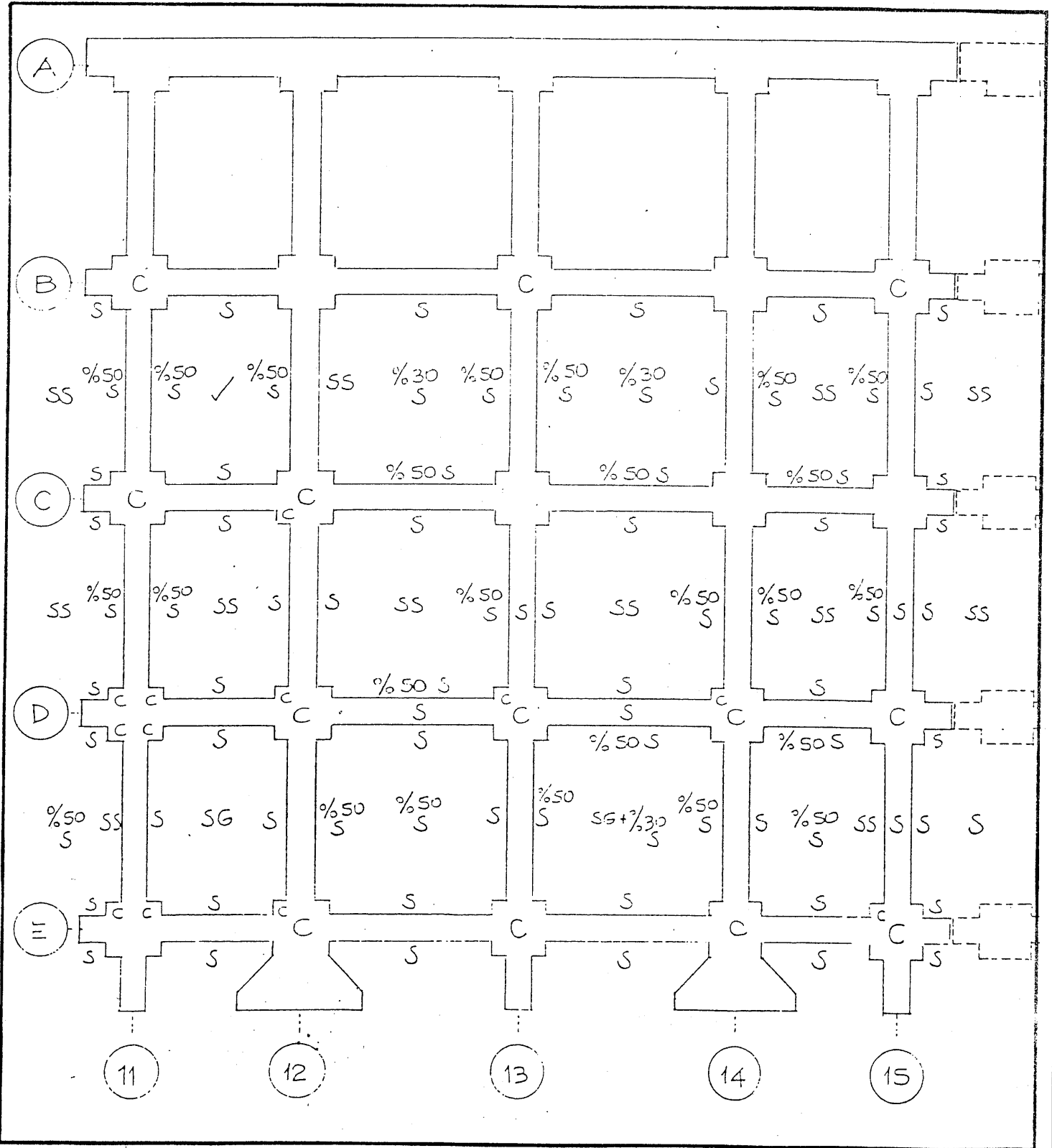
3.3 Kayıtlar

28 Ocak 1995 günü STFA mensubu bir grup uzman mühendis Libya'ya gitti. Tripoli'de STFA Merkez Ofisinde projeler ve raporlar üzerinde detaylı incelemeler yapıldıktan sonra 30 Ocak – 3 Şubat 1995 arasında Misurata'da Bulk Berth'de bozulmuş yüzeylerin tesbiti, gruplandırılması ve tabule edilmesi çalışmaları tamamlandı. Şekil 7'de görüldüğü gibi, tüm rıhtımda elemanların her yüzeyi detaylı incelenerek bozulmalar dökümante edildi. Bozulma tesbitleri gözle incelemeler, çekiçe tıklanarak kabarma tesbiti, kabarmış yüzeyler sökülerek çıkan betonun incelenmesi şeklinde çok dikkatle ve hassasiyetle yapılmıştır. Her kayıt en az iki uzmanın ortak görüşü üzerine kesinleşmiştir. Bozulma sınıfı tesbitinde ise konservatif davranılarak görünenden daha negatif bir kayıt yapılmıştır, bu da rehabilitasyon sırasında kabuklar döküldüğünde, ortaya çıkabilecek muhtemel daha olumsuz durumlara önceden yaklaşabilmek içindir.

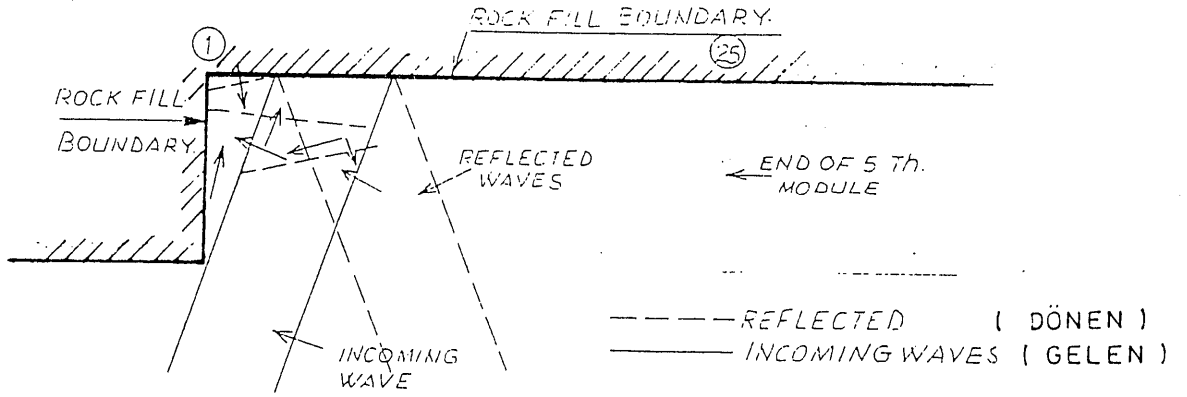
3.4 Yüzeyleri Bozulan Elemanlar

3.4.1 Kazık Başlıkları

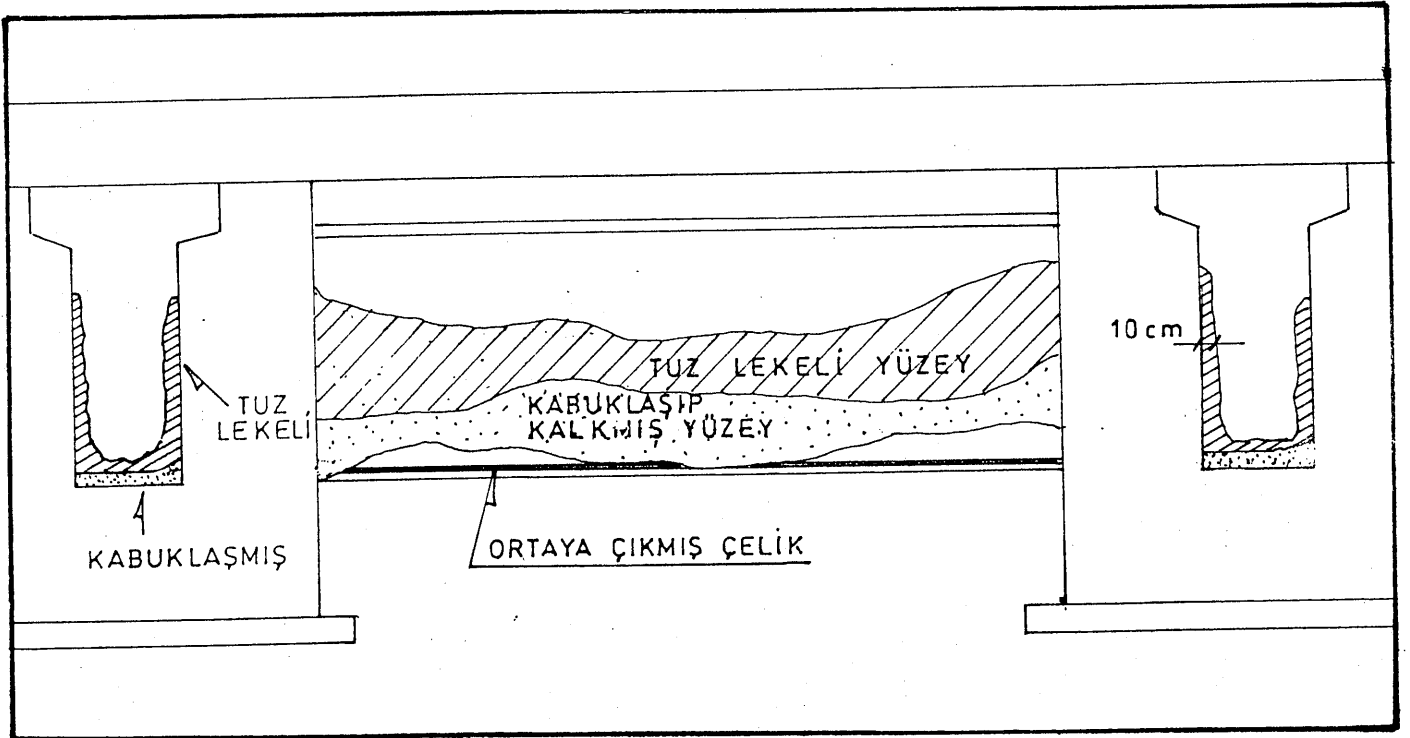
Genelde bozulma görülmemektedir. Modül 1 ile Modül 5 arasındaki başlıklarda düşey kılcal çatlaklar vardır. Bu bölgede şev koruma taş dolgusunun, Modül 1'in batısına da dönerek gelen dalgaların kırılıp bir açıyla geri dönmesine sebep olması şekil 8'de görüleceği gibi, daha fazla ıslanma – kuruma etkisi yaratmıştır.



ŞEKİL 7 : BİR MODÜLDE BETON BOZULMA TESPİTİ (MODÜL 3)



ŞEKİL 8 : MODÜL 1-5'te GELEN ve DÖNEN DALGALARIN ETKİLERİ



ŞEKİL 9 : BOZULMUŞ KİRİŞ YÜZEYLERİ

3.4.2 Prekast Kirişler

En fazla beton yüzeyi bozukluğu kirişlerde ortaya çıkmıştır. Deniz üzerinde + 1.50 m ile + 2.80 m arasında ve ıslak bölgede (splash zone) bulunan kirişler gelen ve dönen dalgaların etkisi altında devamlı ıslanmakta, ıslanma – kuruma etkisinden hiç kurtulamamaktadır. Şekil 5'te kirişlerdeki bozulma tipik olarak gösterilmiştir.

3.4.3 Tabliyeler

Tabliye alt yüzeyinde, prekast tabliye elemanlarında görülen bozulmalar da Modül 1 ile Modül 6 arasında yoğunlaşmıştır. Kazık başlıklarında olduğu gibi bu bölgede dönen dalgalar bu yüzeyleri ıslatmaktadır. Tabliye altındaki bozulmalar tamamen kimyasal etki ile oluşmuştur, yapısal bir etki yoktur. Rıhtım üst yüzeyinde ise, tesbit edilen bozulma sadece buradaki makinalar kepçe ile sıyırma hareketi etkisi ile oluşmuştur.

3.4.4 Diğer Elemanlar

Katodik koruma sistemi çalıştırılmamaktadır, bunun etkisi bilinmemektedir. Kenar kirişlerde de bozulmalar vardır.

3.5 Bozulma Sebepleri

Bulk Berth beton yüzeylerinde bozulmanın (deterioration) ana sebebi klor iyonlarının betona penetrasyonu, demire ulaşarak paslanmaya sebep olmasıdır. Beton yüzeyinde kabarmaların ortaya çıkması da kaçınılmazdır.

Şartnamede ve projelerde öngörülen paspayının düşük oluşu ve sülfata dayanıklı çimento (SDÇ) kullanılması klor girişini kolaylaştırmıştır. Bulk Berth inşaatının son yıllarında, sıcak ve nemli iklimlerde mevcut şartnamelerle yapım sorgulanmaya başlanmıştır. Kuzey ülkelerde başarı ile kullanılan şartname ve yöntem yönetmelikleri sıcak ve nemli güney ülkelerde yetersiz kalmaktadır.

Araştırmacılar özellikle Orta Doğu ülkelerinde betonarme yapıların kısa bir zaman aralığında bozulduğunu tesbit edip, tablo ve grafiklerle göstermişlerdir. Bir tabloda Fookes et. al., “betonarme deniz yapılarının şiddetli çatlaklar ve kabuklar halinde dökülmeleri” safhasının 9 yıla konsantre olduğunu göstermiştir.

Mott Mac Donald – NCB raporunda kaydedilen, Bulk Berth çevresi deniz suyu klor konsantrasyonu, Orta Doğu ülkelerinde kaydedilen klor değerlerinden yüksektir. Bulk Berth'te görülen demir paslanması ve betonun kabuk halinde kalkması, kayıtlara göre, Orta Doğu ülkelerindeki deniz yapılarında normal karşılanan bir oluşumdur.

Sıcak ve nemli ortamlardaki deniz yapıları betonları ile ilgili çok miktarda araştırma yapılmaktadır. Normal Portland Çimentosu kullanımı tavsiye edilmekte, Sülfata Dayanıklı Çimento (SDÇ) kullanımı tavsiye edilmemektedir. Yüksek ısı, % 85'i geçen nem oranı ile beraber demirdeki paslanmayı hızlandırmaktadır. “Splash zone”da paslanmanın, bol oksijen etkisi ile, suya batırılmış bir betonla kıyaslanmayacak kadar süratli olduğu gösterilmiştir. Sülfata Dayanıklı Çimento (SDÇ) kullanımının sadece blok betonlarda tercih edilmesi ve yüksek fırın curufu katkılı çimento kullanılması gereği birçok

araştırma ile gösterilmiştir. Paspayının 100 mm'ye çıkarılması da (CÇ) “splash zone” ve şiddetle suya açık bölgeler için tavsiye edilmektedir. Bazı araştırmalar da kabuklar halinde yüzeyi kalkmış kirişlerde yapılan testlerde kiriş yük taşıma kapasitelerinin tamamen kaybolmadığını göstermiştir.

Bulk Berth dizayn edildiği yıllardaki şartnamelere göre inşa edilmiştir. Fakat görülmüştür ki yıllar içerisinde ortaya çıkan bozulmalar, bulunduğu çevre iklim koşullarına göre normaldir. Zaten şartnameler de zamanla değiştirilmiştir.

4. REHABİLİTASYON

4.1 Genel

Misurata Demir Çelik Fabrikası ile STFA, Bulk Berth'de bir rehabilitasyon çalışması yapılmasına karar vermişlerdir. Tüm yerli malzeme ve accommodation İdarece temin edilecek, dizayn ve tatbikat STFA'ca yapılacaktır. MMD – NCB grubu Müşavir olarak tayin edilmiştir.

4.2 Rehabilitasyon Metodu

Kiriş yüzeylerinde	% 85
Tabliye alt yüzeylerinde	% 40
Kazık başlıkları yüzeyleri	% 30 ve
Tabliye üst yüzeyi	% 30 'u rehabilite edilmiştir.

“Deteriorated” beton, tuz lekeli, kabuklaşmış veya çatlak bölgelerde, 10 cm. derinliğine kadar kırılarak yüzeyden uzaklaştırılmıştır.

Bu bölgelerde demir tamamen ortaya çıkarılmış ve iyi durumda olmayan demir yerine yenisi yerleştirilmiştir. Betonarme demiri kum raspası ile temizlenerek koruyucu madde ile boyanmıştır. Kalıp monte edildikten sonra beton özel olarak modifiye edilen beton pompası ile basılarak yerleştirilmiştir.

4.2.1 Bozuk Betonun Uzaklaştırılması

Tuz lekeli, rengi değişmiş yüzeyler, çekiçle vurunca boşluk sesi veren bölgeler, kabuklaşarak kalkmış bölgeler, eksik ve nihayet en fazla 10 cm derinliğine kadar kırılıp çıkarılarak altta sağlıklı betonda temiz bir yüzey elde edilmiştir. Deneyler göstermiştir ki bu derinlikte klor iyonu konsantrasyonu izin verilen limitlerin altında olmaktadır.

4.2.2 Ortaya Çıkan Yüzey

Bozulmuş beton uzaklaştırıldıktan sonra ortaya çıkan yüzey düzeltilerek bölgesel olarak düz bir satıh elde edilmektedir. Burada klor oranı % 0.3 - % 0.5 arasındadır. Bu satıh ayrıca kum raspası ile de temizlenerek gevşek mikro malzemelerden de arındırılmaktadır.

4.2.3 Betonarme Demiri

Ortaya çıkan mevcut demirlerde fazla hasar varsa yenisi ile değiştirilmektedir. Bu ilave, ya eski demire bindirilerek ya da kaynak yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlerin tatbiki mümkün olmadığı hallerde yeni demir betona delik delinerek özel harç ile ankre edilmektedir. Daha sonra tüm demirler kum raspaşı ile temizlenip ve üzerlerine DCI ile hazırlanan çimento şerbeti sürülerek kurumaları sağlanmıştır.

4.2.4. Yeni Betonun Özellikleri Yerleştirilmesi Ve Yeni Yüzey

“Deteriorated” betonun yerine özel kalıpların içerisine basınçla gönderilerek çok büyük yüzeyler boyunca üniform yayılan, 10 cm.’yi geçmeyen kalınlıkta bir çeşit “structural” kılıf betonunun başarılı olabilmesi çok özel dizayn edilmiş bir beton gereklidir. Bu “micro” betondur. Mix dizaynı aşağıda gösterilmiştir.

Çöl kumu	0-2	: % 35	: 580 kg/m ³	Jufra Bölgesi
Kırılmış kum	0-5	: % 15	: 260 kg/m ³	Jufra Bölgesi
İri agrega	5-10	: % 50	: 880 kg/m ³	Jufra Bölgesi
Çimento			: 450 kg/m ³ NPC	
Serbest su			: 172 lt/m ³	
Daracem 190 HC			: %0.8 - %0.3 (Çimento ağ)	
			: 12 lt/m (Akışkanlaştırıcı)	
Darex AEA			: %0.05-%0.2 (Çimento ağ)	
			: 0.9 lt/m ³ (Hava sürükleyici)	
DCI			: 10 lt/m ³ - 30 lt/m ³	
			: 17.5 lt/m ³ (Korozyon inhibitörü)	
Su çimento oranı (W/C ratio)			: 0.38	

Beton, Rehabilitasyon Şantiyesi için özel olarak kurulan beton santralinde üretilmiştir. Sabit beton pompası vasıtası ile beton, kalıplara gönderilmiştir. (50 m³/saat-Arbau) Deniz üzerinde platformlar ve iskeleler kullanılarak monte edilen kalıplara, bırakılan özel giriş boruları vasıtası ile basınç ile yerleştirilen beton, havalı satıh vibratörleri ile sıkıştırılmıştır. Akışkanlaştırıcı hava sürükleyici katkıların da avantajları ile beton mükemmel bir şekilde yerleşmekte, istenilenden daha üstün bir şekilde eski betonla birleşmekte, boşluksuz, gözeneksiz bir yerleşim ve pürüzsüz bir yüzey elde edilmektedir.

Hasar görmemiş eski betonun yüzeyleri ile yeni betonun yüzeylerine herhangi bir kimyasal tatbik edilmemiştir.

4.2.5. Kalıp, İskele Ve Platform Sistemleri

Bulk Berth Rehabilitasyonunun en önemli aşaması olan betonu doğru yerleştirme safhasının en kritik bölümü kalıpların mükemmeliyetidir. Şantiye bünyesindeki uzman kalıp dizayncıların titiz çalışmaları ile ortaya çıkan çelik kalıplar, basit, hafif, süratli ve temiz yüzey verecek şekilde imal edilmişlerdir. Kalıpların birbirine ve mesnetlere bağlanma sistemleri, kalıp yüzeylerindeki enjeksiyon delikleri ve satıh vibratörleri detayları, kalıp mesnetleme sistemleri, tüm sistemi ve personeli taşıyan ve denizden 40-50 cm. yükseklikteki yürür taşıyıcı platform tamamen Şantiyede projelendirilmiş ve imal

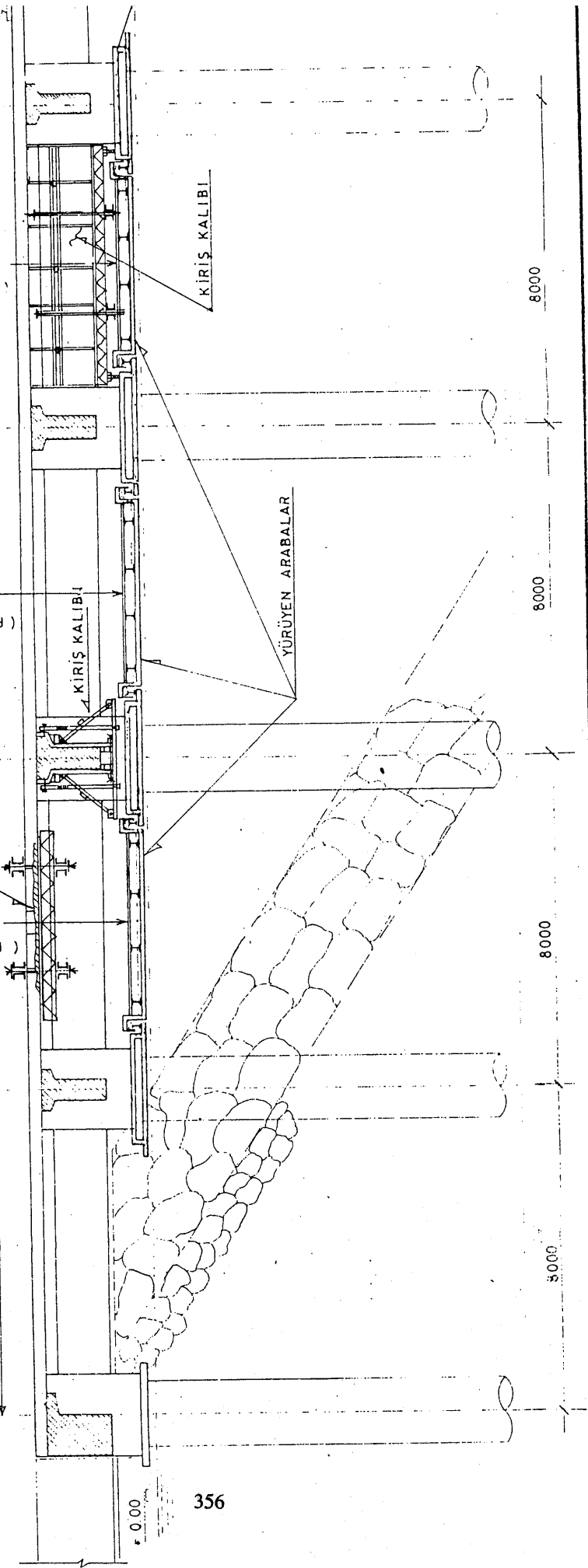
FORMS WILL BE SUPPORTED FROM THE
GROUND

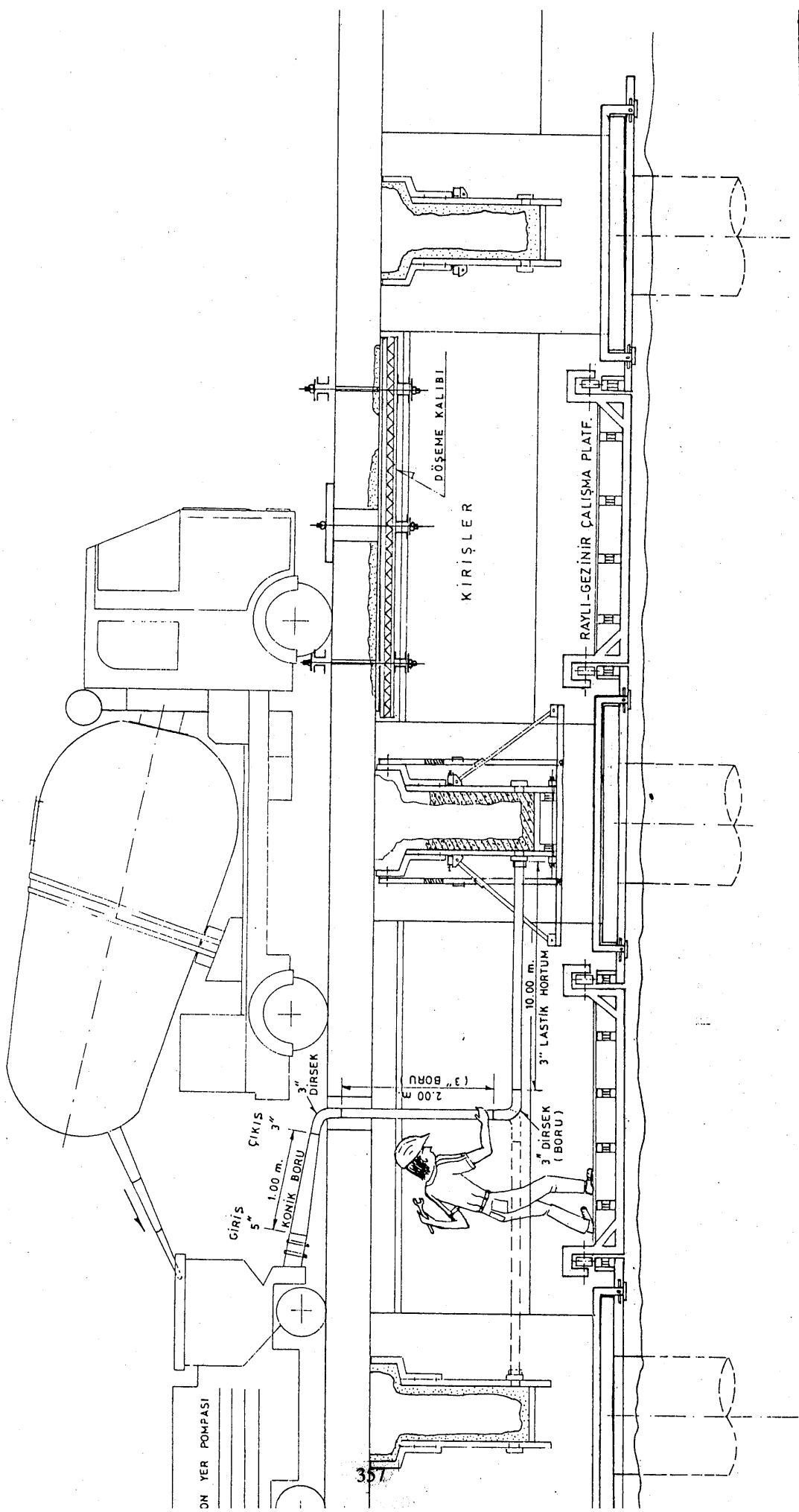
A - B AKSI İÇİN,
YERİNDE KALIPLAMA
YAPILACAKTIR.

(FOR AXIS (B-C) CARS (6 NOS.)
B-C AKSI İÇİN,
6 ADET ARABA
TABLİYE
KALIBI

(FOR AXIS (C-D) CARS (6 NOS.)
C-D AKSI İÇİN,
6 ADET ARABA
KIRIŞ KALIBI

(FOR AXIS (D-E) CARS (6 NOS.)
D-E AKSI İÇİN,
6 ADET ARABA
KIRIŞ KALIBI





ŞEKİL 11: PLATFORMLAR, KALİPLER VE BETONLAMA



STFA INSAAT A.S.

PROJE : MIT

DONEM : NİSAN ' 1996

MEVCUT MAKİNA VE TECHİZAT LİSTESİ

TANIMI	AD.
ARBAU BATCHING PLANT (50 m ³ /h)	1
CİMENTO SİLOSU	1
HİDROFOR	1
BETON POMPASI	1
HIAB 12 TN.	1
AUTOCAR	1
KAYNAK MAKİNASI	8
ATLAS COPCO XA 125	1
BOSH, KIRICI, DELİCİ TABANCA	17
KOMPRESOR TABANCASI	2
SU TANKI (60 Ton)	1
BİNEK, SAHİN	1
BİNEK, RENAULT	2
MUTFAK VE YEMEKHANE	1
PROFİL KESME MAKİNASI	1
KUMLAMA MAKİNASI	1
DEMİR KESME MAKİNASI	1
DEMİR BUKME MAKİNASI	1
ASFALT KESME MAKİNASI	1
SHOTCRETE TAKIMI	1
MOBİL AYDINLATMA	1
PLANYA	1
SERİT TESTERE (AGAC) 400 mm	1
DAİRE TESTERE (AGAC) 400 mm	1
PORTAL VİNC 8 TON	1
TASLAMA TAŞI	1
BETONİYER	1
BETON KOVASI	2
SUTUNLU MATKAP	1

edilmiştir. Taşıyıcı platformun dalgalı havalarda askıya alınarak rıhtım altında yükseltilmesi de orjinal bir uygulamadır.

9 takım kiriş kalıbı, 18 adet mobil platform, yeterli miktarda tabliye taban kalıbı ve iskelesi, yeterli miktarda başlık betonu kalıbı kullanılmıştır. 10 adet havalı satıh vibratörü mevcuttur. Makina ve teçhizat listesi 23. sayfada verilmiştir.

Prensip olarak platform sistemi, pile cap'lere kuşaklama yapılarak elde edilen mesnetler üzerindedir. Bu kuşaklamalar ray sistemini taşımaktadır. Beton kırma, demir, kum raspaşı işlemleri bu platform üzerinde gerçekleştirilmiştir. 18 adet platform bu faaliyetlerin aynı anda ve birbirini engellemeden gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Havalandırma için tabliyede delikler açılmış, kırmada ortaya çıkan toz, kum raspaşı tozu, kaynak gazları ve boya kimyasal buharları, özel bir borulama sistemi ve aspiratörler vasıtası ile rıhtım üzerine alınarak havalandırma sağlanmıştır.

4.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

1. **FOSROC – LOKSET P40** : Demir filizlerini betona ankre etmek için önceden delinen deliklere tatbik edilen non-shrink yüksek mukavemetli harç.
2. **GRACE DCI** : Temizlenmiş demirlere sürülen koruyucu boya. Korozyon inhibitörü ile yapılan çimento şerbeti.
3. **GRACE 190 HC** : Beton akışkanlaştırıcı.
4. **GRACE DCI** : Betona katılan korozyon inhibitörü.
5. **GRACE DAREX AEA** : Betona katılan hava sürükleyici.
6. **FOSROC NİTOBOND SBR** : Tamir harcı katkısı. Polimer esaslı, küçük tamirler için.

4.4. Şartnameler

Bulk Berth Rehabilitasyonunda yeni şartnameler kullanılmıştır.

- ACI 318 M – 89 : 50 mm. paspayı (19 mm.den büyük demirlerde)
NAV FAC 1988 : 76.7 mm. paspayı (tuzlu suda kalıcı demir için)
EAU 1980 : Min. paspayı 40 mm. (W/C ratio = 0.5)
EAU 1985 : Min. paspayı 50 mm.
ACI 1984 : Min. paspayı 75 mm.
ACI 1999 : Min. paspayı 75 mm.
AASHTO : Min. paspayı 100 mm. (W/C ratio = 0.4)
130 mm. (W/C ratio = 0.45)
BS 882 1983 : Kum, agrega, + BS 1197 (1976)
BS 3148, 5328 : Su ve mixteki toplam sülfat
BS 12 : Normal Portland Çimentosu
BS 4449 : Demir

4.5 İş Programı

Mayıs 1995 te başlayan Rehabilitasyon işleri Ağustos 1996 da tamamlanmıştır İlk üç ayda metod seçimi, dizayn, malzeme seçimi / temini ve mobilizasyon aktiviteleri gerçekleştirilmiştir. Ağustos 1995 te başlayan Şantiye faaliyetleri bir yıl sürmüştür.

4.6 Personel

Rehabilitasyon işinde, 3 mühendis başta olmak üzere 3 formen ile birlikte toplam ortalama 80 kişi çalışmıştır. Bunların 35'i düz işçi, 35'i de kalifiye elemandır. Geriye kalan yaklaşık 10 kişi de indirekt personeldir. Düz işçiler ve ustaların bir kısmını Mısır'lı işçiler oluşturmuştur.

5. REHABİLİTASYON MALİYETİ

Çimento, agrega, demir – çelik, su, elektrik, telefon, yatacak yer, servis, petrol, yağ, vs. gibi malzemeyi İdare temin etmiştir. STFA'nın toplam gideri 1,5 – 2 Milyon USD civarında olmuştur.

6. SONUÇ

Libya Misurata Demir Çelik Fabrikası Rıhtımı başarı ile rehabilite edilmiştir. Bu çalışma Türk Kıyı Mühendisliğinin uluslararası başarılarından biridir. Bildirinin yazarı, hem rıhtımın yapımında çalışmış, hem de rehabilitasyonunun her safhasında; keşif, tesbit, araştırma, metot seçimi, malzeme seçimi, İdare/Müşavir ilişkileri, şantiye kuruluşu, şantiye personeli seçimi, kalıp-platform, vs. dizayn, imalat, kullanımı ve nihayet imalatın yapılması safhalarında işin başında ve proje müdürü olarak görev yapmıştır.

Sezai TÜRKEŞ Feyzi AKKAYA Firması Libya'daki saygınlığına paralel olarak bu rehabilitasyonun tatbikatı için herhangi bir bedel almamıştır. Amaç rıhtım ömrünün en az 10 yıl uzatılmasıdır. Aradan geçen 5 yıl da herhangi bir olumsuzluk tesbit edilmemiştir.

STFA'nın Bulk Berth'te beton bozulmaları ile ilgili herhangi bir yükümlülüğü söz konusu değildir. Bu bildiri de açıklanan sebeplerle bozulmanın kaçınılmaz olduğu İşveren ve Müşavirce de kabul edilmiştir. Ayrıca, rehabilitasyona başlamadan önce 10 yıllık garanti süresi de dolmuştur. Libya'da Bingazi ve Brega'daki petrol kompleksleri rıhtımları için, daha yeni tesisler olmalarına rağmen, beton bozulmaları dolayısı ile yıkım ve yeniden yapım yoluna girilmiştir.

Misurata Bulk Berth rehabilitasyonu başarılı olmuştur ve İdare memnuniyetini belirterek STFA'ya sonraki yıllarda Limanla ilgili yeni işler vermiştir.

Bulk Berth rehabilitasyonu Sayın Prof. Ali Rıza GÜNBAK önderliğinde gerçekleşmiştir. Kendisinin konuya hakimiyeti ve uluslararası alanda bilimsel ağırlığı İşveren, Müşavir ve diğer ilgililer nezdinde STFA'nın itibarını daha da yükseltmiştir. Sayın Dr. İlkin BALTA ve Sayın Osman MÜYESSER'nin katkıları çok önemlidir. Sayın Prof. Engin ÇİTİPİTİOĞLU konunun bilimsel tarafını mükemmelen tamamlamıştır ve İdare/Müşavir ile görüşmelerde en önemli yeri doldurmuştur. Kendisini rahmetle anıyoruz.

Bir Kıyı Mühendisi olarak ilk yapımında da çalıştığım bir kıyı yapısının rehabilitasyonunu da her yönüyle yaparak yeni bir tecrübe kazanmak bir ayrıcalıktır. Burada bu önemli mesleki deneyimi sizin gibi güzide bir topluluğa aktarmak benim için ayrıca bir zevk ve onur kaynağı oldu.

Saygılarımla.

REHABILITATION OF A BERTH

BULK BERTH OF MISURATA STEEL COMPLEX PORT

H. FEHMI ÇAKMAK
Civil Engineer MSc.

ABSTRACT

Cracks and spillings on the concrete surfaces of the Bulk Berth of Steel Complex Port in Misurata-LIBYA, where iron ore is unloaded from max 150,000 DWT ships by a "crane-unloader", have been observed. Accordingly, a rehabilitation program has been taken into process on the load carrying beams of this berth.

The concrete quality of this berth, which has been constructed by STFA Construction Co. between 1982 – 1984 and commenced service in 1985, has been classified as "high quality" numerous times. However, the inexistence of the east breakwater and the splash due to slope protection bund under the berth, which is covered by 3-5 t rocks, caused continuous wetting and drying cycles on the concrete surfaces. Since the salt concentration is extremely high in this area of Mediterranean Sea, chlorine ions reached to the steel in the concrete due to continuous wetting of the concrete thus causing cracks and spillings on the surface of the concrete structure.

It is known that this berth has been designed by European Designers in the late 70's. Some new criteria brought up after the 80's, which are "requirement" today, have not been taken into account at the design of this project.

The Consultant has insisted for the use of sulfate resistant cement, where blast furnace slag-cement is proposed by STFA.

The Bulk Berth of Misurata Steel Complex Port has been rehabilitated by STFA Construction Co. by using special techniques and the service life has been improved.

RIHTIM VE İSKELELERDE GEREKLİ USTURMAÇA SİSTEMLERİ

M.Metin SONUVAR
CESAŞ A.Ş - Çankaya 06550 ANKARA
Tel : 00.90. 312 441 84 80
Fax: 00.90. 312 440 27 37
e-mail : cesas @ cesas.com.tr

ÖZET

Usturmaça genel anlamda bir limancılık terimi olup rıhtım , iskele ve benzeri gemi yaslanma yerlerinde teknelerin yaslanma basıncını söndürülendirerek yanaşma yerine aktaran bir yapı sistemidir.

Usturmaçanın gelişiminde başlıca üç evre olduğu söylenebilir.Bu evreler; ilkel malzemeler kullanarak usturmaça yapılan dönemler, kauçuk esaslı veya benzeri malzemelerden yapılan usturmaçalar ve en son modern usturmaça sistemleri olarak sıralanabilir. Günümüzde, artık önemi yaygın olarak anlaşıldığından usturmaça basit bir rıhtım ya da iskele aksesuarı olmaktan çıkmış ve yapının bir parçası olduğu kabul edilmiştir.

Bu bağlamda , usturmaça bir sistem olarak ele alınmakta ve titiz bir tasarım , imalat ve test aşamasından sonra yanaşma yerlerine monte edilmektedir. Sonuç olarak, milyonlarca dolar değerinde tekneler ve yanaşma yerleri korunacak ve ulusal varlıklarımız zarar görmeyecektir.

GİRİŞ

Konumuz usturmaça kıyı mühendislerimiz tarafından artık çok iyi bilinmekte ise de bilmeyenler olabilir varsayımıyla kısaca tanımlamakta yarar görmekteyim.

Usturmaça genel anlamda bir limancılık terimi olup rıhtım , İskele ve benzeri gemi yaslanma yerlerinde teknelerin yaslanma basıncını sönümlendirerek yanaşma yerine aktaran bir yapı sistemidir.

Kıyı yapılarında izlediğimiz gelişmelere paralel olarak usturmaça konusunda da değişik tasarımlar söz konusu olmuş ve usturmaça dünyada, sadece yanaşma yerlerine konulan esnek bir malzeme olmak yerine bir sistem , bir tasarım konusu olarak ele alınmaktadır.

Usturmaçanın gelişiminde başlıca üç evre olduğu söylenebilir. Bu evreler; ilkel malzemeler(halat, ağaç kütükleri , şekillendirilmiş ahşap ,eski kamyon ,otomobil veya uçak lastikleri gibi) kullanarak usturmaça yapılan dönemler, kauçuk esaslı veya benzeri malzemelerden yapılan usturmaçalar ve günümüzde modern usturmaça sistemleri olarak sıralanabilir. Günümüzde, artık önemi yaygın olarak anlaşıldığından usturmaça basit bir rıhtım ya da iskele aksesuarı olmaktan çıkmış ve yapının bir parçası , önemli bir üst yapı elemanı olduğu kabul edilmiştir.

Bu nedenle , usturmaça bir sistem olarak ele alınmakta ve titiz bir tasarım , imalat ve test aşamasından sonra yanaşma yerlerine monte edilmektedir. Son günlerde bu sistemin bilincinde olan ilgili kurum ve kuruluşların yatırım maliyetlerini belirlerken usturmaaya özel bir alaka gösterdiklerini izlemekteyim.

USTURMAÇA TASARIMI, İMALI VE MONTAJI

Usturmaça Tasarımı

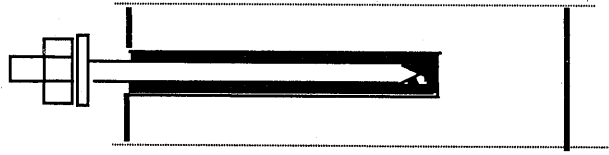
Usturmaçanın tasarım, imalat ve montaj işlem şeması aşağıdaki şemada gösterilmiştir. Bu şemada da görüleceği gibi usturmaça, önproje aşamasında gemi boyutları, gemi yanaşma hızı ve diğer parametrelere göre tasarlanmakta , iskele hesapları, buradan hesaplanacak efektif yanaşma enerjisine ve bu enejiyi sönümlendirirken yaratacağı reaksiyon kuvvetinin seçimine göre yapılmaktadır. Tasarımcı, yüksek reaksiyon veren ancak maliyeti düşük bir usturmaça seçmek ile düşük reaksiyon veren maliyeti yüksek bir tip usturmaça seçmek arasında etüt yapmalıdır. İşte bu nedenle usturmaça, özenli bir tasarım gerektiren diğer değişle bir sistem olarak araştırılması gereken bir yapı elemanı gibidir.

Usturmaça İmalatı

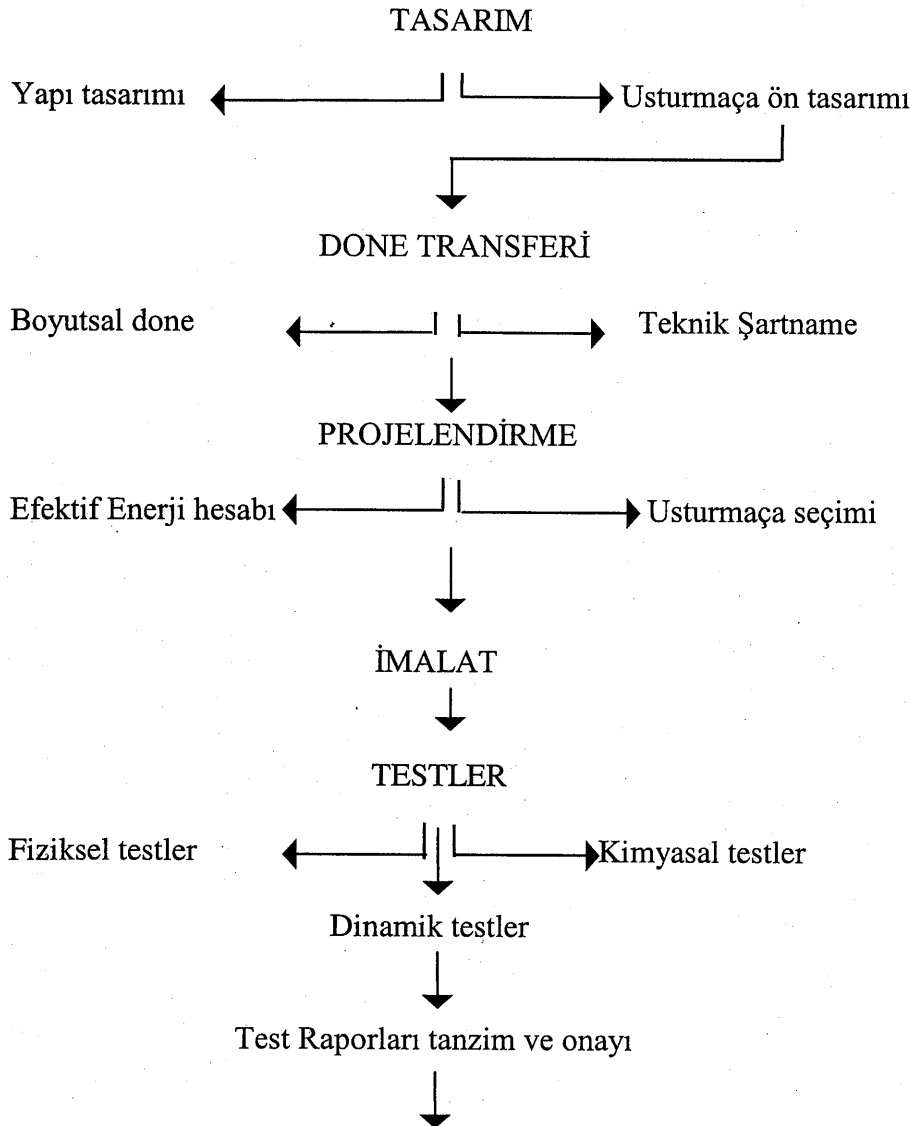
Modern usturmaanın hammaddesi doğal kauçuk olup bu madde yeryüzünün tropik bölgelerinde yetişir (Malezya v.d.). Doğal kauçuk büyük preslerden geçirildikten sonra öngörülen kimyasal maddelerle ısı altında işleme tabi tutulur. Daha sonra alacağı geometrik şekle uygun kalıplara konularak preslenir. Kalıba konulurken içine gerekiyor ise elik levhalar yerleştirilir. Usturmaaların ön kısmına üzeri “UHMW-PE” , yüksek moleküler ağırlıklı polietilen panel kaplı elik panel monte edilerek rıhtımlara takılmaya hazır hale getirilmektedir.

Usturmaaların yerine montajı

Montaj işlemi genelde iki şekilde yapılır. Eğer usturmaça tip ve boyutları rıhtım tasarımı aşamasında belirlenmiş ve değişmeyecek ise usturmaça kirişlerinde gerekli bulonlar önceden konulur ve usturmaçalar kolaylıkla yerlerine takılır. Ancak, ihaleli işlerde bu mümkün olamamaktadır. Bu durumda usturmaça kirişlerinde delikler açarak sonradan bulonlar betona ankre edilirler. Bkz. şekil



Tasarım -Montaj akış şeması



USTURMAÇA SEÇİMİ

Günümüzde bilimsel ortamda usturmaça imal eden firmalar , sadece talep edilen usturmaçaları imal edip satmak yerine alıcı tarafından verilen donelere göre en uygun usturmaça sistemini araştırıp tasarlıyarak alıcıya önermektedirler.

Bu bağlamda alıcının da üreticinin önerdiği sistem alternatiflerini değerlendirebilmesi gerekir. Usturmaça sisteminin belirlenmesinde aşağıda yazılı soruların cevapları bilinmeli ve üreticiye aktarılmalıdır. Aksi halde uygun olan usturmaçanın seçimi mümkün olamaz.

- 1- Yanaşma yerinin rüzgar ve dalga şartlarına göre konumu (korunmuş ya da korunmamış su ortamında) ,
- 2- Yanaşma yerinin su derinliği ,boyutları (iskele uzunluğu ve iskele üst kotu)
- 3- Yanaşma yeri yapı sistemi (kazıklı iskele , dolu gövde rıhtım duvarı v.b.)
- 4- Yanaşma yerinin işletme sistemi (yük rıhtımı , yolcu rıhtımı , Ro-Ro kapak atma yeri , askeri gemi v.b.) ,
- 5- Bağlama yapması olası en büyük tekne eni , boyu ,su kesimi ve karinasının geometrisi,
- 6- İskele statik hesaplarına esas alınan Reaksiyon kuvveti ve Efektif Yanaşma Enerjisi,
- 7- Usturmaça montajı yapılacak usturmaça kirişlerinin enkesit ve donatı detayı,
- 8 - Yanaşma yerinin bulunduğu ortamın iklim koşulları,
- 9- Yanaşma yerinin liman içi konumu,
- 10- İstenen fiziksel ve kimyasal özellikler.

Usturmaça üretici firmaları, yukarıda belirtilen konulardaki bilgileri değerlendirerek alıcının gereksinim duyduğu en uygun usturmaçayı önermelidir. Bu bilgiler Üreticiye verilecek Kauçuk Usturmaça Teknik Şartnamesinde yer almalıdır.

Üreticiye verilecek bu bilgilerin sistem dizaynında neden gerekli olduğunu anlatabilmek için kapsamlı olarak açıklamak yararlı olacaktır.

1- Yanaşma yerinin rüzgar ve dalga şartlarına göre konumu ;

Yanaşma yerleri genelde üç değişik konumda inşa edilirler. Bu konumlar ,dalgakıran ile korunmuş bir su alanı (liman veya balıkçı barınağı v.b.) , doğal korunaklı su alanı (Körfez, koy ,nehir kıyısı v.b.) veya açık deniz olarak tanımlanabilir. Rüzgar ve dalga boyutları gemi

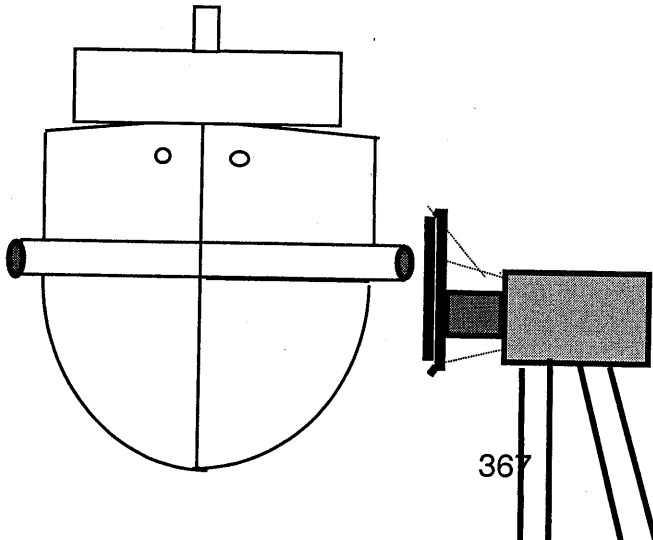
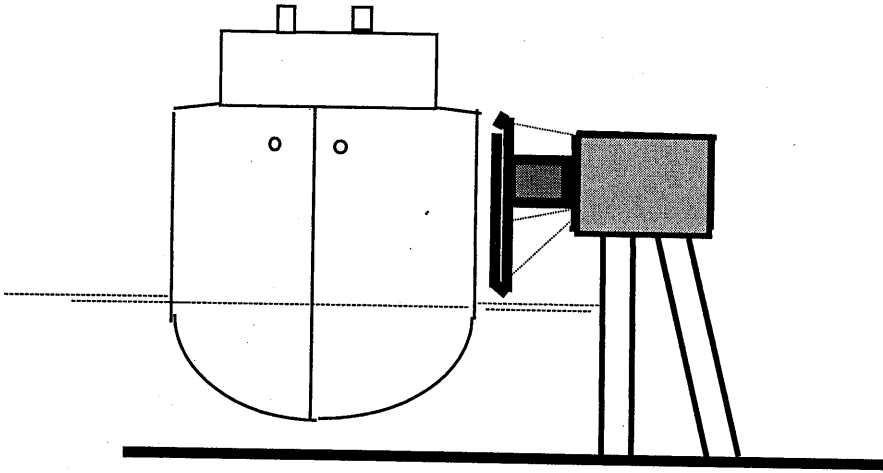
yanaşma hızını etkileyen ve yanaşma enerjisinin hesabında rüzgar hızı formüle karesi ile orantılı olarak girdiği için çok önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu veri genellikle şartnamelerde yer almamaktadır. Açık deniz şartlarında belirli bir rüzgar ve dalga boyutu aşılmış durumda gemiler yanaşma yapmayarak açıkta bekletirler. Ancak belirli bir boyut altında veya acil durumlarda gemi rıhtım yada iskelelere yanaştırılır. Belirli boyut konusunda yetki ve sorumluluk geminin kaptanına aittir. Gemi kaptanı yanaşacağı rıhtımdaki usturmaça ve bağlama koşullarına göre karar verecektir.

2- Yanaşma yerinin su derinliği ve boyutları ;

Yanaşma yerinin su derinliği ve buna bağlı olarakta bağlama yapabilecek max. gemi , su kesimi bilinmelidir. Günümüzde kullanılan max. gemi boyutları (akaryakıt taşıyan dev tankerler hariç) için rıhtım önünde max. 20 m. su derinliği esas alınabilir. Dev tankerler ise 30 m . ye kadar su derinliğine ihtiyaç duymaktadırlar.

Ekonomik faktörler dikkate alınarak bazen yanaşma yerleri ,yanaşacak gemi boyutlarına uygun olmayan düşük veya yüksek kotlarda inşa edilebilirler. Böyle durumlarda usturmaçalar, aşağıda şematik olarak gösterildiği gibi “kauçuk + düşük sürtünmeli ,yüksek moleküler yapılı panel “şeklinde tasarlanarak güvenli bağlama imkanı sağlanır.



3- Yanaşma yeri yapı sistemi ;

Bilindiği gibi yanaşma yerleri yapısal olarak altı kapalı ve diğer bir tanım ile dolu gövdeli veya altı açık kazıklı iskele şeklinde inşa edilirler. Bu farklı durum usturma tipi ve boyutlarının tayininde bir parametre olan gemi ile birlikte hareket eden su kütlelerinin (W2) etkisini azaltır. Altı kapalı yanaşma yerlerinde bu azalma oranı için araştırmacılar deneysel bazı katsayılar tespit ederek önermişlerdir. (Kaynak -2)

Cc -Konfigürasyon faktörü

Altı açık rıhtımlarda : 1.0

Altı yarı açık rıhtımlarda : 0.9

Altı kapalı rıhtımlarda : 0.8

4- Yanaşma yerinin işletme sistemi ;

Yanaşma yerlerinde işletme sistemi ile usturma dizaynı arasında ilişki vardır. Bu nedenle firmalar rıhtım kullanım amacını bilmek isterler ve önerilerinde bu faktörü dikkate alırlar. Kullanım amacı çok özel durumlar hariç aşağıda belirtilenler olabilir.

Genel yük rıhtımı , Parça eşya rıhtımı,Dökme yük rıhtımı, Ağır parça yük rıhtımı,Konteyner rıhtımı, Cevher rıhtımı, Akaryakıt veya Likitgaz rıhtımı, Kömür rıhtımı,Ro-Ro kapak atma rıhtımı, Feribot iskelesi , Balıkçı rıhtımı, Yat iskelesi, Yolcu iskelesi, Fabrika iskelesi (Çimento, Gübre , Demir çelik v.b.) , Tren feri iskelesi, Duba iskelesi, Tersane iskeleleri,Askeri amaçlı iskeleler, Yaslanma dolfenleri v.d..

Bu işletme türleri usturmaçaların ,şekillerini ,boyutlarını ,aralıklarını, sertlik derecelerini belirlemekte rol oynar. Örnek vermek gerekirse, feribot işletmesi söz konusu olan bir rıhtım yada iskelede teknenin yaslandığı alana başka, kapak attığı alana başka bir tip ve aralıkta usturma seçilmelidir.

İşletme amacına uygun olmayan usturmaçalar kazalara ve hasarlara neden olabildiği gibi öngörülen ekonomik ömürleri de kısılabilir.

5- Bağlama yapması olası en büyük tekne eni , boyu ,su kesimi ve karinasının geometrisi ;

Usturmaçaların dizayn kriterlerinin başında bağlama yapacak tekne boyutsal özellikleri gelir. İskelelerde veya rıhtımlarda yanaşacak max. tekne boyutu ile min. tekne boyutu bilinmelidir. Rıhtım önü su derinliği dizayn öncesi verilen max. tekne su kesiminin gerektirdiğinden daha derin olabilir.Bu durumda gerçekte öngörülenden daha büyük bir tekne elverişli su derinliği var diyerek yanaşabilir , liman işletmesi bu hususa çok dikkat etmelidir. Usturma aralığı seçilirken yanaşacak min. tekne boyutu da dikkate alınmalıdır. Teknelerin geometrisi , usturma şeklinin belirlenmesinde bir başka önemli faktördür. Özellikle karina üzerinde çıkıntısı olan (Bkz. yukarıdaki şema) tekneler için uygun usturma seçilmesi gerekir.Şehir hatları vapurlarında bu problemle sıkça karşılaşilmektedir.

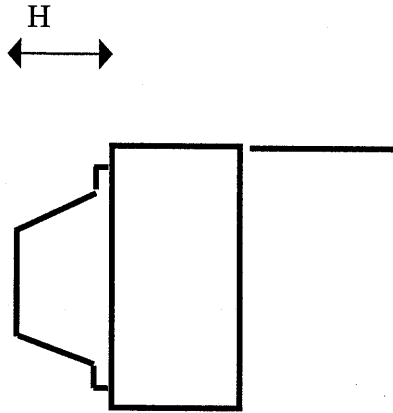
6- İskele statik hesaplarına esas alınan Reaksiyon kuvveti ve Efektif Enerji

İskele hesaplarında en etkin yatay yük gemi yaslanma kuvvetidir. Bilindiği gibi dinamik kuvvetlerin oluşturduğu kinetik enerji , etki ettikleri yüzeylerin deplasman kabiliyetleri oranında sönümlenmektedir. Deplasman sınır değeri ise yüzeyin tam rijit olma durumudur. Bu durum mekanikte katı cisimlerin çarpışması prensiplerine göre irdelenir.

Usturmaçanın fonksiyonu ise çarpışan cisimlerde elastik deformasyonu sağlayarak reaksiyon kuvvetlerinin azalmasını ve hesabın kolaylaşmasını sağlamaktır. Sistem irdelemesinde , min. reaksiyon kuvveti ile yüksek performans sağlayan usturmaça üretimi ön plana çıkmış ve firmalar kaçuğun karışımı , işlenmesi , vulkanizasyonu ile ilgili bilimsel araştırmalar yapmak suretiyle bu pazarda üstünlük sağlamaya çalışmaktadırlar.

Usturmaça kalitesinde performans değeri aşağıda kısaca ifade edilmiştir.

Efektif yanaşma enejisi ($E_{eff.}$) hesaplanıp firma kataloklarından usturmaça seçilirken Yanaşama Enerjisi , Reaksiyon kuvveti ve usturmaça kalınlığı ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

$$\frac{E (tm)}{R(t) \times H (m)}$$


Günümüzde usturmaça firmaları, yüksek performanslı usturmaçaların dizaynı konusunda bir yarış içerisinde. Sayısal değer olarak yüksek performans için yukarıda verilen bağıntının en az 0.35 ile 0.40 arasında bir değeri sağlaması istenebilir. Genelde bilinen kauçuk usturmaçalar için bu değer 0.20 ile 0.45 arasında değişmektedir.

Usturmaça performans eğrisi reaksiyon kuvveti ve defleksiyon ilişkisi ile belirlenebilir.

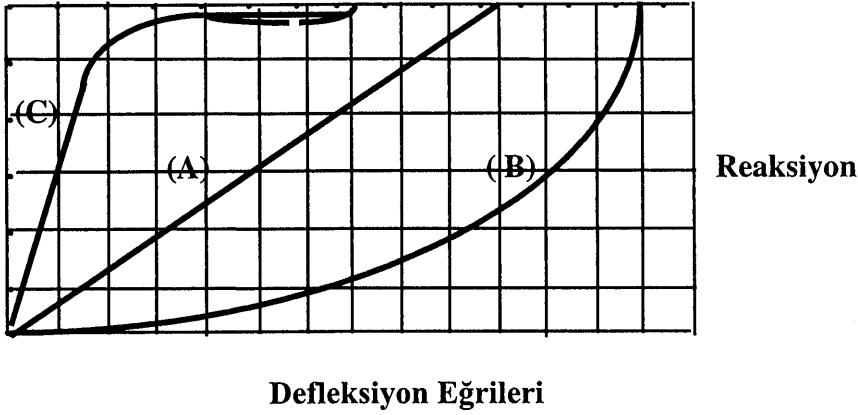
Değişik tip usturmaçaların karakterini gösteren R/D eğrileri aşağıda verilmiştir

(A) eğrisi; Esnek usturmaça kazığı, çelik yay ,boşluklu silindirik usturmaça ,

(B) eğrisi ; Boşluklu silindirik usturmaça , dikedörgen kesitli usturmaça, D tipi usturmaça , pünomatik usturmaça,

(C) eğrisi ; Bükülen tip usturmaçalar (Genel olarak Kemer (*arch*) veya Hücre (*Cell*) tipi usturmaçalar) .

Grafik



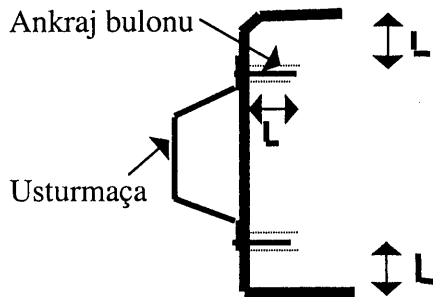
7- Usturmaça montajı yapılacak usturmaça kirişlerinin enkesit ve donatı detayı,

Prensip olarak usturmaçalar ,ya önceden (usturmaça kirişleri imal edilirken imalat sırasında) konulan ankraj bulonları ile, ya da sonradan(iskele üst yapı inşaatı bittikten sonra) delik açılarak konulan bulonlarla iskelelere monte edilirler.

Eğer ikinci montaj şekli seçilmiş ise usturmaça firmasının usturmaça kirişinin enkesitini mutlaka bilmelidir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus ankraj bulonlarının konumudur.

Ankraj bulonlarında temel kural, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi ankraj noktasının üzerinde bulon uzunluğu kadar beton kalınlık bırakılmasıdır.Bkz. Şekil

Bunun mümkün olmadığı durumlarda ankraj bölgesinde beton ,ilave demirle donatılmalıdır.



8 - Yanaşma yerinin bulunduğu yerin iklim koşulları

Yanaşma yerlerinin iklim koşulları Usturmaça seçiminde önemli bir kriterdir . Genelde kauçuğun - 20⁰ C ile +70⁰ C ısı değerlerinde özelliklerini koruması istenir. Bu değerlerin aşılması söz konusu olduğunda özel imalat gerekecektir.

9- Yanaşma yerinin liman içi konumu ;

Yanaşma yerleri liman , tabi koylar , kapalı körfezler gibi korunaklı yerlerde inşa edildikleri gibi açık deniz kıyısında da inşa edilebilirler. Bu farklı durum usturmaça hesabında ve seçiminde çok önemli rol oynar. Bunun temel nedeni ,enerji değerinin, hesapta yer alan gemi yanaşma hızının karesi ile orantılı olarak değişmesidir. Açık denizde yanaşma yapan tekneler yüksek hızla usturmaçalara çarpacaktır.Rüzgar hızı ve iskelenin liman içinde konumu itibarıyla yanaşma şartlarının müsait ve rahat olup olmadığı da araştırılmalıdır.

10- İstenen fiziksel ve kimyasal özellikler ;

Usturmaçalarda istenecek genel özellikler

Sanayi yağlarına , deniz suyuna ,güneş ışınlarına dayanıklı ,su geçirmez nitelikte,gözeneksiz ve çatlaksız olacaktır.Gözle muayenede, boyutlarda farklılık,gözenek , çatlak, kopuk , ezik v.b. kusurlar görüldüğü takdirde İdare bu kusurları içeren usturmaçaları kabul etmeyecektir. Yüklenici bu nedenle hiç bir hak talebinde bulunamaz.

Usturmaçalarda istenecek fiziksel özellikler

Aşağıda yazılı olan test değerleri orijinal, parantez içindekiler ise eskitilmiş durumlar için geçerlidir.

6.1- Isı dayanımı

- 20⁰ C ile +70⁰ C arasındaki ısı değerlerinde özelliklerini korumalıdır.

6.2- Çekme gerilmesi

Min. 160 N/mm²

(96 saat sonunda min. 130 N/mm²)

6.3- Sertlik derecesi

Max. 75 shoreA

(168 saat sonunda max. 80 shoreA)

6.4- Yırtılma noktasındaki uzama yüzdesi

Min % 400

(168 saat sonunda min. % 320)

6.5- Yırtılma direnci

Min. 70 kN/m

6.6- Aşınma

3000 devirde max. 1.5 cc.

6.7- Sıkışma yüzdesi

22 saat sonunda % 30

Usturmaçalarda istenecek kimyasal özellikler

7.1- Ağır endüstriyel yağlara maruz kaldığı durumlarda hacim artış yüzdesi 20 ‘den fazla olamayacaktır.

7.2- Benzin etkisine maruz kaldığı durumlarda hacim artış yüzdesi 60 ‘dan fazla olmamalıdır.

Usturmaçalarda istenecek dinamik özellikler

8.1- Kopma direnci min. 6.7 ton olacaktır.

8.2- Kalıcı uzama max. 1 mm. olacaktır.

KAYNAKLAR

BRITISH STANDART, BS 6349 Part 4 (1994) , Maritime Structures Part 4, Code of practice for design of fendering and mooring systems., p. 6-47

SONUVAR M., (1999) Modern Kauçuk Usturmaça , p. 9-47

THE FENDER SYSTEMS NECESSARY FOR QUAYS AND JETTIES

Abstract

Fender is a marine term and a structural element which absorbs the ship berthing energy and transfers berthing forces to the quay structure.

It is possible to say that there are 3 significant periods in development of fenders. These periods can be classified as follows ;

The period when ordinary materials were used,

The period when only rubber were used ,

The period when fender systems were used.

In the mean time, it's importance has been comprehended widely and fenders became one of the main part of the quay structure instead of being a simple accessory.

Thus, fender was taken up as a system and installed after a very careful design, production and testing stage.

Consequently, the vessels and the berths as our national properties worthing million dollars will going to be saved.

I hopefully noticed that , the institutions and establishments are specially interested in fender systems while specifying the investment costs.

