



## Açık Deniz Petrol Platformu Modellemesinde Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı

Ayhan MENTEŞ<sup>1</sup>, Murat YETKİN<sup>1</sup>, Nagihan TÜRKOĞLU<sup>1</sup>, İsmail YALÇIN<sup>2</sup>,  
Hakan AKYILDIZ<sup>1</sup>, İsmail Hakkı HELVACIOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği

### ÖNEMLİ NOKTALAR

- The spread mooring system is a multiple point mooring technique that allows a tanker to moor at a fixed geographic location with a stationary heading angle at all weather conditions during the loading/unloading operations.
- Hawser tensions, motion displacements and selection of mooring types can be estimated by using Artificial Neural Network (ANN) technique for a tanker-buoy mooring system.
- Utilization of the ANN method as a predicting mechanism plays an important role to determine the most reliable platform type.

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makalenin Tarihiçesi

Alındı: 23 Eylül 2013

Düzeltilerek alındı: 10 Ekim 2013

Kabul edildi: 15 Ekim 2013

#### Anahtar Kelimeler

Açık deniz petrol platformu, Yapay sinir ağları, Derin su.

### ÖZET

Bu çalışmada, Karadeniz'in derin sularında petrol üretimi yapılacak bir bölgede hizmet verecek çok noktalı tanker-şamandıra bağlama sisteminin modellemesi, Yapay Sinir Ağları (ANN) yaklaşımı kullanılarak yapılacaktır. Başlangıçta, ele alınan platform modeli, OrcaFlex programına tanıtılacaktır. Daha sonra, bölgede etkin çevre koşulları (rüzgar, dalga, akıntı vb.) dikkate alınarak OrcaFlex programında bir set simülasyon çalışması gerçekleştirilecektir. Elde edilen çıktılar, ANN modeli için başlangıç girdi değerleri olacaktır. ANN modeli kullanılarak, çok farklı çevre şartlarında olası gerilme, yer değiştirme miktarları, bağlama şekli, bağlama yeri vb. tahmini mümkün olacaktır. Bu modelin farklı platform şekilleri için kullanılması, değişik operasyon şartları için en güvenilir platform modelinin tespitinde önemli bir rol oynayacaktır.

© 2013 GEMİMO. Her hakkı saklıdır.

### ARTICLE INFO

#### Article History

Received: 23 September 2013

Received in revised form: 10 October 2013

Accepted: 15 October 2013

#### Keywords

Offshore oil platform, Artificial neural networks, Deep water.

### ABSTRACT

In this study, a spread mooring system modelling is carried out by using Artificial Neural Network (ANN) technique. The mooring system is to be used for the oil production at the deep waters of the Black Sea. At the beginning of the study, the spread mooring system motion and structural responses will be analysed using commercial software. Then, a set of simulations will be carried out by repeating the analysis for different environmental conditions (such as different wind, wave, current direction and load combinations). The calculated data will be used as an input in the ANN technique. Hawser tensions, motion displacements and selection of mooring types can be estimated by using ANN. Utilization of the ANN technique will play an important role to determine the most reliable platform type for the different operation conditions.

© 2013 GEMİMO. All rights reserved.

#### İrtibat:

Ayhan MENTEŞ / [mentesh@itu.edu.tr](mailto:mentesh@itu.edu.tr)

Murat YETKİN / [yetkinmu@itu.edu.tr](mailto:yetkinmu@itu.edu.tr)

Nagihan TÜRKOĞLU / [turkoglu@itu.edu.tr](mailto:turkoglu@itu.edu.tr)

İsmail YALÇIN / [iyalcin@itu.edu.tr](mailto:iyalcin@itu.edu.tr)

Hakan AKYILDIZ / [akyildiz@itu.edu.tr](mailto:akyildiz@itu.edu.tr)

İsmail Hakkı HELVACIOĞLU / [ismailh@itu.edu.tr](mailto:ismailh@itu.edu.tr)

## 1. Giriş

Karadaki petrol rezervlerinin gün geçtikçe azalması ve enerji ihtiyacındaki ciddi artış gözleri okyanuslara çevirmiştir. Gelişen teknoloji ile derin sularda yapılan arama çalışmaları hız kazanmış, aramalar sonucu okyanus dibinde bulunan zengin yataklar özellikle gelişmiş ülkelerin platform teknolojilerine ciddi yatırımlar yapmasına olanak sağlamıştır. Bu çerçeveden bakıldığında Türkiye'nin mevcut rezervlerini keşfedebilmesi ve olası petrol/doğalgazı çıkartması için milli bir platform ciddi bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye, kullandığı petrolün %95'ini ve doğal gazın %97'sini ithal etmektedir. Petrol/gaz fiyatlarının artması ile birlikte, petrol ve gaz yataklarının keşfinde, karada yapılan çalışmaların yanında kıyılarda ve özellikle derin sularda yapılan çalışmalar da Türkiye için önem kazanmıştır. Bu kapsamda, çalışmaların hızla devam ettiği Karadeniz derin suları önemli bir yere sahiptir. Değişik çevre koşulları altında çalışan bir platformda hizmet verecek çok noktalı tanker-şamandıra bağlama sisteminde; bağlama hatlarına gelen gerilme değerlerinin tahmini, bağlama hatlarının şekli, sistemin yer değiştirme miktarı vb. gibi pek çok parametrenin tayini, risklerin önüne geçilmesi veya en aza indirilmesi için büyük bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada açık denizde petrol üretimi yapılan bir bölgede hizmet verecek çok noktalı tanker-şamandıra bağlama sistemi ele alınmıştır. İkinci bölümde bu çalışmada kullanılan OrcaFlex programı tanıtılmış ve modellenen tankerin analizi yapılarak çeşitli çevre koşullarında bağlama sistemi üzerine gelen gerilmeler ve sistemin yer değiştirme değerleri hesaplanmıştır. OrcaFlex programında yapılan simülasyonlardan elde edilen veriler ANN için giriş değeri olarak kullanılmıştır. ANN modeliyle çeşitli çevre koşullarında olası gerilme, yer değiştirme miktarı, bağlama yeri gibi parametrelerin tahmini üçüncü bölümde anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde tanker için önerilen metodoloji uygulanmış ve elde edilen çıktılar değerlendirilmiştir.

## 2. OrcaFlex Programı

OrcaFlex gibi bazı ticari yazılımlar esnek rayzerler ve bağlama sistemleri için sonlu eleman analizi yöntemini kullanmaktadır. <sup>(1)</sup> OrcaFlex programı tüm deniz rayzer çeşitlerini (katı ve esnek) , global analizi, bağlama sistemlerini, montaj ve kule sistemlerini içerecek şekilde çok çeşitli sayıda açık deniz yapısının statik ve dinamik analizi için Orcina firması tarafından geliştirilmiş dinamik bir benzetim ve hesap programıdır. <sup>(2)</sup>

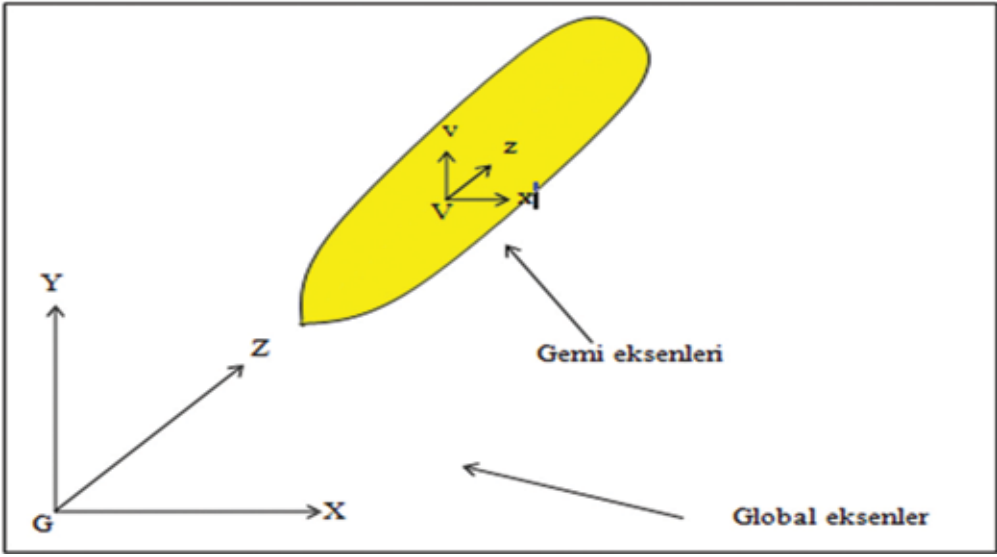
OrcaFlex programı dalga, akıntı ve dış tesirli hareketlerin etkisindeki esnek rayzerler ve göbek bağlı (umbilical) kablolar gibi katı sistemlerinin hızlı ve doğru analizini yapmaya olanak sağlar. Elde edilen sonuçların anlaşılması için geniş bir grafik arayüzü vardır.

Bu program 3 boyutlu doğrusal olmayan sistemlerin zaman bölgesinde çözümünü de yapan bir sonlu elemanlar programıdır. Matematik formülasyonu oldukça basitleştiren bir ayrık-kütle elemanı kullanılır ve program çabuk ve etkili geliştirilmesi için yeni mühendislik gereksinimlerine uygun olup, sistem üzerine ilave kuvvet terimleri ve zorlamaların eklenmesine izin verir.

OrcaFlex ayrıca savunma, oşinografi ve yenilenebilir enerji sektörleri uygulamalarında da kullanılabilir. OrcaFlex ile yapılan modelleme bütünüyle üç boyutlu (3D) olup, çok kablolu sistemlerde, yüzen kablolarda, serbest bırakılan kablo dinamiğinde vb. kullanılabilir. Veriler gemi hareketlerini, düzenli ve karışık dalgaları, rüzgar, akıntı vb. parametreleri içerir. Sonuç çıktılar grafik olarak ve sayısal veriler şeklinde elde edilir.

### 2.1. Eksen Takımı

OrcaFlex programı GXYZ şeklinde bir global koordinat sistemi kullanır. Bu koordinat sisteminde G global orijini, GX, GY ve GZ ise global eksen yönlerini gösterir. Ayrıca, modeldeki her nesnenin konumunu gösteren çok sayıda yerel koordinat sistemleri vardır (Lxyz). Tüm koordinat sistemleri sağ yönlüdür (Şekil 2.1). Bu şekilde global eksen takımı GXYZ ve teknenin yerel eksenini Vxyz şeklinde



Şekil 2.1 OrcaFlex programı eksen takımı.

görülmektedir. Dönme eksen yönü pozitif saat ekseni dönme yönüdür <sup>(2)</sup>.

## 2.2. Statik Analiz

Statik analizin iki amacı vardır:

1. Ağırlık, yüzme, hidrodinamik direnç vb. altında sistem konfigürasyonunun dengesini belirlemek,

2. Dinamik benzetim için bir başlangıç konfigürasyonu oluşturmak.

## 2.3. Dinamik Analiz

Dinamik analiz statik analiz tarafından türetilen bir konumdan başlayarak belirli bir zaman periyodunda modelin hareketlerinin bir zaman benzetimidir. OrcaFlex programında zaman birimi saniyedir.

OrcaFlex programında gemi formu oluşturulurken programın kendi varsayılan gemi formu kaynak alınmıştır. Oluşturulan her gemi programda tanımlı varsayılan gemi formu için tanımlanan parametreleri (RAO katsayıları, ek su kütlesi, sönüm, hidrodinamik direnç, rüzgar direnci, dalga sürüklenme kuvveti vb. katsayıları) Froude ölçeğini kullanarak yeni gemi formu için oluşturmaktadır.

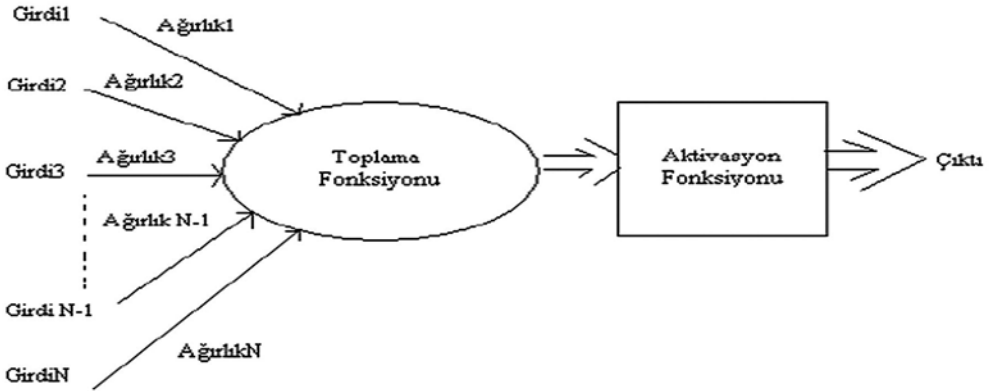
## 3. Yapay Sinir Ağları Yöntemi

### 3.1. Yapay Sinir Ağları Yönteminin Yapısı

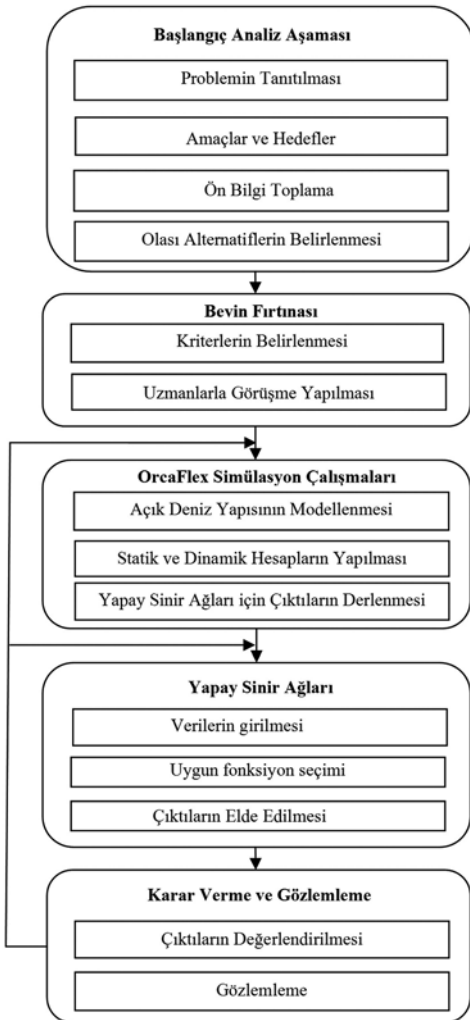
Yapay sinir ağları gerçek sinir hücrelerin-

den yola çıkılarak elde edilen bir bilgi işleme sistemidir. Bu yapı insanlar gibi tecrübelerden öğrenme sağlayan bir sistemdir. <sup>(3)</sup> Sinir hücresine gönderilen veriler belli ağırlıklarla hücreye bağlanır. Bu ağırlıklar gizli katman fonksiyonunda toplanır. Bu, sisteme gönderilen net girdi olarak adlandırılır. Daha sonra bir aktivasyon fonksiyonu ile işlem görülür. Bu işlemlerden sonra çıktı hesaplanır. Elde edilen çıktı, yapay sinir ağının kendi fonksiyonuyla elde ettiği bir sonuçtur. Yapay sinir ağlarının basit olarak çalışma yöntemi Şekil 3.1'de gösterilmektedir. <sup>(4)</sup>

Yapay sinir ağlarında sistem kendi içerisinde öğrenme şeklinde çalışır ve dışarıya yalnız sonucu verir. Ağırlıkların toplama fonksiyonuna giden verilere etkisi ve aktivasyon fonksiyonundaki işlemler veri olarak alınmamaktadır. Yapay sinir ağlarında model oluşturmanın çeşitli yolları bulunmaktadır. Bunlar eğitilmiş-egitimsiz öğrenme ve sistemin sonuçlarını, verileri giren kişinin yorumlayarak sisteme tanıtmaları yoluyla ağırlıkların tekrar oluşturulması yöntemidir. Eğitilmiş öğrenmede sisteme girdiler ve çıktılar verilip ağırlıklar hesaplatılır. Eğitimsiz öğrenmede ise sadece girdiler verilir ve çıktı değerleri ol-



Şekil 3.1 Yapay sinir ağının çalışma şeması



Şekil 3.2 Önerilen metodoloji

madan ağırlıklar hesaplanması istenir.

Yapay sinir ağları sınıflandırma, karakter-el yazısı tanıma, kontrol, teşhis, optimizasyon, robotik, görüntü işleme ve veri ilişkilendirme gibi alanlarda oldukça sık kullanılmaktadır. <sup>(5)</sup>

Yapay sinir ağlarının en büyük özelliği doğrusal olmayan problemlerin çözümünde de sonuç vermesidir. Çok noktalı tanker-şamandıra bağlama sistemi de çok değişik çevre şartlarında çalışması ve gemi hareketlerinde doğrusal olmayan pek çok faktör rol aldığı için yapay sinir ağları kullanılması doğru bir yaklaşım olacaktır. <sup>(6)</sup>

### 3.2. Önerilen Metodoloji

Ele alınan problemin çözümünde; başlangıç analizi, bevin fırtınası, OrcaFlex simülasyon çalışmaları, yapay sinir ağları, karar verme ve gözlemeleme adımlarından oluşan bir yöntem önerilmiştir (Şekil 3.2) .

## 4. Uygulama

### 1. Adım: Başlangıç Analiz Aşaması

Bu çalışmada çok noktalı bir tanker-şamandıra bağlama sistemi ele alınmıştır. Tanker için halatlara gelen maksimum gerilme değerleri ve sistemin maksimum yer değiştirme miktarları OrcaFlex programı kullanılarak hesaplanarak ele alınan modelin girdileri (rüzgar hızı, yönü, akıntı, dalga kuvvetleri vb.) ve çıktıları (gerilme, yerdeğiştirme) ANN sisteminde modellenecek, halatlara gelen gerilmeler ve yer değiştirmeler hesaplanacaktır. Bu amaçla başlangıçta, çok noktalı bağlama

**Tablo 4.1** Tanker –şamandıra bağlama sistemi için bağlama seçenekleri.

Seçenekler	Tanker – şamandıra bağlama sistemi seçenekleri
A1	Başta 1 çapa ve kıçta 1 şamandıralı sistem
A2	Başta ve kıçta 1'er şamandıralı sistem
A3	Başta 1 şamandıra ve kıçta 2 şamandıralı sistem
A4	Başta 1 çapa ve kıçta 2 şamandıralı sistem
A5	Başta 2 şamandıra ve kıçta 2 şamandıralı sistem
A6	Başta 1 çapa, 1 şamandıra ve kıçta 2 şamandıralı sistem
A7	Başta 2 çapa ve kıçta 2 şamandıralı sistem
A8	Başta 1 çapa, 1 şamandıra ve kıçta 3 şamandıralı sistem
A9	Başta 2 çapa, 1 şamandıra ve kıçta 2 şamandıralı sistem
A10	Başta 2 çapa ve kıçta 3 şamandıralı sistem
A11	Başta 1 çapa, 2 şamandıra ve kıçta 3 şamandıralı sistem
A12	Başta 2 çapa, 1 şamandıra ve kıçta 3 şamandıralı sistem

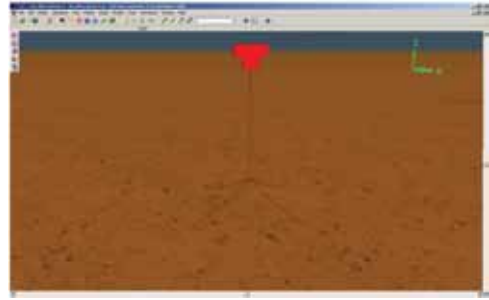
sistemleri konusunda ön bilgi toplanmış ve uzmanlarla beyin fırtınası öncesi bir takım bağlama şekilleri tasarlanmıştır.

## 2. Adım: Beyin Fırtınası

Tanker için olası alternatif bağlama sistemlerinin ve bunların seçiminde etkin olan kriterlerin belirlenmesi bu alanda uzman olan kişilerle görüşülerek beyin fırtınası tekniğiyle elde edilmiştir (Çizelge 4.1) <sup>(7)</sup>.

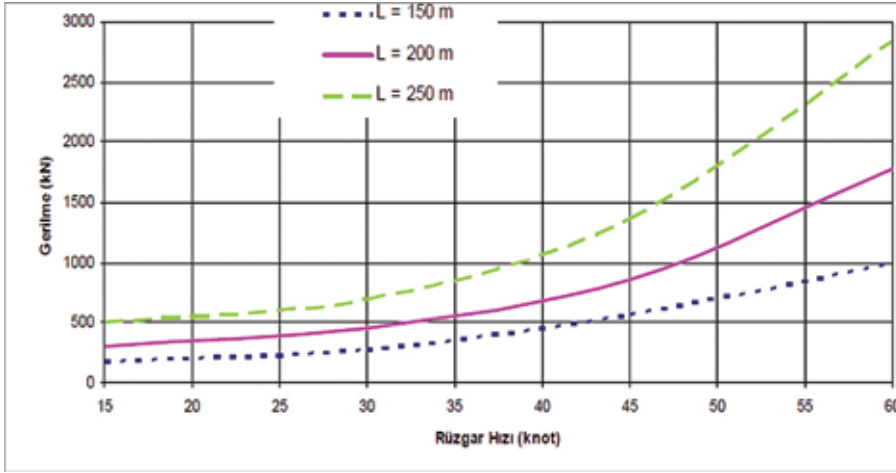
## 3. Adım: OrcaFlex Programıyla Modelleme

Analizleri yapılacak tankerin, (Çizelge 4.1)de verilen 12 farklı bağlama şekli için OrcaFlex programında ayrı ayrı modellemesi yapılmıştır. Kullanılan şamandıra sistemi şamandıra, çabuk çözünür kanca, yükselen zincir, ring, 4 yatak zinciri (global eksen takımına göre N (kuzey), S (güney), E (doğu), W (batı) yönlerinde konumlandırılmış), yatak zinciri çapalar (4adet) ve sinker betonlardan (4 adet) oluşmaktadır. Şamandıralar tankere 45o açıyla ve 90 m. uzunluğundaki halatlarla bağlanmıştır. Şekil 4.1'de Orcaflex'de oluşturulan bir şamandıra sistemi görülmektedir.

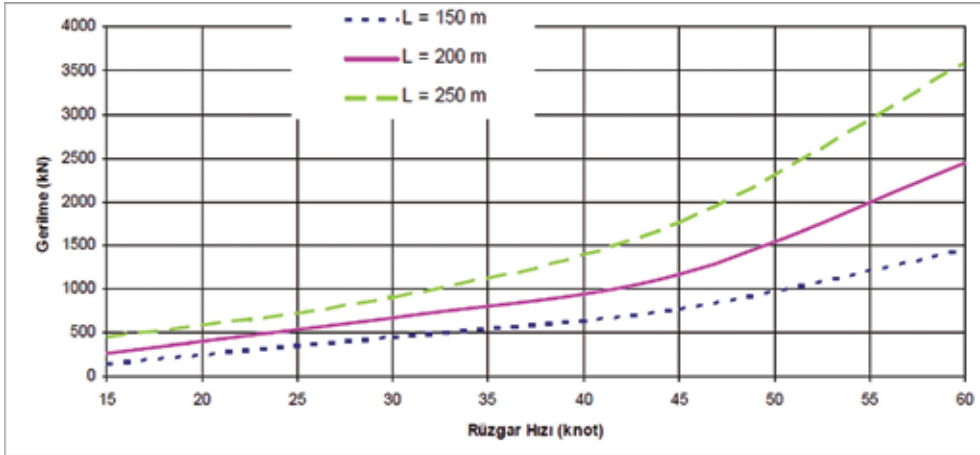
**Şekil 4.1** Şamandıra sistemi

12 farklı tanker-şamandıra bağlama seçeneği için halat ve çapalara gelen maksimum gerilme miktarları ve tankerin baş, orta ve kıç kısmındaki maksimum hareket miktarları hesaplanmıştır. Baş iskele ve baş sancak halatlarına gelen maksimum yükü gösteren grafikler OrcaFlex programından elde edilmiştir. (Şekil 4.2 - Şekil 4.3).

Yine aynı şekilde en büyük tonajlı tanker için tüm bağlama sistemi seçeneklerinde gemi başında, ortasında ve kıç kısmındaki maksimum hareket miktarları ise Çizelge 4.2' de verilmiştir <sup>(7)</sup>.



Şekil 4.2 Baş iskele şamandıra halatına gelen maksimum yük



Şekil 4.3 Baş sancak şamandıra halatına gelen maksimum yük

#### 4. Adım: Yapay Sinir Ağları

Çalışmanın bu aşamasında halatlara gelen gerilmeler çok katmanlı ileri beslemeli ANN yöntemi ile hesaplanmıştır. ANN'ye girdi olarak rüzgar ve akıntı hızları, dalga boyu, halatların bağlama açısı vb. kriterler girilmiş ve çıktı olarak gerilme ve yer değiştirme değerleri elde edilmiştir.

Şekil 4.4'te yapay sinir ağları tekniğiyle yapılan benzetim çalışmalarında 5 noktadan bağlı bir sistemde kış iskele şamandırasına bağlı halat gerilmeleri için elde edilen sonuçlar verilmiştir. Toplam korelasyon sayısı  $R=0,99323$  ile çok iyi bir yakınsama sağlanmıştır.

#### 5. Adım: Karar Verme ve Gözlemlene

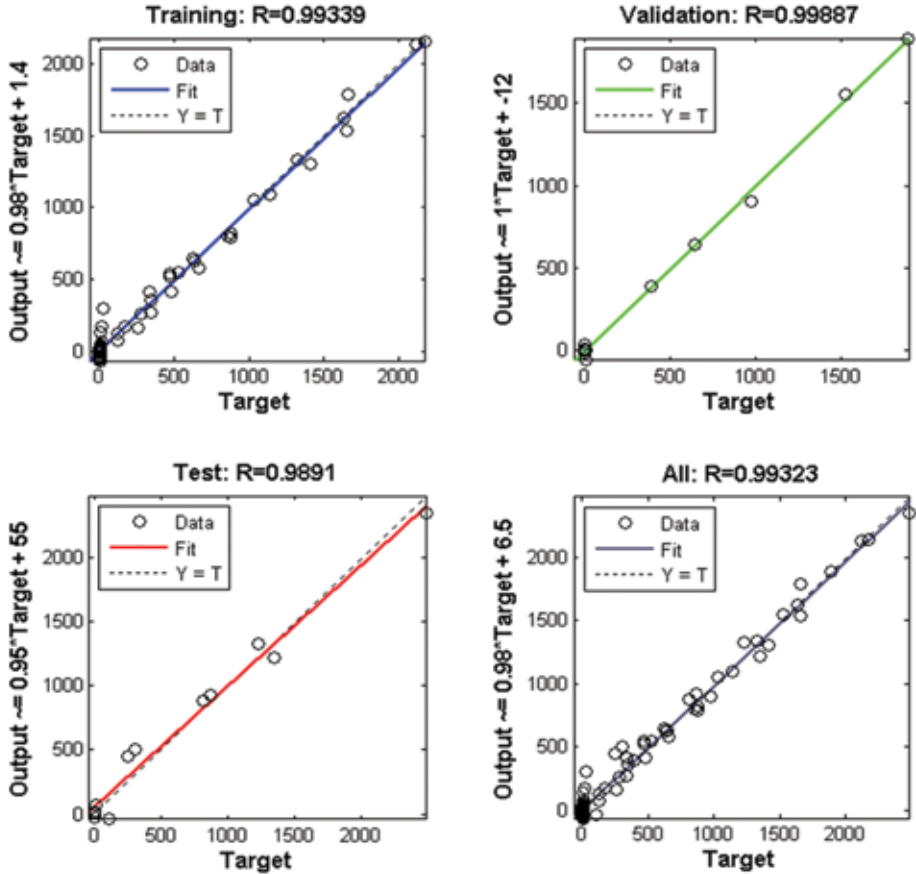
Son adımda farklı dalga, akıntı ve rüzgar karakteristikleri kullanılarak elde edilen değerler ile ANN tekniğiyle elde edilen değerler karşılaştırılmış ve %10'luk hata payı içerisinde sonuçlar elde edilmiştir. Bu hata payına bağlı olarak sonuçlar yeterli görülmüştür.

#### 5. Sonuç

Bu çalışmada Karadeniz'in derin sularında petrol üretimi yapılacak bir bölgede hizmet verecek çok noktalı tanker-şamandıra bağlama sisteminde meydana gelecek maksimum gerilme ve yer değiştirme miktarları OrcaFlex

Tablo 4.2 Tanker için maksimum yer değiştirme miktarları.

Seçenekler	Tanker Maksimum Yer değiştirme Miktarları		
	Gemi Ortasında	Başında	Gemi kıçında
A1	74	95	58
A2	81	106	72
A3	45	79	30
A4	45	82	16
A5	34	44	42
A6	32	33	38
A7	26	31	33
A8	28	29	37
A9	25	25	35
A10	21	24	32
A11	19	20	28
A12	22	20	20



Şekil 4.4 Kıç iskele şamandırasına bağlı halat için yapay sinir ağları ile elde edilen gerilme değerleri

programı ve ANN yaklaşımı kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların uyumu, çalışmanın sağlam temeller üzerinde oturduğunu göstermiştir. Yapay sinir ağlarının probleme kolay uyum sağlaması, çıkış değerlerinin kısa sürede elde edilebilmesi ve oldukça iyi sonuçlar vermesi gemi ve deniz endüstrisinde, benzer problemlerin çözümünde de önemli bir rol oynayacaktır. Çalışmanın devamında ANN sistemi kullanılarak tekne formu üzerinde en uygun bağlama yerinin tespiti yapılacak ve bu çalışma farklı tipteki açık deniz yapıları (SPAR, TLP, Yarı-batık platform vb.) için denenecektir.

## Kaynakça

1. Simoes M.G., Tiquilloca J.L.M, Morishita H.M. ; “Neural-Network-Based Prediction of Mooring Forces in Floating Production Storage and Offloading Systems”, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 38, No.2, 2002.
2. OrcaFlex™ User Manual, 1987-2008. Version 9.1e, Copyright Orcina Ltd..
3. Uddin A., Jameel M., Razak H.A., Islam S.; “Response Prediction of Offshore Floating Structure Using Artificial Neural Network” Department of Civil Engineering, University of Malaya, Kuala Lumpur, 2011
4. Ataseven B.; Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi, Marmara Ün. SBE Öneri Dergisi, Cilt 10, Sayı 39.
5. Bayır F.; “Yapay Sinir Ağları ve Tahmin Modellemesi Üzerine Bir Uygulama” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul, 2006.
6. Gençoğlu M.T.; Güç Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları Uygulamaları, Kaynak Elektrik, 221, 167-174, Ekim, 2007.
7. Menteş A.; “Açık Deniz Yapıları Bağlama Sistemlerinin Dizaynında Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması” Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.