

HAVA VEYA GAZ İLE ŞİŞİRİLEBİLEN BALONLARLA DENİZE İNDİRME YÖNTEMLERİNİN TEKNİK VE EKONOMİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Hakan AKYILDIZ*

*İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi

ÖZET

Klasik yöntemlerden farklı olarak, balonla denize indirme yöntemi günümüzde uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde, balonlar belirli bir sisteme göre gemi altına yerleştirilir. Gemi, tamamen balonların üstüne oturduktan sonra ilk hareket verilerek denize inme işlemi gerçekleştirilir. Balonla denize indirme yönteminde gerekli fiziksel koşulların sağlanması, gemi ve balon hazırlıklarının en iyi şekilde tamamlanması güvenli bir iniş açısından son derece önemlidir. Güvenliğin ön planda tutulması koşulu ile yöntemin getirdiği kolaylıklar ve ekonomik avantajlar bu yöntemin giderek daha fazla tercih edileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Denize indirme, Balonla denize indirme, Balon ve kızak yapısı

1. Giriş

Yapımı tamamlanan ve denize inme aşamasına getirilen gemiler çeşitli yöntemlerle denize indirilebilir. Bu yöntemlerden biri de gemi altına yerleştirilen balonlarla gerçekleştirilen yöntemdir. İlk olarak Çin’de uygulanan bu yöntemin temel amacı, düz ya da eğimli bir zeminde ve her koşulda gemiyi 2-3 gün içinde ek bir harcamaya gerek kalmadan denize indirebilmektir. Küçük ve orta ölçekli tersanelerin verimliliğini artırarak zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlayan, operasyonlarda esneklik ve ekonomik fayda oluşturan bu yöntem, güvenli bir denize indirme yöntemi olarak gemi inşaatı sektöründe umut verici teknolojik bir gelişme şeklinde değerlendirilebilir. Dolayısıyla, balonla denize indirme yöntemi kolay, güvenli, daha az maliyetli ve çevreye saygılı bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu özellikleri ile, balonla denize indirme yöntemi daha fazla tercih edilen alternatif bir yöntem olmuştur. Ayrıca, klasik denize indirme yönteminde kullanılan ağaçların gemi denize inerken parçalandığı ve ağaçların kaydırılması için kullanılan tonlarca özel yağın yaklaşık %25’inin denize karıştığı dikkate alınır, balonla denize indirme yönteminin, ağaç israfı olmayan ve denizi kirletmeyen çevreci bir yöntem olduğu da anlaşılmaktadır.

Bu yöntemde, balonlar belirli bir sisteme göre gemi altına yerleştirilir. Gemi, tamamen balonların üstüne oturduktan sonra ilk hareket verilerek denize inme işlemi gerçekleştirilir. Böylece, standart denize indirmede gerekli olan uzun hazırlık zamanı bu yöntemle birkaç güne inmektedir. Balonla denize indirme yönteminde, yukarıda bahsedilen avantajların oluşması için gerekli fiziksel koşulların sağlanması, gemi ve balon hazırlıklarının en iyi şekilde tamamlanması güvenli bir iniş açısından son derece önemlidir.

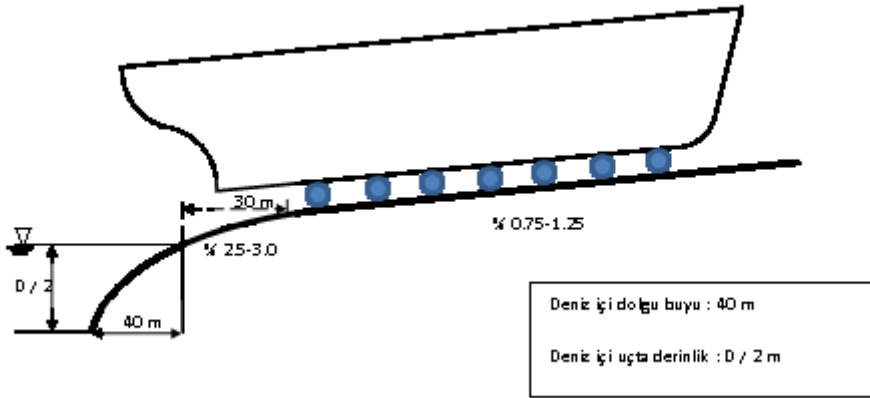
Balonla denize indirme yönteminde, gemi büyüklüğüne göre değişen maliyetler ortaya çıkar. Çoğunlukla, kullanılan balonların sayısına göre oluşacak bu maliyetler, standart gemi indirme yöntemine göre daha ekonomik olmaktadır. Gemi tipine göre maliyetler hemen hemen aynı ya da daha düşük oluşmakta, en büyük avantaj ise kullanımda ortaya çıkmaktadır. Balonların özenle ve kurallara uygun saklanması şartıyla yaklaşık 10-15 kez tekrar kullanılması

mümkündür. Dolayısıyla, başlangıç maliyetleri aynı olsa bile uzun vadede ekonomik fayda ön plana çıkmaktadır.

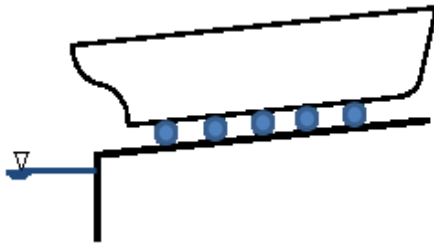
Balonla denize indirme yönteminin temel malzemesi balonlar olduğu için balonun yapısının ve teknik özelliklerinin iyi bilinmesi oldukça önemlidir. Ayrıca, denize iniş aşamalarında uyulması gereken kuralların ve standartların iyi anlaşılması güvenli iniş için hayati öneme sahiptir. Bu çalışmada, gemilerin güvenli bir şekilde denize indirilmesi için gereken kurallar ve standartlar ekonomik ve teknik yönden incelenmiştir.

2. Denize iniş öncesi hazırlıklar ve uyulması gereken kurallar

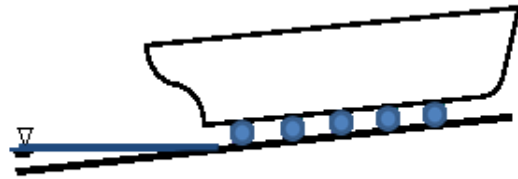
Yapımı ve dış kaplama boyası biten bir geminin balonla denize indirilebilmesi için kızak eğimi ve deniz içi dolgunun kurallara uygun bir hale getirilmesi en fazla önem taşıyan unsurlardır. Balonla denize indirme yönteminde, ideal kızak eğimi % 0.75 ila % 1.25 arasında olmalıdır. Ayrıca, kızakın sonlarında, kızak boyutlarına bağlı olarak ek bir eğimin olması da pratik açıdan yararlı olacaktır. Şekil 1, Şekil 2.1 ve Şekil 2.2 'de yaklaşık bir ideal kızak yapısı örnek olarak verilmiştir.



Şekil 1. Balonla denize indirmede kullanılacak ideal kızak yapısı.



Şekil 2 Hatalı kızak yapısı



Şekil 3 Uygun kızak yapısı

Türkiye'deki mevcut tersaneler bu gereksinimleri karşılayamayacak durumda ise ek tedbirler alınmak suretiyle balonla denize indirme yöntemi uygulanabilir. Geminin güvenli bir şekilde denize inebilmesi için, gemi üzerinde, kızakta ve kullanılacak araçlarda aşağıda tanımlanmış olan çeşitli hazırlıkların tamamlanmış olması gereklidir [1, 2].

- Dizayn su hattının altında kalan alanlar için tüm çalışmalar tamamlanmış ve kontroller yapılmış olmalıdır.
- Gemi yüzeyinde kesinlikle çapak, kaynak artıkları ve benzeri pürüzlülükler bulunmamalı. Bütün dış kaplama kaynaklarının kontrolü ve sızdırmazlık testi yapılmış olmalıdır.
- Gemi ana boyutları ve bunlara göre yerleştirilmiş kana rakamları kontrol edilmelidir.
- Geminin inişi esnasında, iniş hattından sapmaması ve dümen altına girecek balonların patlama riskini azaltmak için dümen sabitlenmelidir.
- Kızak yüzeyi üzerinde balonlara zarar verebilecek inşaat demirleri, demir parçaları ve sivri beton parçaları temizlenmelidir.
- Kızak yolu yatay yönde pürüzsüz hale getirilmeli ve kot farkı 80 mm'yi aşmamalıdır. Ayrıca, kızak yolunun yük taşıma kapasitesi uniform olmalıdır.
- Gemi iniş yolu, sıkıştırılmış kum zemin ya da beton zemin vb. olabilir. Ancak, zeminin dayanma kapasitesi en az balonların çalışma basınçlarının iki katı olmalıdır.
- Kızak yolu eğimli düz, eğrisel ya da bunların birleşimi şeklinde olabilir. Ayrıca, eğim geminin boyutlarına göre saptanmalıdır ve genel olarak 1/7 değerinden büyük olmamalıdır. Balonla denize indirme yöntemi düz zeminlerde de uygulanabilen bir yöntem olmasına rağmen kızak eğiminin % 0.75 – 1.25 arasında olması tercih edilmelidir (Şekil 1.).
- Kızak boyu deniz içinde de belli bir mesafe devam etmelidir. Kızak sonu deniz derinliğinin minimum D/2 olması gereklidir. Aksi takdirde iniş sırasında geminin kık tarafı mastoriyi geçmeden karaya oturabilir ve gemi askıda kalabilir.
- Gemi altında, vinç rayları gibi kaldırılamayacak tipte yapılar varsa bu alanlar çakıl ile doldurularak balonların rahat dönmesi sağlanmalıdır.
- Balonlar yerleştirilmeye başlamadan önce kompresör vanalarının gemi çevresi boyunca yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Gerekli durumda havası indirilen balonun acil olarak şişirilmesi gerekebilir.
- Gemi baş tarafına, balonlar şişirildikten sonra, gemiyi tutmak için kaynatılan mapaların montaj ve kaynağının sağlam olduğuna dikkat edilmelidir. Gerekirse mapa kaynaklarının UT'sinin kontrolü yapılmalıdır.
- Mapalara bağlanacak halatların kalınlığı 50 mm'den aşağı olmamalıdır. Yeni halat kullanılmasına özen gösterilmelidir.
- Takaryalar gemi altından çekilirken takarya yerleri gözden geçirilmeli, herhangi bir çapakla karşılaşırsa taş motoru ile temizlenmelidir.
- Geminin baş ırgat donanımı kesinlikle çalışıyor durumda olmalıdır.

3. Balonlarla ilgili standartlar

Balonun ham maddesi kauçuk olup üzerinde güçlendirilmiş naylon katmanlar bulunur. Gerilme dayanımı ≥ 205.8 N/pc'dir. Balon, katmanların birbiri üzerine tek tek sarılması yöntemi ile üretilir. Balonlar ile ilgili teknik gereksinimler aşağıda özetlenmiştir [3, 4]:

a) Balonlar CB/T düzenlemelerine göre kontrolden geçmeli, her kullanımdan önce yüksüz hava dolmuş testi yapılmalıdır. Bu test, balon çapına karşı gelen çalışma basıncının 1.25 katı iç basınçla yapılmalıdır.

b) Kullanılacak balon sayısı genellikle şu formülle hesaplanır:

$$N = K_1 \times \frac{W \times g}{C_B \times R \times L_d} + N_1 \quad (1)$$

Burada;

- N: Balon sayısı
 K1: Sabit bir sayı, 1.2~1.3
 W: Gemi iniş ağırlığı (ton)
 g: Yerçekimi ivmesi (m/s²)
 CB: Blok katsayısı
 R: Birim boya düşen en büyük kuvvet (kN/m)
 Ld: Orta kesitte gemi ve balonun temas uzunluğu
 N1: Değiştirilecek olan balon sayısı. 2~4 arasında olabilir.

c) Balonların merkezleri arası uzaklık, geminin yapısal mukavemeti dikkate alınarak ve balonların çarpışması ya da üst üste binmesi engellenecek şekilde aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$\frac{L}{N-1} \leq 6 \quad (2)$$

$$\frac{L}{N-1} \geq \frac{\pi D}{2} + 0.5 \quad (3)$$

Burada;

- L: Gemi boyu (m), (Boy olarak temas uzunluğu alınmalıdır.)
 N: Balon Sayısı
 D: Nominal balon çapı(m)

Düşey prizmatik katsayısı düşük olan ya da baş ve kış formları narin olan gemilerde, yukarıdaki formüllerde kullanılan gemi boyu, narin olan baş ve kış kesitlerin boyu çıkartılarak kullanılabilir. Yapısal mukavemet açısından özel durumu olan gemilerde balonlar arası mesafe ihtiyaçlara göre belirlenebilir.

d) Balonlar tek sıra halinde dizilir; ancak genişliği çok fazla olan gemilerde, bu genişliği karşılayabilmek için iki sıralı dizim yapılabilir.

e) Deplasmanı ve blok katsayısı küçük olan römorkör ve balıkçı tekneleri gibi gemilerde hareket halinde iyi bir stabilite sağlamak amacıyla balonların ucu geminin iki tarafından uzatılabilir. İki taraftan uzatılan kısımlar minimum balon çapı uzunluğu kadar olmalıdır.



Şekil 4. Denize indirmede kullanılan balon.

3.1 Hava kompresörü

- Balonların toplam hacmi, hava dolumu için gereken zaman ve basınca göre kompresör tipi ve kapasitesi seçilir.
- Kompresörün gaz tankı için uygun basınç sınırlandırıcı valf kullanılmalıdır.
- Balonlar yerleştirilmeye başlamadan önce kompresör vanalarının gemi çevresi boyunca yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Bazı durumlarda havası indirilen balonun acil olarak tekrar şişirilmesi gerekebilir.
- Eğer birden fazla balon için aynı kompresör kullanılacaksa dağıtım manifoldu kullanılmalıdır.

3.2 Balonların bakım-tutumu

Balonlar, onarılamayacak kadar büyük hasarlara maruz kalmadıkları sürece ortalama 10-15 kez kullanılabilirler. Balon dış duvarında önemli bir hasar tespit edildiğinde zaman geçirmeden onarılmalıdır. Hasar bölgesine genelde sıcak yamalama işlemi uygulanır. Balon başlarına takılan basınç ölçerler ve balon kapakları her iniş öncesi kontrol edilmelidir. Hava kaçakları sonucu yaşanacak herhangi bir basınç azalması inişi riske atabilir. Balonların uygun koşullarda saklanabilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanması gereklidir:

- Balon, havası indirildikten sonra uygun şekilde katlanarak, oda sıcaklığında ve nemsiz bir ortamda muhafaza edilmelidir. Böylece, çürümesi engellenmiş olacaktır.
- Balonun, asit-alkalin çözeltiler ve petrol bazlı kimyasallarla uzun süre temasından kaçınılmalıdır.
- Balon üzerinde ağır malzemelerin bulundurulmamasına özen gösterilmelidir.

3.3 Balonların performansa göre sınıflandırılması

Aşağıdaki örnek tablolar, kataloglarından alınmış olup, farklı boyutlardaki balonlar için performans ve güvenli çalışma koşullarına göre balonların sınıflandırması verilmiştir [3, 4].

Tablo 1. Balon tipleri ve çalışma basınçları

TİP	ÇALIŞMA BASINCI					
	D= 0.8 m (D=2.62 ft)	D= 1.0 m (D=3.28 ft)	D= 1.2 m (D=3.94 ft)	D=1.5 m (D=4.92 ft)	D= 1.8 m (D=5.90 ft)	D= 2.0 m (D=6.56 ft)
CL-3	0.13 Mpa (18.85 psi)	0.10 Mpa (14.50 psi)	0.09 Mpa (13.05 psi)	0.07 Mpa (10.15 psi)	0.06 Mpa (8.70 psi)	0.05 Mpa (7.25 psi)
CL-4	0.17 Mpa (24.66 psi)	0.13 Mpa (18.85 psi)	0.11 Mpa (15.95 psi)	0.09 Mpa (13.05 psi)	0.08 Mpa (11.60 psi)	0.07 Mpa (10.15 psi)
CL-5	0.21 Mpa (30.46 psi)	0.17 Mpa (24.66 psi)	0.14 Mpa (20.31 psi)	0.11 Mpa (15.95 psi)	0.09 Mpa (13.05 psi)	0.08 Mpa (11.60 psi)
CL-6	0.25 Mpa (36.26 psi)	0.20 Mpa (29.01 psi)	0.17 Mpa (24.66 psi)	0.13 Mpa (18.85 psi)	0.11 Mpa (15.95 psi)	0.10 Mpa (14.50 psi)

Tablo 2. Farklı tiplerdeki balonların farklı basınçlarda birim boya düşen taşıma kapasiteleri.

ÇAP	ÇALIŞMA YÜKSEKLİĞİ	BİRİM BOYA DÜŞEN TAŞIMA KAPASİTESİ (ton/m)			
		CL-3	CL-4	CL-5	CL-6
D = 0,8 m (D = 2,62 ft)	0,5 m (1,640 ft)	6,87	8,9768	11,08576	13,21
	0,4 m (1,312 ft)	9,15	11,96496	14,78848	17,60
	0,3 m (0,984 ft)	11,45	14,96432	18,48	22,01
	0,2 m (0,656 ft)	13,73	17,9536	22,18272	26,40
D = 1,0 m (D = 3,28 ft)	0,6 m (1,968 ft)	7,04	9,15264	11,97616	14,09
	0,5 m (1,640 ft)	8,80	11,43744	14,96432	17,60
	0,4 m (1,312 ft)	10,56	13,72336	17,9536	21,13
	0,3 m (0,984 ft)	12,33	16,01936	20,95296	24,64
	0,2 m (0,656 ft)	14,09	18,30416	23,95232	28,17
D = 1,2 m (D = 3,94 ft)	0,7 m (2,296 ft)	7,92	9,68016	12,32784	14,96
	0,6 m (1,968 ft)	9,50	11,61328	14,78848	17,95
	0,5 m (1,640 ft)	11,09	13,55872	17,25024	20,95
	0,4 m (1,312 ft)	12,68	15,49184	19,71088	23,94
	0,3 m (0,984 ft)	14,26	17,42608	22,18272	26,93
	0,2 m (0,656 ft)	15,84	19,3592	24,64448	29,93
D = 1,5 m (D = 4,92 ft)	0,9 m (2,952 ft)	7,39	9,50432	11,62448	13,73
	0,8 m (2,624 ft)	8,63	11,08576	13,55872	16,02
	0,7 m (2,296 ft)	9,86	12,67952	15,49184	18,30
	0,6 m (1,968 ft)	11,09	14,26096	17,42608	20,60
	0,5 m (1,640 ft)	12,33	15,84352	19,3592	22,89
	0,4 m (1,312 ft)	13,56	17,42608	21,30464	25,17
	0,3 m (0,984 ft)	14,79	19,00752	23,23776	27,46
	0,2 m (0,656 ft)	16,02	20,60128	25,172	29,99

Tablo 3. Farklı tiplerdeki balonların farklı basınçlarda birim boya düşen taşıma kapasiteleri.

ÇAP	ÇALIŞMA YÜKSEKLİĞİ	BİRİM BOYA DÜŞEN TAŞIMA KAPASİTESİ (ton/m)			
		CL-3	CL-4	CL-5	CL-6
D = 1,8 m (D = 5,90 ft)	1,1 m (3,608 ft)	6,90	9,86608	11,09696	13,55
	1,0 m (3,280 ft)	7,88	11,2728	12,67952	15,48
	0,9 m (2,952 ft)	8,88	12,67952	14,26096	17,43
	0,8 m (2,624 ft)	9,86	14,08512	15,84352	19,36
	0,7 m (2,296 ft)	10,84	15,49184	17,42608	21,30
	0,6 m (1,968 ft)	11,82	16,89856	19,00752	23,24
	0,5 m (1,640 ft)	12,81	18,31536	20,60128	25,17
	0,4 m (1,312 ft)	13,80	19,6672	22,18272	27,11
	0,3 m (0,984 ft)	14,79	20,23616	23,76528	29,05
	0,2 m (0,656 ft)	15,77	22,52432	25,34784	30,98

D = 2,0 m (D = 6,56 ft)	1,2 m (3,936 ft)	7,04	9,86608	11,2728	14,09
	1,1 m (3,608 ft)	7,92	11,09696	12,67952	15,84
	1,0 m (3,280 ft)	8,80	12,32784	14,08512	17,60
	0,9 m (2,952 ft)	9,68	13,55872	15,49184	19,36
	0,8 m (2,624 ft)	10,56	14,78848	16,89856	21,13
	0,7 m (2,296 ft)	11,44	16,01936	18,30416	22,89
	0,6 m (1,968 ft)	12,33	17,25024	19,71088	24,64
	0,5 m (1,640 ft)	13,21	18,48	21,1176	26,40
	0,4 m (1,312 ft)	14,09	19,73328	22,5344	28,16
	0,3 m (0,984 ft)	14,96	20,98544	23,94112	29,92
0,2 m (0,656 ft)	15,84	22,5344	25,36912	31,69	

Tablo 4. Tüm CL Modelleri: Balon Hacimleri

BOY (m)	BALON HACMİ (Teorik Değer)					
	D= 0.8 m (D=2.62 ft)	D= 1.0 m (D=3.28 ft)	D= 1.2 m (D=3.94 ft)	D=1.5 m (D=4.92 ft)	D= 1.8 m (D=5.90 ft)	D= 2.0 m (D=6.56 ft)
5	2.75m ³	4.38m ³	6.44m ³	10.36m ³	15.37m ³	19.33m ³
6	3.25m ³	5.17m ³	7.57m ³	12.13m ³	17.91m ³	22.47m ³
7	3.75m ³	5.95m ³	8.70m ³	13.90m ³	20.45m ³	25.62m ³
8	4.25m ³	6.74m ³	9.83m ³	15.67m ³	23.00m ³	28.76m ³
9	4.76m ³	7.52m ³	10.96m ³	17.43m ³	25.54m ³	31.90m ³
10	5.26m ³	8.31m ³	12.09m ³	19.20m ³	28.09m ³	35.04m ³
11	5.76m ³	9.09m ³	13.22m ³	20.97m ³	30.63m ³	38.18m ³
12	6.26m ³	9.88m ³	14.35m ³	22.73m ³	33.18m ³	41.32m ³
13	6.77m ³	10.66m ³	15.49m ³	24.50m ³	35.72m ³	44.46m ³
14	7.27m ³	11.45m ³	16.62m ³	26.27m ³	38.27m ³	47.61m ³
15	7.77m ³	12.23m ³	17.75m ³	28.04m ³	40.81m ³	50.75m ³
16	8.27m ³	13.02m ³	18.88m ³	29.80m ³	43.36m ³	53.89m ³
17	8.78m ³	13.80m ³	20.01m ³	31.57m ³	45.90m ³	57.03m ³
18	9.28m ³	14.59m ³	21.14m ³	33.34m ³	48.45m ³	60.17m ³

Tablo 5. CL-3 model: Balon Ağırlığı

BOY (m)	BALON AĞIRLIĞI (Teorik Değer)					
	D= 0.8 m (D=2.62 ft)	D= 1.0 m (D=3.28 ft)	D= 1.2 m (D=3.94 ft)	D=1.5 m (D=4.92 ft)	D= 1.8 m (D=5.90 ft)	D= 2.0 m (D=6.56 ft)
5	78 kg	100 kg	125 kg	163 kg	204 kg	233 kg
6	91 kg	117 kg	145 kg	187 kg	234 kg	267 kg
7	104 kg	134 kg	165 kg	212 kg	263 kg	300 kg
8	117 kg	150 kg	185 kg	237 kg	293 kg	333 kg
9	130 kg	166 kg	203 kg	262 kg	323 kg	366 kg
10	144 kg	183 kg	223 kg	287 kg	353 kg	399 kg

11	157 kg	199 kg	243 kg	312 kg	383 kg	432 kg
12	170 kg	216 kg	263 kg	337 kg	413 kg	465 kg
13	183 kg	232 kg	283 kg	362 kg	443 kg	498 kg
14	196 kg	249 kg	303 kg	387 kg	473 kg	531 kg
15	209 kg	266 kg	323 kg	412 kg	503 kg	564 kg
16	222 kg	283 kg	343 kg	437 kg	533 kg	597 kg
17	235 kg	300 kg	363 kg	462 kg	563 kg	630 kg
18	248 kg	317 kg	383 kg	487 kg	593 kg	663 kg

Tablo 6. CL-4 model: Balon Ağırlığı

BOY (m)	BALON AĞIRLIĞI (Teorik Değer)					
	D= 0.8 m (D=2.62 ft)	D= 1.0 m (D=3.28 ft)	D= 1.2 m (D=3.94 ft)	D=1.5 m (D=4.92 ft)	D= 1.8 m (D=5.90 ft)	D= 2.0 m (D=6.56 ft)
5	89 kg	112 kg	143 kg	187 kg	234 kg	268 kg
6	105 kg	131 k	166 kg	216 kg	269 kg	307 kg
7	120 kg	150 kg	188 kg	245 kg	303 kg	345 kg
8	135 kg	168 kg	211 kg	273 kg	337 kg	383 kg
9	150 kg	191 kg	234 kg	301 kg	372 kg	421 kg
10	165 kg	210 kg	257 kg	330 kg	406 kg	459 kg
11	181 kg	229 kg	280 kg	359 kg	441 kg	497 kg
12	196 kg	249 kg	303 kg	388 kg	476 kg	535 kg
13	211 kg	268 kg	326 kg	417 kg	511 kg	573 kg
14	226 kg	288 kg	349 kg	446 kg	546 kg	611 kg
15	241 kg	307 kg	372 kg	475 kg	581 kg	649 kg
16	256 kg	326 kg	395 kg	504 kg	616 kg	687 kg
17	271 kg	344 kg	418 kg	533 kg	651 kg	725 kg
18	286 kg	364 kg	441 kg	562 kg	686 kg	763 kg

Tablo 7. CL-5 model: Balon Ağırlığı

BOY (m)	BALON AĞIRLIĞI (Teorik Değer)					
	D= 0.8 m (D=2.62 ft)	D= 1.0 m (D=3.28 ft)	D= 1.2 m (D=3.94 ft)	D=1.5 m (D=4.92 ft)	D= 1.8 m (D=5.90 ft)	D= 2.0 m (D=6.56 ft)
5	107 kg	138 kg	171 kg	223 kg	281 kg	321 kg
6	125 kg	161 kg	198 kg	258 kg	322 kg	367 kg
7	143 kg	184 kg	226 kg	292 kg	363 kg	412 kg
8	161 kg	206 kg	253 kg	326 kg	404 kg	458 kg
9	180 kg	229 kg	280 kg	361 kg	445 kg	504 kg
10	198 kg	252 kg	308 kg	395 kg	486 kg	550 kg
11	216 kg	275 kg	335 kg	429 kg	527 kg	596 kg

12	234 kg	298 kg	362 kg	463 kg	568 kg	642 kg
13	252 kg	321 kg	389 kg	497 kg	609 kg	688 kg
14	270 kg	344 kg	416 kg	531 kg	650 kg	734 kg
15	288 kg	367 kg	443 kg	565 kg	691 kg	780 kg
16	306 kg	390 kg	470 kg	599 kg	732 kg	826 kg
17	324 kg	413 kg	497 kg	633 kg	773 kg	872 kg
18	342 kg	436 kg	524 kg	667 kg	814 kg	918 kg

Tablo 8. CL-6 model: Balon Ağırlığı

BOY (m)	BALON AĞIRLIĞI (Teorik Değer)					
	D= 0.8 m (D=2.62 ft)	D= 1.0 m (D=3.28 ft)	D= 1.2 m (D=3.94 ft)	D=1.5 m (D=4.92 ft)	D= 1.8 m (D=5.90 ft)	D= 2.0 m (D=6.56 ft)
5	121 kg	157 kg	194 kg	254 kg	320 kg	365 kg
6	142 kg	183 kg	226 kg	293 kg	367 kg	417 kg
7	163 kg	209 kg	257 kg	332 kg	413 kg	469 kg
8	183 kg	235 kg	288 kg	371 kg	460 kg	521 kg
9	204 kg	260 kg	319 kg	410 kg	506 kg	573 kg
10	225 kg	286 kg	350 kg	449 kg	553 kg	625 kg
11	246 kg	312 kg	381 kg	488 kg	600 kg	677 kg
12	267 kg	338 kg	412 kg	527 kg	647 kg	729 kg
13	288 kg	364 kg	443 kg	566 kg	694 kg	781 kg
14	309 kg	390 kg	474 kg	605 kg	741 kg	833 kg
15	330 kg	416 kg	505 kg	644 kg	788 kg	885 kg
16	351 kg	442 kg	536 kg	683 kg	835 kg	937 kg
17	372 kg	468 kg	567 kg	722 kg	882 kg	989 kg
18	393 kg	494 kg	598 kg	761 kg	929 kg	1041 kg

4. Vinç ile ilgili kurallar

Vinçler, gemiyi, bir ucu gemi başına mapalarla tutturulmuş olan telleri sıkarak karaya sabitlemeye yardımcı olur. Kimi zaman iniş için ilk hareket, vinçlerin telleri yavaş yavaş bırakmasıyla sağlanır.

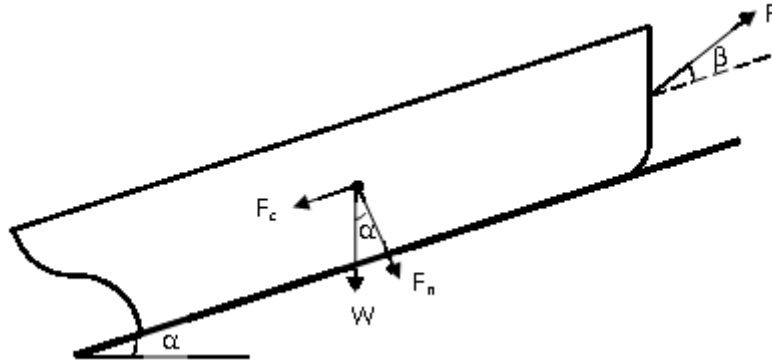
- Genel olarak, dönme hızı 9-13 m/dk olan yavaş vinçler kullanılır.
- Kayma kuvveti ve vincin çekme kuvveti aşağıdaki şekilde bulunur (Şekil 5).

$$F_c = W \times g \times \sin \alpha - \mu \times N \times g \times \cos \alpha + W \times \frac{V}{T} \quad (4)$$

$$F \geq \frac{K \times F_c}{N_c \times \cos \beta} \quad (5)$$

- F_c : Gemiye etkiyen kayma kuvveti (kN)
 α : Kızak eğimi (derece)
 μ : Sürtünme katsayısı
 V : Geminin hareket hızı (m/s)
 T : Vincin frenleme süresi (s)
 F : Vinç telinin çekme kuvveti (kN)
 K : Emniyet katsayısı ($k=1.2-1.5$)
 N_c : Çekme teli sayısı
 β : Vinç teli ile kızak eğimi arasındaki açı (6 dereceden büyük olmamalıdır).

- c) Vincin uyguladığı çekme kuvveti, gemi hızının 6 m/dak'dan büyük olmasını önleyecek şekilde ayarlanmalıdır. Eğer geminin ağırlığı 200 tondan az ise iniş hızı kontrollü olarak artırılabilir.
 d) Vinç teli yeterince dayanıklı olmalı, kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır. Gerekğinde yenilenmelidir.
 e) Operasyonlarda eğitilmiş vinç operatörleri görevlendirilmelidir.



Şekil 5. Gemiye kızak üzerinde etkiyen kuvvetler.

5. Balonla denize indirme işlemi

Gereken hazırlıklar tamamlandıktan sonra balonların gemi altına yerleştirilmesi belirli kurallar çerçevesinde yapılır. Gemi altına konacak balonlar mümkünse tek sıra halinde ve hareket yönüne dik olarak yerleştirilmelidir. Gemi formuna bağlı olarak balonlar iki sıra halinde de düzenlenebilir. Bu durumda, iki sıra halindeki balonlar arası mesafe 0.5 m'den küçük olmamalıdır. Geminin her iki tarafından çıkacak olan balon uçları ise balonun çapından büyük olmalıdır. Balon yerleşimi öncelikle orta kesimden başlar (Şekil 6). Gemi altındaki takaryalar arasına yerleştirilen balonlar 2-3 bar arası havayla şişirilir.



Şekil 6. Balonların gemi altına yerleştirilmesi.

Genel olarak, gemi altında takaryalar yerindeyken, gerçekte yerleştirilmesi gereken balon sayısının yarısı kadar balon yerleştirilerek şişirilir (Şekil 7).



Şekil 7. Balonların şişirilmesi ve kontrolü

Yerleştirilen balonlar şişirilince gemi balonlar üstüne oturarak takaryalar boşa çıkar (Şekil 8). Takaryaların kaldırılması işleminde, önce enine yönde merkezde bulunan bloklar sonra iskele ve sancak taraftaki bloklar kaldırılmalıdır. Bu durumda, geminin balonlar üzerine ani düşmesinden sakınılmalıdır. Gemi hareket etmeden önce, son dakika kaldırılmak üzere serbest olarak duran bloklar geminin her iki tarafına yerleştirilmelidir. Böylece, takaryalar üstüne halat bağlanarak kepçe ya da forklift yardımıyla balonlara temas etmeden dışarı alınır. Her takarya hattına, gemi altından çıkarıldıktan sonra yeni bir balon konulmalıdır. Takaryalar çıkarıldıkça gemi sadece balonlar üzerinde duracağından baş taraftan gemi halatlarla sağlam bir yere bağlanmalı, geminin denize kayması önlenmelidir.

Takaryalar çıkarıldıktan sonra balonlar 2-3 bar arası hava ile zeminin durumuna göre şişirilmelidir. Bu şişirme esnasında balonlarda herhangi bir kaçak tespit edilirse patlak balonlar yenisi ile değiştirilmelidir. Gemi altına yerleştirilen belli boydaki balonlara ek olarak, başta bir adet, kıçta bir adet ve paralel gövdede üç adet olmak üzere daha uzun balon kullanılarak iniş sırasında geminin iskele yada sancağa kaymasının önüne geçilmesi gereklidir. Gemi, kızak üzerindeyken balonlar yerleştirilmeli ve balonlara eşit oranda hava basılmalıdır. Bu arada, balon başlarının aynı hizada olmasına özen gösterilmelidir. Böylece, gemi iniş hattından sapmayacaktır. Eğer gemi düz bir zeminde kurulmuş ise; tüm balonlar eşit miktarda

şişirildikten sonra gemi altındaki balonlara biraz daha hava verilerek geminin eğiminin 1-1,5 dereceye gelmesi sağlanır. Böylece, gemi uygun hızda suya inecektir (Şekil 9).



Şekil 8. Gemi balonlar üzerinde otururken



Şekil 9. Geminin balonla denize indirilişi.

Kızak eğimini hesaplamak için, önce kıç tarafta kaide ile zemin arasındaki yükseklik ölçülür. Daha sonra, baş tarafta kaide ile zemin arasındaki yükseklik ölçülür ve böylece verilen eğimin doğruluğu teyit edilir. Eğer eğim, sadece baş taraftaki balonlara fazla basınç verilerek yapılırsa, paralel gövdedeki ve kıç taraftaki balonlara fazla yük bineceğinden balonların patlama riski artar. Bu yüzden, istenen eğim geminin kıç tarafındaki balonlar hariç geri kalan tüm balonlara belli değerde hava verilerek sağlanmalıdır.

Gemi balonları üzerine oturduktan sonra baş taraftan bağlı olan geminin yükü sadece halatlara biner. İniş öncesi çevre güvenliği alındıktan sonra, baş taraftaki halat (bu halat 4000 tondan büyük gemiler için iki halata çıkarılmalıdır) şalama ile kesilerek geminin denize inişi başlamış olur. Yaklaşık 30-40 saniye süren bu inişte geminin baş tarafı suya girdikten sonra ve altındaki balonlar gemi yüzeyinden kurtulduktan sonra çapalar bırakılarak geminin hızının yavaşlaması sağlanır. Geminin suya girdiği noktada bulunan balonlar ile yüzmeye başladığında baş tarafta bulunan balonlar yüksek basınca dayanacak şekilde seçilmelidir. Daha sonra, römorkörler gemiyi tutarak geminin sabitlenmesini sağlarlar. Özellikle çapaların denize aynı anda atılması gereklidir.

6. Örnek bir geminin denize indirme işlemi

Örnek bir geminin balonla denize indirilmesi ile ilgili detaylı teknik bilgi aşağıda verilmiştir.

6.1 Denize İniş Öncesi Hazırlıklar

Örnek olarak, yapımı biten 7900 tonluk Ice Class IMO A1 tipi kimyasal bir tanker ele alalım. Tankerin dış kaplama boyası bittikten sonra balonla denize iniş için, balonların patlamasını önlemek amacıyla alınması gereken önlemler gözden geçirilerek ihtiyaç duyulan tedbirler alınmalıdır. Bu tedbirler aşağıda özetlenmiştir.

- Gemi dip kaplamasında kesinlikle çapak benzeri maddeler bulunmamalıdır.
- Kızak yüzeyi özellikle vinç yolları, inşaat demirleri, demir parçaları, yüzey üzerindeki sivri beton parçalarından arındırılmalıdır.
- Gemi altından kaldırılamayacak tipte vinç rayları gibi yapılar varsa, bu alanlar çakıl ile doldurularak balonların dönmesi sağlanmalıdır.
- Balonlar yerleştirilmeye başlamadan önce kompresör vanalarının gemi çevresi boyunca yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Gerekli durumda havası indirilen balonun acil olarak şişirilmesi gerekebilir.
- Gemi baş tarafına, balonlar şişirildikten sonra gemiyi tutmak için kaynatılan mapaların montaj ve kaynağının sağlam olduğuna dikkat edilmeli ve gerekirse mapa kaynaklarının UT sinin bakılmasına dikkat edilmelidir.
- Mapalara bağlanacak halatların kalınlığı 50 mm'den az olmamalıdır ve yeni halat kullanılmasına özen gösterilmelidir.
- Takaryalar gemi altından çekilirken takarya yerleri gözden geçirilmeli ve herhangi bir çapakla karşılaşılırsa taş motoru ile temizlenmelidir.
- Geminin baş ırgat donanımı çalışıyor durumda olmalıdır.
- Geminin iniş hattından sapsmasını önlemek ve dümen altına girecek balonların patlama riskini azaltmak için dümen sabitlenmelidir.

6.2 Balon Sayısının Hesaplanması

İniş öncesi, gemi altına kaç adet ve kaç ton kaldırma kapasiteli balon yerleştirileceği hesaplanmalıdır. Bunun için, gemi sac ağırlığı, boru devresi ağırlığı, ana makine ve yardımcı makinelerin ağırlığı, geminin ağırlık merkezinin boyuna konumu tespit edilmelidir. Böylece, örnek olarak aşağıdaki hesap yapılabilir;

$$\text{Balon sayısı} = \text{toplam ağırlık} / \text{balon kaldırma kapasitesi (birim/ton)}$$

$$\text{Balon sayısı} = 2200 \text{ ton} / 100 \text{ birim/ ton} = 22 \text{ adet balon olmalıdır.}$$

Ayrıca balonlar paralel gövdede eşit aralıklarla yerleştirilmelidir.

6.3 Balonların yerleştirilmesi

Balon başlarına takılan basınç ölçerler ve balon kapakları her iniş öncesi kontrol edilmelidir. Balonların yerleştirilmesi gemi ortasından başlamalıdır. Öncelikle, gemi altındaki takaryalar

arasına yerleştirilen balonlar 2-3 bar hava ile şişirilir. Balonlar şişirildikten sonra, gemi balonlar üstüne oturur ve böylece takaryalar boşa çıkar. Takaryalar, halatla ya da forklift yardımıyla balonlara temas etmeden dışarı alınır. Çıkarılan her takarya hattına yeni bir balon konulmalıdır. Bu arada, gemi sadece balonlar üzerinde duracağından baş taraftan gemi halatlarla sağlam bir yere bağlanmalı ve geminin denize kayması önlenmelidir.

Boyu 122 metre ve genişliği 14 metre olan bu kimyasal tanker için toplam 18 adet 10 metrelik balon ile başta 1 adet, kıçta 1 adet ve paralel gövdede 3 adet 16 metrelik balon kullanılarak iniş sırasında geminin güvenli bir şekilde inişi sağlanabilir. Eğer, gemi kıçta üzerinde belli bir meyil açısına sahipse balonlara bu meyil açısını düzelterek şekilde eşit miktarda hava basılmalıdır. Ayrıca, balon başlarının aynı hizada olması sağlanmalıdır.

Eğer gemi düz bir zeminde inşa edilmişse tüm balonlar eşit miktarda şişirildikten sonra gemi altındaki balonlara biraz daha hava verilerek geminin eğiminin 1-1,5 derece olması ve uygun bir hızda suya girmesi sağlanmalıdır. Bu eğimin doğruluğunu teyit etmek için, kıç taraftan ve baş taraftan zemin ile baseline arasındaki yükseklik ölçülür. Sadece baş taraftaki balonlara fazla basınç verilerek bu işlem yapılırsa, paralel ve kıç taraftaki balonlara daha fazla yük bineceğinden balonların patlama riski artar. Dolayısıyla, eğim, kıç taraf hariç geri kalan tüm balonlara belli değerlerde hava verilerek sağlanmalıdır.

6.4 Denize İniş

Gemi, tamamen balonlar üzerine oturduktan sonra yük sadece halatlara biner. Baş taraftaki halat, çevre güvenliği alındıktan sonra şalama ile kesilerek geminin denize inişi başlatılmış olur. Geminin baş tarafı suya girdikten ve altındaki balonlar gemi yüzeyinden kurtulduktan sonra çapalar bırakılarak gemi hızının yavaşlaması sağlanır ve römorkörler yardımıyla gemi sabitlenir.

7. Örnek Hesaplamalar

7.1 Örnek Gemi 1

Gemi Özellikleri:

Kaimeler arası boy,	L _{pp} = 145 m
Genişlik,	B = 26.2 m
Blok katsayısı,	C _B = 0.81
İniş ağırlığı,	Δ = 7000 ton

Denize indirmede kullanılacak balonların özellikleri[2]:

Balon çapı,	D = 1.5 m
Balon temas boyu,	L = 18 m (toplam boy 20.59 m)
Çalışma basıncı,	P = 0.13 MPa
Çalışma yüksekliği,	h = 0.8 m

Hesaplanan balon sayısı:

$$N = K_1 \times \frac{W \times g}{C_B \times R \times L_d} + N_1 = 1.3 \times \frac{7000 \times 9.81}{0.81 \times 157.1 \times 18} + 0 = 38.97 \approx 40$$

Balonların merkezleri arası uzaklık:

$$\frac{L}{N-1} \leq 6 \Rightarrow \frac{145}{40-1} = 3.72 \text{ m} , \text{ dolayısıyla balonlar arası mesafe } 3 \sim 4 \text{ m olarak alınacaktır.}$$

Tahmini balon maliyeti:

$$CL - 6 \text{ tipi balon, } 1.5 \times 18(20.59 \text{ m}) = 3900 \$ \times 40 = \mathbf{156000 \$}$$

7.2 Örnek Gemi 2

Gemi Özellikleri:

Kaimeler arası boy,	L _{pp} = 147.3 m
Genişlik,	B = 25.4 m
Blok katsayısı,	C _B = 0.82
İniş ağırlığı,	Δ = 8500 ton

Denize indirmede kullanılacak balonların özellikleri[2]:

Balon çapı,	D = 1.8 m
Balon temas boyu,	L = 18 m (toplam boy 20.59 m)
Çalışma basıncı,	P = 0.11 MPa
Çalışma yüksekliği,	h = 0.9 m

Hesaplanan balon sayısı:

$$N = K_1 \times \frac{W \times g}{C_B \times R \times L_d} + N_1 = 1.3 \times \frac{8500 \times 9.81}{0.82 \times 170 \times 0.98 \times 18} + 0 = 42.95 \approx 43$$

Balonların merkezleri arası uzaklık:

$$\frac{L}{N-1} \leq 6 \Rightarrow \frac{147.3}{43-1} = 3.5 \text{ m} , \text{ dolayısıyla balonlar arası mesafe } 3 \sim 4 \text{ m olarak alınacaktır.}$$

Tahmini balon maliyeti:

$$CL - 6 \text{ tipi balon, } 1.8 \times 18(20.59 \text{ m}) = 4000 \$ \times 43 = \mathbf{172000 \$}$$

7.3 Örnek Gemi 3

Gemi Özellikleri:

Kaimeler arası boy,	L _{pp} = 124.3 m
Genişlik,	B = 17.2 m
Blok katsayısı,	C _B = 0.78
İniş ağırlığı,	Δ = 3500 ton

Denize indirmede kullanılacak balonların özellikleri[2]:

Balon çapı,	D = 1.5 m
Balon temas boyu,	L = 16 m (toplam boy 18.5 m)
Çalışma basıncı,	P = 0.13 MPa
Çalışma yüksekliği,	h = 0.9 m

Hesaplanan balon sayısı:

$$N = K_1 \times \frac{W \times g}{C_B \times R \times L_d} + N_1 = 1.3 \times \frac{3500 \times 9.81}{0.78 \times 134.69 \times 16} + 0 = 26.55 \approx 26$$

Balonların merkezleri arası uzaklık:

$$\frac{L}{N-1} \leq 6 \Rightarrow \frac{124.3}{26-1} = 4.9 \text{ m}, \text{ dolayısıyla balonlar arası mesafe } 4 \sim 5 \text{ m olarak alınacaktır.}$$

Tahmini balon maliyeti:

$$CL - 6 \text{ tipi balon, } 1.5 \times 16 (18.5 \text{ m}) = 3600 \$ \times 26 = \mathbf{93600 \$}$$

Yukarıda verilen ve hesaplamaların bir kısmını oluşturan örneklerde, gemilerin boyuna ağırlık merkezi genel olarak orta kesitten % 5-8 kış tarafında düşünülmüştür. Ağırlık merkezinin gerisindeki balonların merkezleri arasındaki mesafe güvenlik açısından düşürülmelidir. Bu mesafe, ağırlık merkezinden kış taraf için en az 0.5 m daha az alınmalıdır. Ayrıca, mevcut çalışma basınçları yine kış taraf için maksimum %20 artış olacak şekilde artırılmalıdır.

8. Sonuç ve öneriler

Balonla denize indirme yöntemi, gemileri en kısa sürede ve güvenli olarak denize indirebilme olanağı sağlayan bir yöntemdir. Klasik kızak sisteminin yalnız bir kullanıma izin verdiği ve buna karşı balonların iyi korunabildiği sürece 10-15 kez gemi inişi için kullanılabileceği düşünülürse, bu yöntemin ilk kullanımdan sonra tersaneyi kâra geçireceği açıktır. Balonla denize indirme yönteminin teknik ve ekonomik üstünlükleri aşağıda özetlenmiştir:

1. Balonla denize indirme işlemi için eğimi düşük olan kızaklara gereksinim duyulur. Bu tip kızakların inşa maliyeti ve tamamlanma süreleri daha büyük eğimli kızaklara göre oldukça düşüktür.
2. Geminin inşası tamamlandıktan sonra sistematik şekilde yerleştirilen balonlar şişirilerek geminin denize indirilmesi sağlanır. Böylece, zaman ve ekonomik açıdan tasarruf sağlanmış olur.
3. Bu işlem en fazla 1 ila 3 gün sürer ve gemi sahibi açısından işlerin önceden tamamlanıp bir an önce üretime geçme olanağı verdiği için bir zaman tasarrufu sağlanmış olur.
4. Balonla denize indirme sistemiyle gemiler yaklaşık bir ay kadar önce denize indirilebilir.
5. Örnek olarak, yirmi bin tonluk bir gemi için 35-40 adet balon kullanmak suretiyle yaklaşık 140 - 160 bin dolar maliyeti olan balonla denize indirme sistemi, balonların özenle saklanması şartıyla daha sonra tekrar kullanılabilir [5, 6].
6. Standart gemi indirme yönteminde ise benzer bir gemi için kızak maliyeti, yapılan hazırlıkların maliyeti ve yağ maliyeti olarak yaklaşık 100 - 120 bin dolara ihtiyaç vardır. Bu işlem için üç treyler dolusu ağaca ihtiyaç duyulur. Bu ağaçlar, gemi denize inerken parçalandığı için de tek kullanımlık ve ayrıca ağaçların kaydırılması için iki ton kadar özel yağ gerekir [5, 6].
7. Her iki yöntem için ilk maliyet hemen hemen aynı gibi görülmüşse de balonla indirmede çok kullanımlı avantajı ön plana çıkmaktadır.
8. Standart denize indirme yönteminde kullanılan yağın yaklaşık %25'i denize karışır ve bu durum çevre kirliliğine sebep olur. Bu yönüyle de balonla denize indirme yöntemi, hiç ağaç israfı olmadığı ve denizi kirletmediği için çevreci bir yöntem özelliği taşımaktadır.

9. Geminin denize indirilmesi işleminde enine stabilitenin oldukça önemli olduğunu biliyoruz. Klasik kızak sistemine nazaran balonla denize indirme yönteminde yükün balonlar tarafından tüm gemi genişliği boyunca taşındığı düşünülürse, geminin enine stabilitesi açısından da bir kazanç sağlanacağı görülmektedir.

Balonla denize indirme yönteminin bazı üstünlükleri yanında teknik açıdan dikkat edilmesi gereken bazı noktalar şöyledir:

1. Gemi ağırlığının omurga bloklarından balonlara iletilmesi esnasında hem balonların hem de geminin güvenliği açısından ani hareketlerden kaçınıp geminin büyük sarsıntılara maruz kalmasını önlemek oldukça önemlidir.
2. Geminin kış tarafının suya girişi sırasında tipping gibi tehlikeli durumların yaşanmaması için kızak eğiminin çok iyi ayarlanması ve deniz içi dolgunun gerektiği gibi yapılması çok önemlidir.
3. Tipping'i önlemek için gerektiğinde baş tarafa balast alınabilir.
4. Geminin kış tarafı suya girip yeterli sephiye oluştuktan sonra baş tarafın ani çarpmalarını önlemek için de baş tarafta ek balon kullanılabilir.
5. Özellikle kış ve baş bölgeleri daha narin olan gemilerde, özel eklemeler yaparak yükün dengeli yayılması sağlanabilir.

Sonuç olarak, balonla denize iniş işlemini yöneten personelin eğitimi ve tecrübeli olması alınabilecek önlemlerin en önemlisi olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Akyıldız, H. Gemi ve Deniz Yapıları Hidrostatığı ve Stabilitesi, Çözümlü Problemler. GMO Yayını, 2010.
- [2] Akyıldız, H. Balonla Denize İndirme, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi, Cilt 1, Kasım 2008, İstanbul.
- [3] CB/T 3837-1998 "Technological Requirements for Ship Upgrading or Launching Relying on Air-Bags, Shipbuilding Industry Standard", China State Shipbuilding Corporation, 1998.
- [4] CB/T 3795-1996 "Air Bag for Ship up to or down to Launching Way", China State Shipbuilding Corporation, 1996.
- [5] Akkuş, Ö. "Balonla Denize İndirme", Bitirme Ödevi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, 2008.
- [6] Sağlam, M. "Balonla ve Kızakla Denize İndirme Arasındaki Teknik ve Ekonomik Farklılıklar", Bitirme Ödevi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, 2010.