

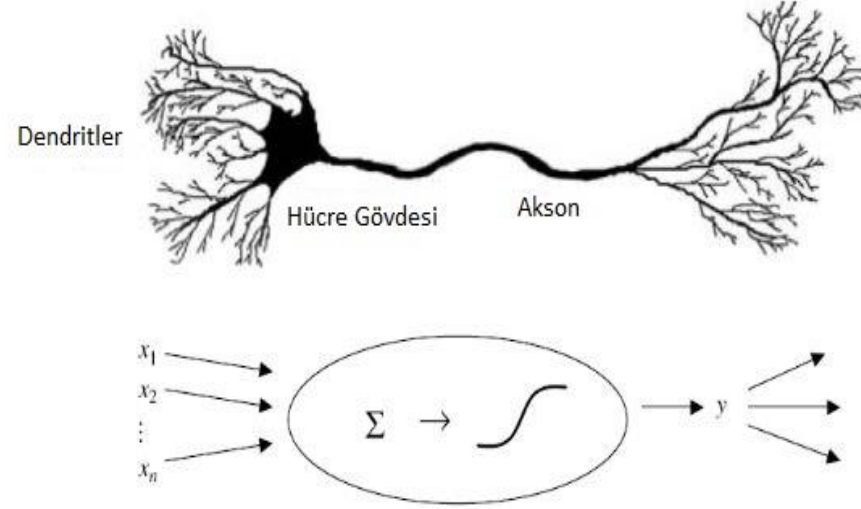
YOLCU GEMİLERİNİN ATIKSULARININ DENİZDEKİ SEYRELMELERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE İNCELENMESİ

Volkan ŞAHİN

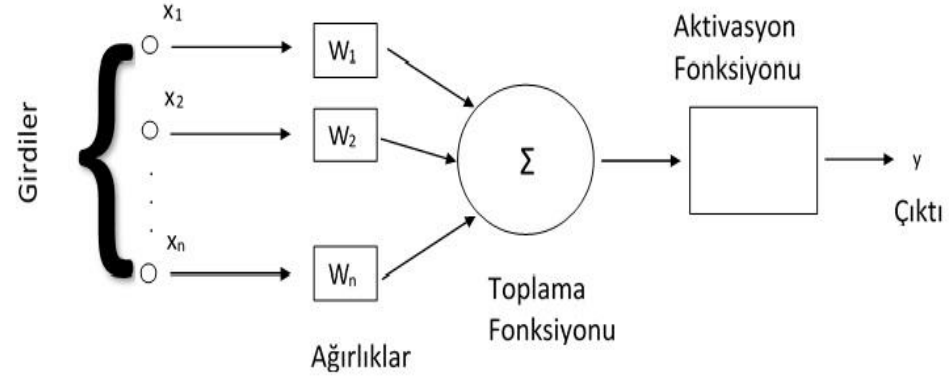
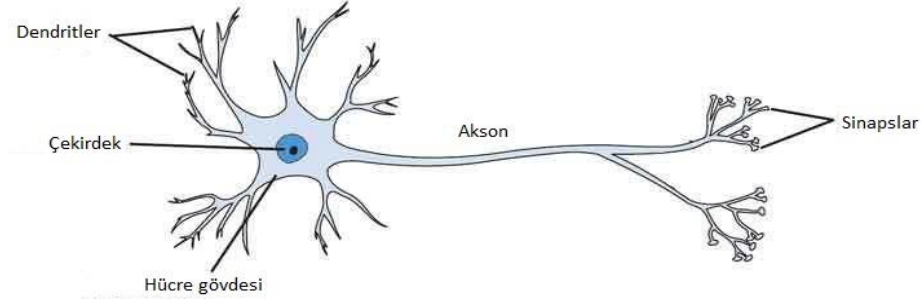
Levent BİLGİLİ

Nurten VARDAR

YAPAY SİNİR AĞLARI



- Yapay sinir ağı (YSA), en temel tanımıyla öğrenme sürecinde insan beynini taklit eden yapay öğrenme sistemleridir.
- Dendritler hücreye gelen bilgileri toplayan; aksonlar bu bilgileri diğer sinir hücrelerine ileten; sinapslar ise bilgileri ağırlıklandırıp bir sonraki sinir hücresinin dendritlerine ileten elemanlardır.
- Bütün bu sistem nöron olarak adlandırılır ve öğrenmenin kalitesi, sürekliliği ve hızı nöronların birbirleriyle sağlıklı ve güçlü iletişim kurmalarına bağlıdır. Birbirleriyle sürekli iletişim halinde bulunan nöronlar, dış dünyadan gelen bilgiyi birbirlerine aktararak öğrenme sürecini gerçekleştirirler ve bu verileri girdi olarak kullanıp sonuçta öğrenme işlemini çıktı olarak elde ederler.



İnsan sinir sistemindeki;

Sinir sistemi

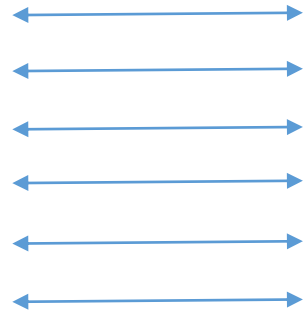
Sinir

Sinaps

Dendrit

Hücre gövdesi

Akson



Yapay Sinir Ağlarında;

Sinirsel hesaplama sistemi

Düğüm

Ağırlıklar

Toplama fonksiyonu

Aktivasyon fonksiyonu

Sinir çıkışına tekabül etmektedir.

EPA Seyrelme Faktörü Formülü

Büyük yolcu gemileri için;

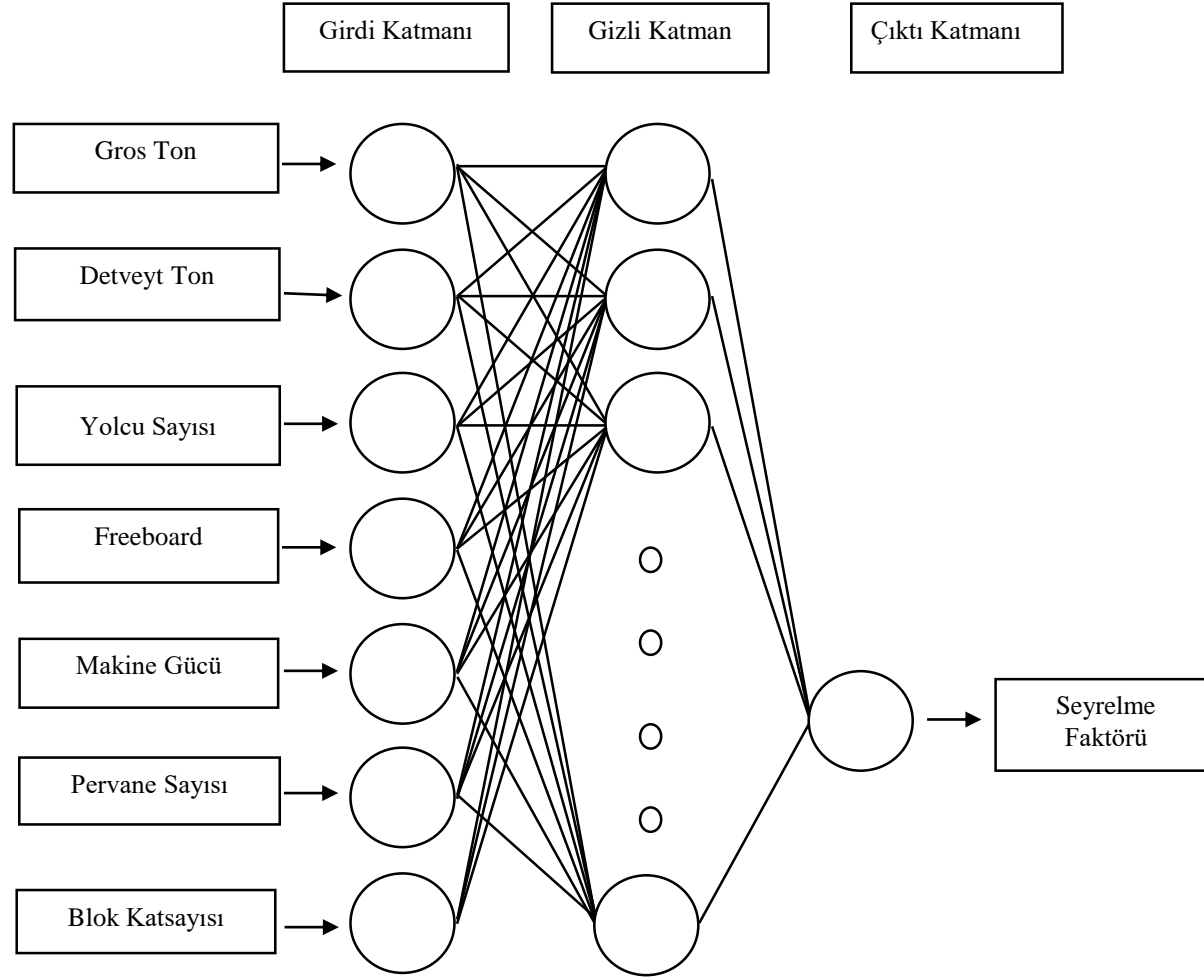
$$\mathbf{SF = 4x (B \times D \times V) / (Q)}$$

Küçük yolcu gemileri için;

$$\mathbf{SF = 3x (B \times D \times V) / (Q)}$$

- **SF** = Seyreltme Faktörü
- **B** = Gemi Geniřliđi (m)
- **D** = Gemi Draftı (m)
- **V** = Gemi Hızı (m/s)
- **Q** = Atık Su Boşaltım Debisi (m³/s)

- Bu çalışmada; EPA tarafından verilen seyrelme faktörü formülü kullanılarak 1041 tane büyük yolcu gemisinin seyrelme faktörü hesaplanmıştır. Hesaplanan seyrelme faktörü değerleri, gerçek değerler olarak kabul edilmiştir.



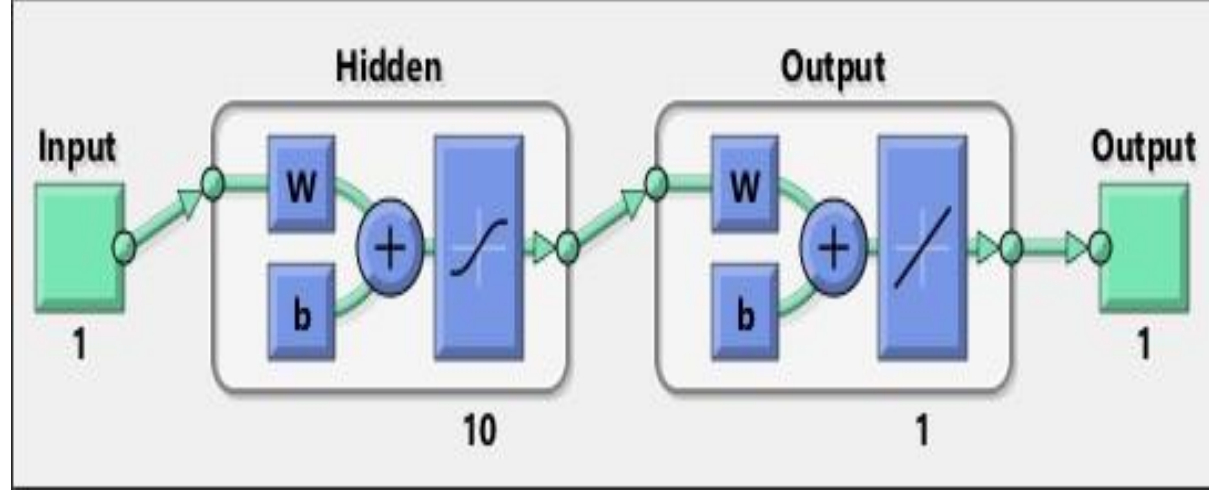
- Gemi grostonajı, deadweight tonajı, yolcu sayısı, freeboard değeri, makine gücü, pervane sayısı, blok katsayısı değerleri yapay sinir ağlarına girdi olarak, EPA formülüne göre hesaplanan seyrelme faktörü değerleri de çıktı olarak verilmiştir.

- Toplamda 1041 tane büyük yolcu gemisinin verileri ; **%70 eğitim** ve **%30 test** olacak şekilde yapay sinir ağlarına tanıtılmıştır.
- %70'lik datanın sisteme gemi grostonajı, deadweight tonajı, yolcu sayısı, freeboard değeri, makine gücü, pervane sayısı, blok katsayısı değerleri '**girdi**' olarak verilerek, '**seyrelme faktörü**' formülüne göre hesaplanarak verilen '**çıktı**' değerlerine göre kendini eğitmesi istenmiştir.
- Sistem eğitimi tamamlandıktan sonra sisteme daha önce hiç tanıtılmayan %30'luk kısmın grostonajı, deadweight tonajı, yolcu sayısı, freeboard değeri, makine gücü, pervane sayısı, blok katsayısı değerleri sisteme girdi olarak tanıtılarak, yapay sinir ağları tarafından çıktı olarak seyrelme faktörü değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler, formülle elde edilen değerlerle kıyaslanarak, en iyi yapay sinir ağı yöntemi belirlenmiştir.

Girdiler	-Gros Ton	
	-Detveyt Ton	
	-Yolcu Sayısı	
	-Freeboard	
	-Makine gücü	
	-Pervane Sayısı	
	- Blok Katsayısı	
Ağ Tipleri	-Feed-forward backpropagation	
	-Cascade-forward backpropagation	
Eğitim Fonksiyonları	-TRAINBFG	-TRAINGDA
	-TRAINBR	-TRAINGDX
	-TRAINCGB	-TRAINLM
	-TRAINCGF	-TRAINOSS
	-TRAINCGP	-TRAINR
	-TRAINGD	-TRAINRP
	-TRAINGDM	-TRAINSOG
Öğrenme Fonksiyonları	-LEARNGD	
	-LEARNGDM	
Performans ve Hata Fonksiyonları	-MSE	
	-SSE	
Nöronlar	-8	
	-10	
	-12	
Aktivasyon Fonksiyonları	-LOGSIG	
	-TANSIG	
	-PURELIN	
Çıktı	-Sevrelme Faktörü	

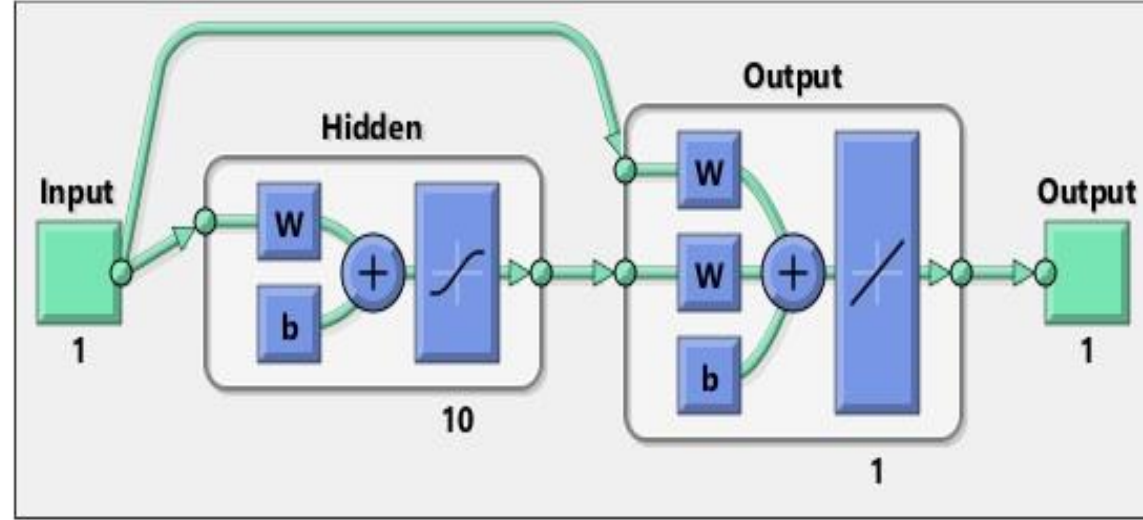
Ağ Tipleri;

1. Feed-forward backpropagation (FFB):



- FFB algoritmaları bir katmanlar serisinden meydana gelir. İlk katman girdilerle ilişkiliyken son katman çıktı ile ilişkilidir. Girdilerden gelen veriler katmanlar aracılığıyla çıktılara iletilir. İlk katman, dış ortamdan aldığı veriyi değiştirmeden bir sonraki katmana iletir ve öğrenme bu şekilde ilerledikçe bulunan hatalar geriye doğru yayılarak sistem, mümkün olduğunca doğru bir öğrenme algoritması oluşturmaya çalışır.
- FFB algoritmaları sadece ileri doğrultuda ilerleyen yani gizli nöronlar arasında döngüsel bir bağlantısı olmayan ve çok yaygın olarak kullanılan algoritmalarıdır. Bu algoritmalar, karmaşık doğrusal olmayan ağ ilişkilerini öğrenmekte kullanılabilir.

2. Cascade-forward backpropagation (CFB):

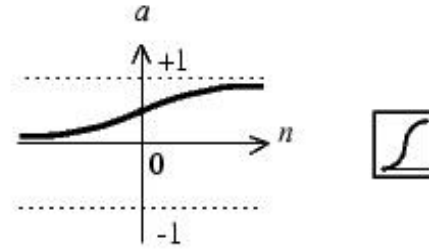


- CFB algoritmaları FFB algoritmalarıyla büyük ölçüde benzerlik taşır. Tek fark, girdilerden ve katmanlardan bir sonraki katmana doğrudan bağlantı içermeleri ve her katmanın nöronları önceki katmanlardaki nöronlarla bağlantı içinde olmasıdır. Bu algoritmalarda öğrenme süreci bir nöronla başlar ve sistem eğitim sırasında otomatik olarak yeni nöronlar üretir .

Aktivasyon Fonksiyonları

- Aktivasyon fonksiyonları, toplama fonksiyonundan gelen bilgiyi işleyerek çıktı katmanına iletir. YSA modelleri için en sık kullanılan bu üç aktivasyon fonksiyonu LOGSIG, TANSIG ve PURELIN fonksiyonlarıdır.
- LOGSIG fonksiyonunun dinamik değişim aralığı [0 1] arasındadır ve bu fonksiyona ait formülasyon aşağıdaki şekilde verilir.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



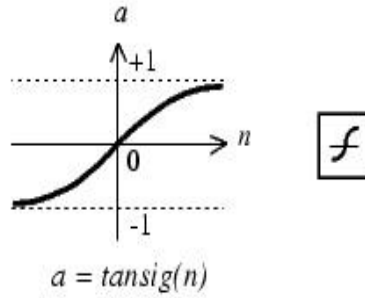
$$a = \text{logsig}(n)$$

Log-Sigmoid Transfer Function

LOGSIG fonksiyonuna ait şematik gösterim

- TANSIG fonksiyonun dinamik değişim aralığı [-1 1] arasındadır ve bu fonksiyona ait formülasyon aşağıdaki őekildedir.

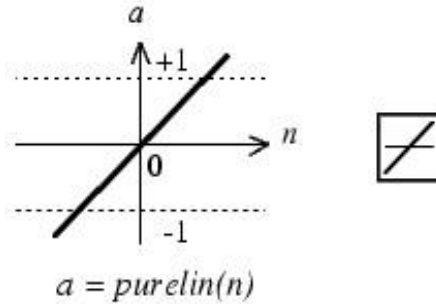
$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$



Tan-Sigmoid Transfer Function

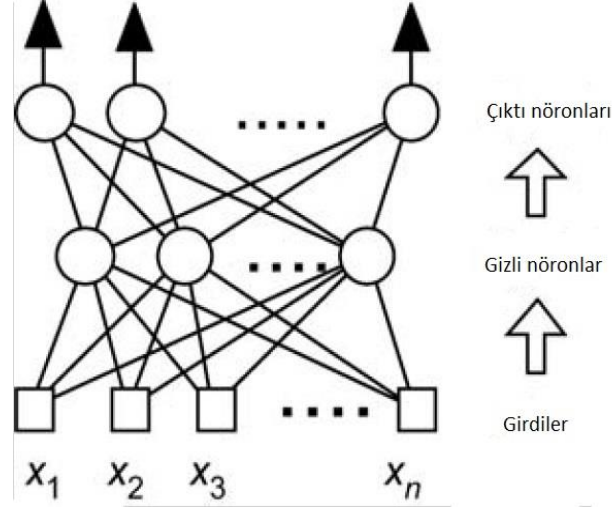
- PURELIN fonksiyonunun dinamik değişim aralığı da [-1 1] arasındadır ve bu fonksiyona ait formülasyon aşağıdaki gibi verilir.

$$f(x) = x$$



Linear Transfer Function

- Bu çalışmada Mathworks® MATLAB Neural Network Toolbox içerisinde LOGSIG ve TANSIG fonksiyonları gizli katmanda, PURELIN ve TANSIG fonksiyonları ise çıkış katmanında kullanılmıştır.



- LOGSIG ve TANSIG fonksiyonlarının kullanılabilmesi için verilerin normalize edilmesi gerekmektedir. LOGSIG ve TANSIG fonksiyonları için normalize formülleri;

$$x_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$



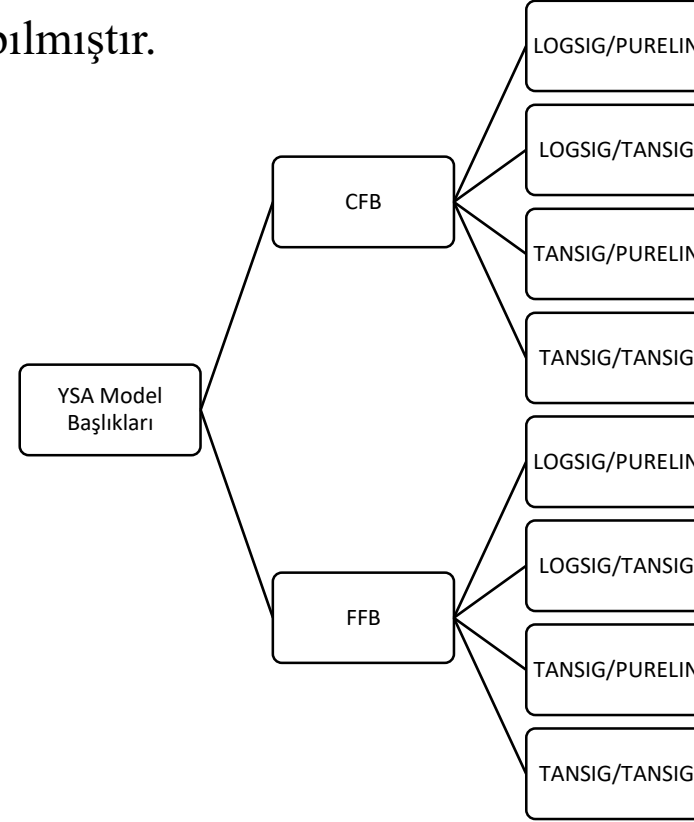
LOGSIG fonksiyonu için normalizasyon formülü

$$x_{norm} = 2 \times \left(\frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right) - 1$$



TANSIG fonksiyonu için normalizasyon formülü

- FFB ve CFB ağ tipleri için LOGSIG-PURELIN, LOGSIG-TANSIG, TANSIG-PURELIN ve TANSIG-TANSIG kombinasyonları denenmiştir. Hesaplamalar, bu tanımlamalar dahilinde sekiz ana başlıkta toplanmıştır. Herbir başlık için 168 tane analiz yapılmıştır.



- Her başlıktan 10'ar tane olmak üzere en iyi sonuç veren yani gerçek verilere en yakın sonuçlar sağlayan toplam 80 adet yöntem belirlenmiştir. En iyi yöntemler belirlenirken kök ortalama kare hatası (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) yöntemleri kullanılmıştır.

HATA TESPİT YÖNTEMLERİ

- RMSE (Root Mean Square Error), MAE (Mean Absolute Error) , MRE (Mean Relative Error) yöntemleri literatürde YSA sonuçlarının hata analizinde kullanılan en yaygın yöntemlerdendir.

$$RMSE = \frac{\sum_{i=1}^n (SF_{EPAi} - SF_{YSAi})^2}{n}$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n SF_{EPAi} - SF_{YSAi}}{n}$$

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|SF_{EPAi} - SF_{YSAi}|}{SF_{EPAi}}$$

Büyük Yolcu Gemilerinin EPA Formülüyle Hesaplanan ve YSA Tarafından Tahmin Edilen Sonuçlarının Karşılaştırılması

