



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0237

ENGINEERING SCIENCES

Received: May 2011

Accepted: October 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Turan Yıldız

Servet Yıldız

Oğuzhan Keleştemur

Yakup Bölükbaş

Firat University

turan.yildiz@mynet.com

Elazığ-Turkey

ATIK MERMER TOZU VE CAM LİF KATKILI BETONLARIN BASINÇ DAYANIMLARININ YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TAHMİNİ

ÖZET

Bu çalışmada, su/çimento oranı 0,60 olan, 300 ve 350 dozlu betonların üretimi sırasında karışıma 4 farklı oranda kırılmış cam lif ilave edilerek elde edilen bu serilere filler malzeme ile hacimce %25, 50, 75 ve 100 oranlarında yer değiştirecek şekilde atık mermer tozu ilave edildi. Elde edilen numunelerin ultrases geçiş hızları, porozite değerleri, yarmada çekme dayanımları ve basınç dayanımları belirlendi. Yapay sinir ağına (YSA) girdi seti olarak dozaj, agrega miktarı, lif oranı, mermer tozu oranı, porozite, ultrases geçiş hızı ve yarmada çekme dayanımı değerleri seçilerek basınç dayanımları tahmin edildi. Çalışma sonucunda, geliştirilen YSA modeli ile deneysel olarak elde edilen veriler karşılaştırıldı ve sonuçların uyum içerisinde olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Cam Lif, Atık Mermer Tozu, Beton,
Yapay Sinir Ağı, Basınç Dayanımı

ESTIMATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF WASTE MARBLE DUST AND GLASS FIBRE INCLUDED CONCRETES BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

ABSTRACT

In this study, during the production phase of 300 and 350 dosages concretes which has 0.60 water/cement ratio, clipped glass fibre added to the mixture in ratio of four including the filler material and 25, 50, 75 and 100% volume ratio waste marble dust which can be used in place of filler material. Compressive strength, splitting tensile strength, ultrasonic pulse velocity and porosity coefficient of obtained sample were determined. Approximate estimation of compressive strength performed via selecting dosages, fibre ratio, marble dust ratio, porosity coefficient, ultrasonic pulse velocity and splitting tensile strength as an input of Artificial Neural Network (ANN). As a result of this study, developed ANN model compared with the obtained experimental values and it was detected that results match with each other.

Keywords: Glass Fibre, Waste Marble Dust, Concrete,
Artificial Neural Network, Compressive Strength.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Beton, yapı endüstrisinin en önemli elemanlarından biridir. Bu sebeple betonun kritik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar ile beton performansını arttıran farklı çözümler oluşturulmuştur. Lif takviyeli betonlar bu uygulamalardan biridir. Liflerin beton karışımlarına katılması çatlakları önleyici bir etki yapmaktadır. Bu lifler tek çeşit olarak kullanılabilecekleri gibi malzemenin değişik özelliklerini iyileştirebilmek açısından birkaç lif karıştırılarak da kullanılabilmektedir. Böyle üretilen betonlar Karma Lif Takviyeli Betonlar (Hybrid Fiber Reinforced Concretes) olarak isimlendirilmektedir. Büyük ve çekme dayanımı yüksek lifler büyük çatlakları, kısa ve çekme dayanımı düşük lifler ise çatlak başlaması ve ilerlemesini kontrol amacıyla kullanılmaktadır. Lifler; betonun çekme, basınç ve eğilme dayanımı ile rötire, sünme, yorulma gibi mekanik özelliklerini ve yangına dayanıklılığını; miktarına, şekline, beton içindeki dağılımına, uzunluğuna, hangi malzemeden yapıldığına ve narinlik adı verilen boy/çap oranına göre etkilemektedirler. Lif takviyeli betonların bir çeşidi olan Cam Lif Takviyeli Beton ise cam lif, çimento, agrega ve su karışımından oluşan malzemedir [1]. Cam lif takviyesi, betonda erken dönemde oluşacak mikro çatlakların gelişimini engelleyerek veya geciktirerek betonun çekme dayanımını ve tokluğunu arttırmak amacıyla kullanılmaktadır [2 ve 3].

Beton performansını arttıran çözümlerden bir diğeri de beton içerisinde kullanılan atık mermer tozudur. Atık mermer tozunun betonda ince agrega veya mineral katkı olarak kullanılabilişliğini araştırmak amacıyla literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Atık mermer tozunun ince malzeme olarak beton içerisinde kullanılması üzerine yapılan çalışmada, beton içerisinde bulunan mermer tozu miktarının artmasıyla basınç dayanımında artışlar olduğu gözlenmiştir. Yine aynı çalışmada mermer tozu miktarının artmasıyla porozite değerinde düşüşler ve ultrases geçiş hızlarında artışlar meydana geldiği vurgulanmıştır [4].

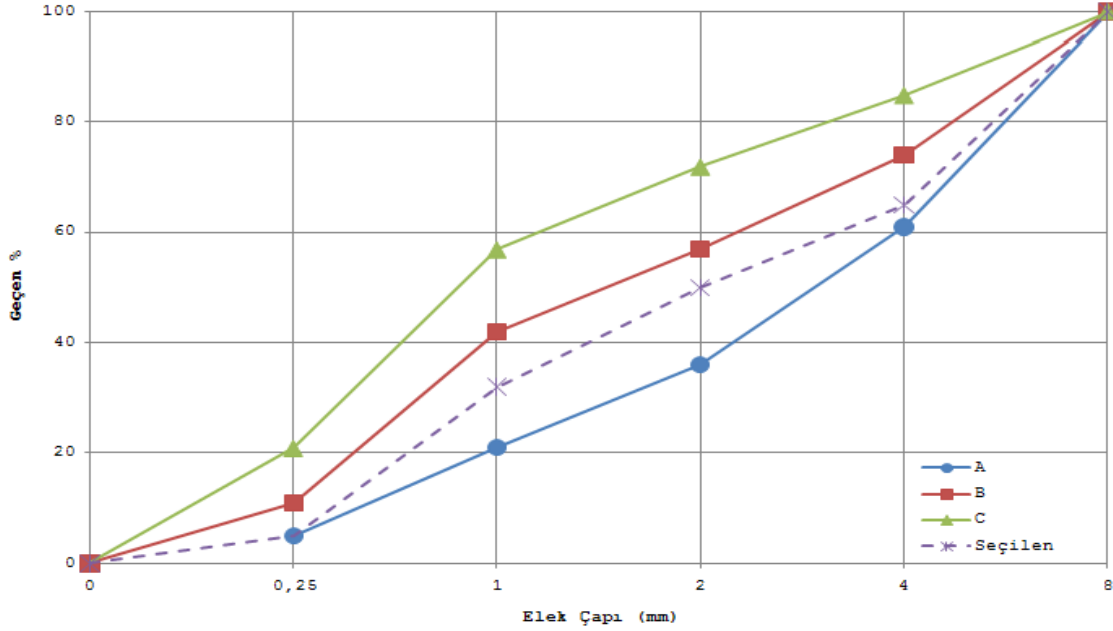
Yapay sinir ağları insanlar tarafından gerçekleştirilmiş örnekleri kullanarak olayları öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üretebileceğini belirleyen bilgisayar sistemleridir. Örneklerden elde ettikleri bilgiler ile kendi deneyimlerini oluşturur; daha sonra benzer konularda benzer kararlar verirler. Teorik olarak bir yapay sinir ağının en temel görevi kendisine gösterilen bir girdi setine karşılık gelebilecek bir çıktı seti belirlemektir. Bunu yapabilmesi için ağ, ilgili olayın örnekleri ile eğitilerek (öğrenme) genelleme yapabilecek yeteneğe kavuşturulur. Bu genelleme yeteneği ile benzer olaylara karşılık gelen çıktı seti belirlenmektedir [5].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, su/çimento oranı 0,60 olan, 300 ve 350 dozlu betonların üretimi sırasında karışıma 4 farklı oranda kırılmış cam lif ilave edilerek elde edilen bu serilere filler malzeme ile hacimce %25, 50, 75 ve 100 oranlarında yer değiştirecek şekilde atık mermer tozu ilave edilerek numuneler hazırlandı. Yapay sinir ağı (YSA) modeli geliştirilerek numunelerin basınç dayanımları tahmin edilmiştir. Elde edilen numunelerin ultrases geçiş hızları, porozite değerleri, yarmada çekme dayanımları ve basınç dayanımları belirlendi. Yapay sinir ağına (YSA) girdi seti olarak dozaj, agrega miktarı, lif oranı, mermer tozu oranı, porozite, ultrases geçiş hızı ve yarmada çekme dayanımı değerleri seçildi. Çıktı seti olarak ise basınç dayanım değerleri alındı. Yapılan bu çalışma ile geliştirilen YSA modelinin deneysel olarak elde edilen veriler ile karşılaştırılarak güvenilirliği araştırılmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD)

Deney çalışmalarında kullanılan beton numunelerin hazırlanması amacıyla, agrega olarak Elazığ Palu yöresine ait yıkanmış dere agregası kullanılmıştır. Kullanılan agreganın maksimum dane çapı 8 mm seçilmiş ve bu agregaya ait granülometri eğrisi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Agrega granülometri eğrisi
(Figure 1. The grading curve of aggregate)

Çalışmalarda çimento olarak, Çimentaş Elazığ çimento fabrikasında üretilen CEM I tipi PÇ 42,5 portland çimentosu kullanılmıştır. Kullanılan çimentoya ait kimyasal ve fiziksel özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çimentonun özellikleri [6]
(Table 1. The properties of cement [6])

Kimyasal Kompozisyon (%)		Fiziksel Özellikler	
SO ₃	2,69	Özgül Ağırlık (mg/m ³)	3,12
MgO	2,1	Özgül Yüzey (cm ² /gr)	3749
CI	0,005	Priz Başlangıcı (Dakika)	161
Serbest Kireç	0,5	Priz Sonu (Saat)	04,20
Çözünmeyen Kalıntı	0,26	Su İhtiyacı (Vicat Suyu) (%)	29,6
Kızdırma Kaybı	1,58	Hacim Sabitliği (mm)	0,4
Eşdeğer Alkali (Na ₂ O+0,658K ₂ O)	-	2Günlük Basınç Dayanımı (MPa)	22,4
		7 Günlük Basınç Dayanımı (MPa)	39,4
		28 Günlük Basınç Dayanımı (MPa)	51

Beton numunelerde lif katkısı olarak, Cam Elyaf Sanayi A.Ş. tarafından üretilen EMAT(1) cam lif keçeleri kullanılmıştır. Kullanılan cam life ait özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Cam lif özellikleri [7]
(Table 2. The properties of fiber glass [7])

Lif Çeşidi	Lif Boyu (mm)	Lif Çapı (µm)	Özgül Ağırlık (mg/m ³)	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)
Cam	12	14	2,68	72000	1700

Çalışmada mermer tozu katkısı olarak, Elazığ Alacakaya Mermer ve Maden İşletmesi San. ve Tic. A.Ş. tarafından üretilen iki ayrı mermer türünün (Elazığ vişne, Hazar bej) üretimleri sırasında açığa çıkan sulu atıkları kurutulup öğütülerek kullanılmıştır. Atık mermer tozu olarak kullanılacak ürünün elde edildiği mermer malzemelerin özellikleri Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3. Mermer özellikleri [8]
(Table 3. The properties of marble [8])

Elazığ Vişne Mermeri		Hazar Bej Mermeri	
Mohs Sertliği	3,5-4	Mohs Sertliği	3-4
Shore Sertliği	53	Shore Sertliği	55
Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	2,69	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	2,69
Ağırlıkça Su Emme (%)	0,7	Ağırlıkça Su Emme (%)	0,14
Görünür Gözeneklilik (%)	1,86	Görünür Gözeneklilik (%)	0,36
Tek Eksenli Basınç Day. (MPa)	94,5	Tek Eksenli Basınç Day. (MPa)	61,4
Çekme Dayanımı (MPa)	8,54	Çekme Dayanımı (MPa)	5,65
Eğilme Dayanımı (MPa)	13,50	Eğilme Dayanımı (MPa)	14
Darbe Dayanımı (MPa)	1,2	Darbe Dayanımı (MPa)	2,0

Beton numunelerin üretimi esnasında, artan su ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla, Sika yapı kimyasalları A.Ş. tarafından üretilen, Sikament 98R ürün kodlu süper akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici katkı maddesi kullanılmıştır. Süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi deneylerde, üretici firma talimatlarına uygun olarak çimento ağırlığının %1 oranında kullanılmıştır. Deneylerde karışım suyu olarak Elazığ şehir şebeke suyu kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan 100 mm'lik küp beton numuneler, TS 802 [9]'de belirtilen beton karışım esaslarına göre hazırlanmıştır. Karışım hesabında su-çimento oranı olarak tüm serilerde 0,60 olarak belirlenmiştir. 300 ve 350 doz olarak hazırlanan beton numunelerin üretimi sırasında, karışıma 5, 10, 15, 20 kg/m³ oranlarında kırılmış cam lif ilave edilmiştir. Ayrıca beton karışımlarına hacimce filler malzeme yerine 25, 50, 75, 100 oranlarında atık mermer tozu ilave edilmiştir. Kontrol numunelerini de içeren 50 seri beton elde edilmiştir. Numunelerin kodlanmasında kontrol (K), cam lifli numuneler (CE), çimento dozajı (D), mermer tozu katkısı (MT) olacak şekilde bir kodlama kullanılmıştır. Hazırlanan numunelerin karışım oranları Tablo 4'de verilmiştir.

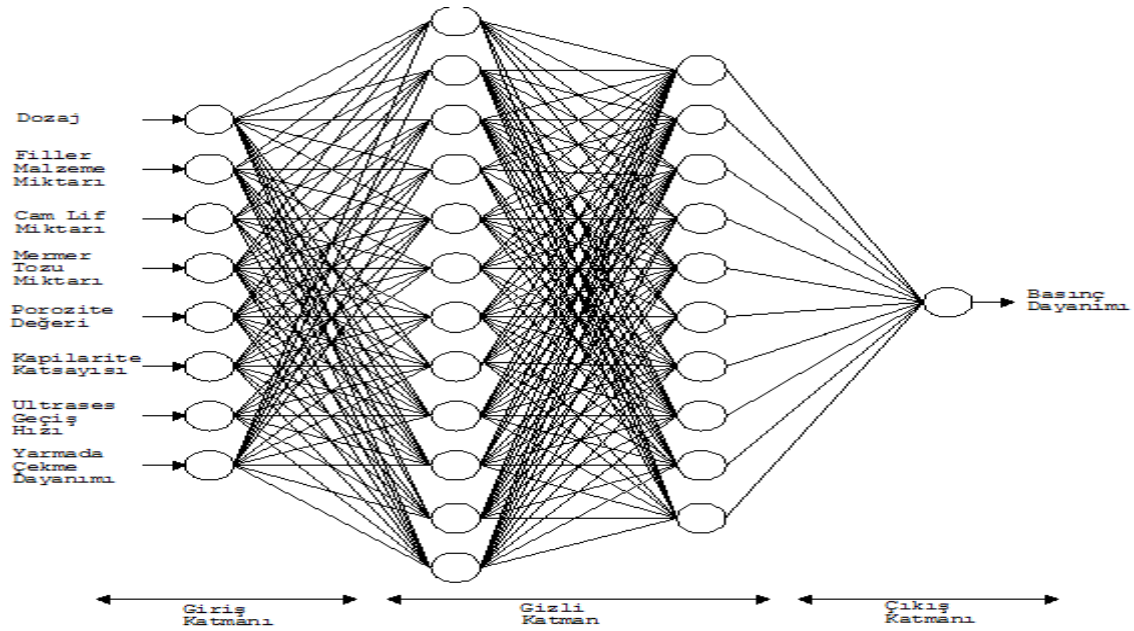
24 saat sonunda kalıptan çıkarılan beton numuneler 28 gün boyunca 22±3 °C kirece doymun suda kür edilmiştir. Kür süresini tamamlayan numuneler üzerinde TS EN 772-4'e uygun olarak porozite tayini deneyi, ASTM C597-83'e uygun olarak ultrases geçiş hızı deneyi, TS 4045'e uygun olarak kapiler su emme tayini deneyi, TS EN 12390-3'e uygun şekilde basınç dayanımı deneyi ve TS EN 12390-6'ya uygun olarak yarmada çekme dayanımı tayini deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. Beton karışımlarında kullanılan malzeme miktarları
(Table 4. The amount of material for mixture)

Numune	Çiment o (kg)	Su (kg)	(0- 0,25) Agrega (kg)	(0,25- 4) Agrega (kg)	(4-8) Agrega (kg)	Cam Lif Miktar ı (kg)	Mermer Tozu Miktar ı (kg)
D300-K	300	190	85	1025	598	0	0
D300-CE0-MT25	300	190	64	1025	598	0	21
D300-CE0-MT50	300	190	43	1025	598	0	43
D300-CE0-MT75	300	190	21	1025	598	0	64
D300-CE0- MT100	300	190	0	1025	598	0	85
D300-CE5-MT0	300	190	85	1025	598	5	0
D300-CE5-MT25	300	190	64	1025	598	5	21
D300-CE5-MT50	300	190	43	1025	598	5	43
D300-CE5-MT75	300	190	21	1025	598	5	64
D300-CE5- MT100	300	190	0	1025	598	5	85
D300-CE10-MT0	300	190	85	1025	598	10	0
D300-CE10- MT25	300	190	64	1025	598	10	21
D300-CE10- MT50	300	190	43	1025	598	10	43
D300-CE10- MT75	300	190	21	1025	598	10	64
D300-CE10- MT100	300	190	0	1025	598	10	85
D300-CE15-MT0	300	190	85	1025	598	15	0
D300-CE15- MT25	300	190	64	1025	598	15	21
D300-CE15- MT50	300	190	43	1025	598	15	43
D300-CE15- MT75	300	190	21	1025	598	15	64
D300-CE15- MT100	300	190	0	1025	598	15	85
D300-CE20-MT0	300	190	85	1025	598	20	0
D300-CE20- MT25	300	190	64	1025	598	20	21
D300-CE20- MT50	300	190	43	1025	598	20	43
D300-CE20- MT75	300	190	21	1025	598	20	64
D300-CE20- MT100	300	190	0	1025	598	20	85
D350-K	350	220	79	953	556	0	0
D350-CE0-MT25	350	220	60	953	556	0	20
D350-CE0-MT50	350	220	40	953	556	0	40
D350-CE0-MT75	350	220	20	953	556	0	60
D350-CE0- MT100	350	220	0	953	556	0	79
D350-CE5-MT0	350	220	79	953	556	5	0
D350-CE5-MT25	350	220	60	953	556	5	20
D350-CE5-MT50	350	220	40	953	556	5	40
D350-CE5-MT75	350	220	20	953	556	5	60
D350-CE5- MT100	350	220	0	953	556	5	79

Tablo 4'ün devamı							
D350-CE10-MT0	350	220	79	953	556	10	0
D350-CE10-MT25	350	220	60	953	556	10	20
D350-CE10-MT50	350	220	40	953	556	10	40
D350-CE10-MT75	350	220	20	953	556	10	60
D350-CE10-MT100	350	220	0	953	556	10	79
D350-CE15-MT0	350	220	79	953	556	15	0
D350-CE15-MT25	350	220	60	953	556	15	20
D350-CE15-MT50	350	220	40	953	556	15	40
D350-CE15-MT75	350	220	20	953	556	15	60
D350-CE15-MT100	350	220	0	953	556	15	79
D350-CE20-MT0	350	220	79	953	556	20	0
D350-CE20-MT25	350	220	60	953	556	20	20
D350-CE20-MT50	350	220	40	953	556	20	40
D350-CE20-MT75	350	220	20	953	556	20	60
D350-CE20-MT100	350	220	0	953	556	20	79

Çalışmada, beton numunelerin basınç dayanımlarının tahmin için ileri beslemeli (feed-forward) yapay sinir ağı modellenmiştir. Yapay sinir ağının eğitiminde hatanın geriye yayılım algoritması kullanılmıştır. Oluşturulan YSA modeli Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan yapay sinir ağı modeli
(Figure 2. Artificial neural network model used in study)

YSA modelinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 5'de, modelde kullanılan parametreler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. YSA modelinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri
(Table 5. ANN model used in the input and output variables)

Girdi ve çıktı değişkenleri	Eğitim ve test için kullanılan veriler	
	Minimum	Maksimum
Dozaj (kg)	300	350
Filler Malzeme Miktarı (kg)	0	85
Cam Lif Miktarı (kg)	0	20
Mermer Tozu Miktarı (%)	0	100
Porozite Değeri (%)	5,998	10,014
Kapilarite Katsayısı (10^{-3} cm/sn ^{1/2})	0,629	2,221
Ultrases Geçiş Hızı (km/sn)	3,163	4,465
Basınç Dayanımı (MPa)	26,093	60,273
Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)	3,395	5,028

Tablo 6. YSA modelinde kullanılan parametreler
(Table 6. The parameter values used in the ANN model)

Giriş katmanındaki nöron sayısı	8
Gizli katman sayısı	2
Gizli katmandaki nöron sayısı	22
Çıktı katmanındaki nöron sayısı	1
Momentum katsayısı	0,90
Eğitim katsayısı	0,01
İterasyon sayısı	5000
Transfer fonksiyonu	Tanjant sigmoid

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

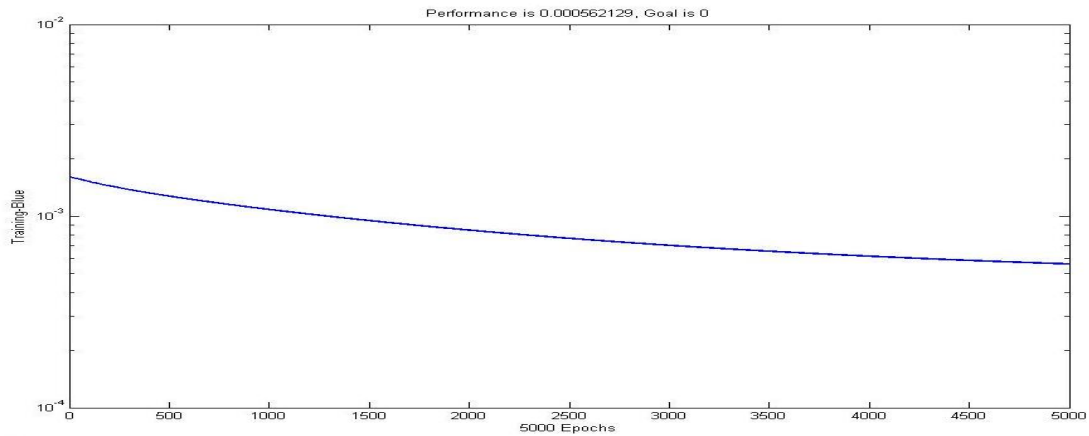
Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda beton numunelere ait deneysel sonuçlar Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Numunelere ait deney sonuçları
(Table 7. The experimental results of concrete specimens)

Numune	Porozite (%)	Kapilarite katsayısı (10^{-3} cm/sn ^{1/2})	Ultrases geçiş hızı (km/sn)	Basınç Dayanımı (MPa)	Yarmada Çekme Dayanımı (MPa)
D300-K	7,130	0,902	3,949	37,343	3,395
D300-CE0-MT25	6,832	0,852	4,152	42,697	3,556
D300-CE0-MT50	6,500	0,839	4,302	44,693	3,673
D300-CE0-MT75	6,158	0,865	4,412	46,273	3,877
D300-CE0-MT100	5,998	1,006	4,465	44,920	3,769
D300-CE5-MT0	7,852	1,200	3,820	32,993	3,518
D300-CE5-MT25	7,536	1,155	4,039	38,197	3,662
D300-CE5-MT50	7,239	1,130	4,180	40,233	3,757
D300-CE5-MT75	6,920	1,170	4,283	42,247	3,956
D300-CE5-MT100	6,828	1,318	4,317	40,920	3,860
D300-CE10-MT0	8,523	1,524	3,692	31,590	3,628
D300-CE10-MT25	8,273	1,475	3,898	37,047	3,768
D300-CE10-MT50	7,939	1,457	3,947	39,933	3,874
D300-CE10-MT75	7,659	1,485	4,070	41,277	4,082
D300-CE10-MT100	7,583	1,657	4,129	40,021	3,980
D300-CE15-MT0	9,279	1,820	3,567	30,453	3,701
D300-CE15-MT25	8,968	1,779	3,767	36,013	3,841

Tablo 7'nin devamı					
D300-CE15-MT50	8,676	1,757	3,917	39,680	3,944
D300-CE15-MT75	8,337	1,786	3,972	40,900	4,179
D300-CE15-MT100	8,276	1,939	4,007	39,827	4,055
D300-CE20-MT0	10,014	2,126	3,433	26,093	3,583
D300-CE20-MT25	9,740	2,079	3,651	31,447	3,726
D300-CE20-MT50	9,441	2,058	3,803	33,347	3,842
D300-CE20-MT75	9,137	2,090	3,897	35,163	4,036
D300-CE20-MT100	9,014	2,221	3,935	34,163	3,921
D350-K	6,774	0,663	3,724	50,300	4,181
D350-CE0-MT25	6,584	0,638	3,852	55,230	4,328
D350-CE0-MT50	6,348	0,629	3,956	58,325	4,426
D350-CE0-MT75	6,218	0,640	4,084	60,273	4,638
D350-CE0-MT100	6,180	0,679	4,110	58,920	4,566
D350-CE5-MT0	7,213	0,902	3,581	43,890	4,298
D350-CE5-MT25	7,028	0,871	3,717	47,990	4,450
D350-CE5-MT50	6,850	0,861	3,828	50,333	4,558
D350-CE5-MT75	6,638	0,889	3,938	52,253	4,769
D350-CE5-MT100	6,558	0,910	3,970	51,117	4,655
D350-CE10-MT0	7,722	1,159	3,442	42,317	4,417
D350-CE10-MT25	7,504	1,124	3,551	47,797	4,582
D350-CE10-MT50	7,339	1,114	3,672	49,867	4,644
D350-CE10-MT75	7,113	1,133	3,790	51,550	4,850
D350-CE10-MT100	7,009	1,165	3,827	50,527	4,773
D350-CE15-MT0	8,234	1,416	3,301	41,250	4,578
D350-CE15-MT25	8,036	1,387	3,452	46,303	4,717
D350-CE15-MT50	7,873	1,370	3,563	48,787	4,823
D350-CE15-MT75	7,639	1,408	3,685	51,287	5,028
D350-CE15-MT100	7,547	1,428	3,718	49,737	4,916
D350-CE20-MT0	8,729	1,560	3,163	36,627	4,340
D350-CE20-MT25	8,523	1,535	3,301	42,253	4,517
D350-CE20-MT50	8,368	1,521	3,417	44,260	4,626
D350-CE20-MT75	8,161	1,540	3,528	46,860	4,807
D350-CE20-MT100	8,060	1,571	3,563	45,400	4,687

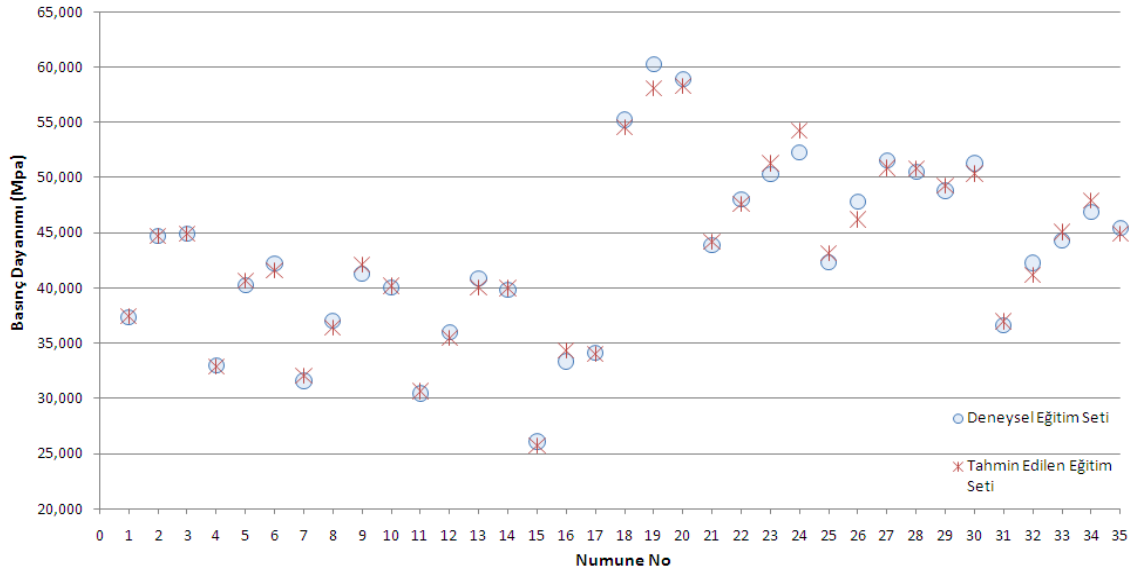
Yapay sinir ağı modellenmesinde deneysel 50 veri kullanılmıştır. Bunların 35 tanesi eğitim verisi, 15 tanesi ise test verisi olarak ayrılmıştır. Tüm veriler normalize edilerek matlab 7.0.1 programının neural network modülü ile modellenen ağa girilmiştir.



Şekil 3. Eğitim işlemi sonucu oluşan ortalama karesel hata
(Figure 3. The mean square error as a result of training process)

Eğitim verileri ile yapılan denemeler sonucunda elde edilen en iyi sonuç olan modelin ortalama karesel hatasındaki azalma Şekil 3'de verilmiştir. Görüldüğü gibi eğitim sonrası oluşan ortalama karesel

hata $1,02.10^{-4}$ olarak bulunmuştur. Eğitim sonrası tahmin edilen basınç dayanım değerleri ile deneysel basınç dayanım değerleri arasındaki benzeşim ve oluşan benzeşim ilişkisi Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Eğitim işlemi sırasında deney sonuçları ile tahmin edilen sonuçlar arasındaki ilişki.

(Figure 4. The relationship between the predicted results
With experimental results of training process)

Eğitim sonrası tahmin edilen basınç dayanımı ile deneysel basınç dayanımı değerleri arasında oluşan korelasyon değeri $R^2=0,9897$ olarak bulunmuştur.

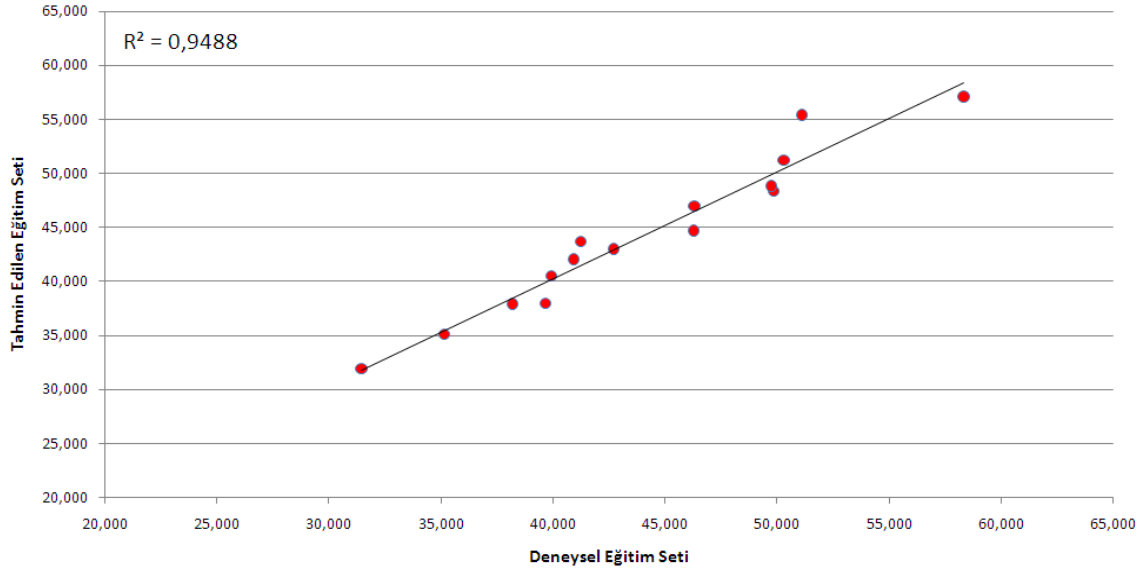
Tablo 8. Test aşamasında deney sonuçları ile tahmin edilen sonuçlar arasındaki ilişki.

(Table 8. The relationship between the predicted results
with experimental results of test process)

Numune	Deneysel Basınç Dayanımı (MPa)	Tahmin edilen basınç dayanımı (MPa)
D300-CE0-MT25	42,697	43,010
D300-CE0-MT75	46,273	44,716
D300-CE5-MT25	38,197	37,919
D300-CE5-MT100	40,920	42,063
D300-CE10-MT50	39,933	40,505
D300-CE15-MT50	39,680	37,946
D300-CE20-MT25	31,447	31,950
D300-CE20-MT75	35,163	35,092
D350-CE0-MT0	50,300	51,225
D350-CE0-MT50	58,325	57,098
D350-CE5-MT100	51,117	55,418
D350-CE10-MT50	49,867	48,350
D350-CE15-MT0	41,250	43,669
D350-CE15-MT25	46,303	47,012
D350-CE15-MT100	49,737	48,851

Test aşamasına, modele sadece girdi verileri girilerek çıktı değerleri olan basınç dayanımı değerleri tahmin ettirilmiştir. Test sonrasında tahmin edilen basınç dayanım değerleri ile deneysel basınç dayanım değerleri arasındaki benzeşim Tablo 8’de verilmiştir. Ayrıca

deneysel basınç dayanımı ile tahmin edilen basınç dayanımı arasında oluşan korelasyon değeri $R^2=0,9488$ olarak bulunmuştur(Şekil 5).



Şekil 5. Test aşamasında deney sonuçları ile tahmin edilen sonuçlar arasındaki korelasyon

(Figure 5. The correlation between the predicted results with experimental results of test process)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLISION AND RECOMMENDATIONS)

Yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Eğitim aşamasında elde edilen korelasyon değeri 0,9897 seviyesindedir. Eğitim aşamasında tahmin edilen basınç dayanım değerleri, deneysel basınç dayanım değerleri ile benzerlik göstermektedir.
- Test aşamasında elde edilen korelasyon değeri 0,9488 seviyesindedir. Bu değer ele alındığında tahmin edilen basınç dayanım değerleri, deneysel basınç dayanım değerlerine %94 oranında benzerlik göstermiştir.
- Yapay sinir ağı modellenmesinde daha fazla veri kullanımı ile test aşamasında elde edilen başarımların düzeyinin yükselebileceği tahmin edilmektedir.
- Çalışma sonucunda, yapay sinir ağları kullanımı ile geliştirilen tahmin sistemlerinin güvenilir olduğu gözlemlenmiştir. Ancak ağı modellenmesi sırasında deneme yanılma sürecinin uzun ve durağan olması, yöntemin eksikliği olarak görülmüştür.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Aral, M., (2006). Karma Lif İçeren Çimento Esaslı Kompozitlerin Mekanik Davranışı Bir Optimum Tasarım. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
2. Yıldız, S., Bölükbaş, Y. ve Keleştemur, O., (2010). Cam Elyaf Katkısının Betonun Basınç ve Çekme Dayanımı Üzerindeki Etkisi. Politeknik Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 3, ss:239-243.
3. Bölükbaş, Y., (2011). Cam Elyaf Katkılı Beton Numunelerin Mekanik Davranışlarının İncelenmesi ve Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

4. Demirel, B. ve Yazıcıoğlu, S., (2010). İnce Malzeme Olarak Kullanılan Atık Mermer Tozunun Betonun Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi. International Sustainable Buildings Symposium. Ankara, Bildiriler Kitabı, ss: 173-176.
5. Öztemel, E., (2006).Yapay Sinir Ağları. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
6. Çimentaş Grup Elazığ. http://www.cimentas.com.tr/index.php/tr/products/detail/PR_EZ_42_5_N.
7. Cam Elyaf Sanayii A.Ş. <http://www.camelyaf.com.tr/urunlerimiz/detay.aspx?SectionID=ZHo2dvw%2fTooClChSdrytsA%3d%3d&ContentID=zM ZohgBeVsDvCSlSRj%2byMA%3d%3d>.
8. Alacakaya Mermer ve Maden İşletmesi San. ve Tic. A.Ş. <http://www.alacakaya.com/tr/>.
9. Türk Standartları Enstitüsü: TSE, (2009). TS 802: Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları. Ankara.
10. Türk Standartları Enstitüsü: TSE, (2000). TS EN 772-4: Kagit Birimler- Deney Metotları- Bölüm 4: Tabii Taş Kagit Birimlerin Toplam ve Görünen Porozitesi İle Boşluksuz ve Boşluklu Birim Hacim Kütlesinin Tayini. Ankara.
11. ASTM, (2002). ASTM C597-83: Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete. Philadelphia.
12. Tasdemir, C., (2003). Combined Effects of Mineral Admixtures and Curing Conditions on the Sorptivity Coefficient of Concrete. Cement and Concrete Research, Cilt: 33, ss:1637-1642.
13. Türk Standartları Enstitüsü: TSE, (2010). TS EN 12390-3: Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini. Ankara.
14. Türk Standartları Enstitüsü: TSE, (2002). TS EN 12390-6: Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinde Yarmada Çekme Dayanımı Tayini. Ankara.