

YAPAY ZEKA KULLANILARAK SANAL LABORATUAR TASARIMINDA ÇEKME TESTİNİN MODELLENMESİ

Cemalettin KUBAT, Alper KİRAZ

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye
kubat@sakarya.edu.tr, kiraz@sakarya.edu.tr

(Geliş/Received: 18.07.2011; Kabul/Accepted: 19.01.2012)

ÖZET

Uzaktan eğitim açısından ele alındığında sanal test laboratuvarları, gelecekte, gerçek uygulaması olan laboratuvar test ve deneylerinin uygulanmasında çok önemli bir yer taşımaktadır. Laboratuvar için gerekli malzemelerin ihtiyacı, mekân ihtiyacı, eleman ihtiyacı, en önemlisi zaman ve mali ihtiyaçları açısından ele alındığında sanal test laboratuvarının gereksinimi kaçınılmazdır. Sanal laboratuvarlar, görsellik açısından uygun nitelikleri sağladığında gerçek laboratuvarlar gibi kullanıcıların deney üzerinde parametre vb. değişikliklere giderek değişimi gözlemleyebilmesini rahatlıkla sağlamaktadır. Bu çalışmada sanal test laboratuvarı olarak çekme deneyi ele alınmış olup çekme deneyinin farklı hızlardaki testlerinin sanal ortamda yapılması tasarlanmıştır. Aynı malzemenin farklı hızlarda çekilmesi sonucunda ortaya çıkan değerlerden yola çıkılarak bir yapay sinir ağı modeli kurulmuş ve ara hız değerlerinin tahmini yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Sanal Laboratuvar, Yapay Sinir Ağları

THE MODELING OF TENSILE TEST IN VIRTUAL LABORATORY DESIGN USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ABSTRACT

In the future, Virtual Laboratories will have a very important place for distant education which has real applications of laboratory tests and experiment applications. It is fact that virtual laboratories necessity is inevitable because the requirements of materials, place, staff and above all, time and financial requirements for establishment of real laboratories. Virtual Laboratories, if its visuality qualifications are convenient, can easily provide like real laboratories which's users can observe the experiments with making changes on the parameters. In this study tensile test was examined for virtual laboratories and it is also aimed at designing the tensile test in virtual environments for different tensile speeds. An artificial neural network was generated from the values of a material which was stressed in different speeds and intermediate speed values were predicted by this artificial neural network.

Keywords: Artificial Intelligence, Virtual Laboratory, Artificial Neural Networks

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde hemen her alanda internet kullanımı, gelişen teknoloji ile orantılı olarak artmaktadır. Önerilen sanal laboratuvar eğitimi zaman ve mekân kısıtlamalarının aşılabilmesine imkân sağlayacaktır. Geleceğin bilgi toplumunda bu tür uygulamaların özellikle eğitim alanında kaçınılmaz uygulamalar olacağı beklentisi yadsınmaz [1].

Bu çalışmada amaç bir sanal laboratuvar modeli önererek uzaktan eğitimde kolaylık sağlayacak

laboratuvar test ve deneylerinin yapılabilirliğini göstermektir. Yüksek maliyet gerektiren çekme testi makinesi, kullanılacak malzeme, laboratuvar ortamı sıkıntısı, eleman ihtiyacı ve öğrenci sayısındaki artış gibi sebeplerden dolayı uygulaması neredeyse imkânsız hale gelen deneyin sanal ortamda gerçekleştirilmesi durumunda hem saydığımız bu olumsuzlukların önüne geçmek hem de öğrencinin istediği kadar uygulama yapıp konuyu daha iyi anlaması amaçlanmıştır.

Bilgiye ulaşmada artık zaman ve yer kavramlarının önemi kalmamakta, bilginin üretilmesi, yayılması ve elde edilmesi elektronik ortamlar yoluyla çok hızlı bir şekilde gerçekleşebilmektedir. Sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde öğrenciler öğrenme sürecini üniversite dışına taşıyabilirler. Sadece okula ve sınıfa bağlı kalmazlar [2].

Çalışmanın en önemli kısıtlarından birisi, “çekme deneyi” olgusunun çok geniş bir kapsama sahip olması ve bu olguyu etkileyen birçok faktör olmasının yanı sıra farklı malzemelerin farklı davranışlar göstermesi, çalışmanın sanal ortama aktarılmasının çok güç olmasıdır. Malzeme davranışları ve deneyi etkileyen bir takım diğer faktörler (sıcaklık, hız vb.), bu davranış modelinin matematiksel olarak modellenmesi ve sanal ortamına aktarılması açısından büyük bir problem teşkil etmektedir. Bu ve bu gibi sebeplerden kaynaklanan kısıtlardan dolayı sanal laboratuvar uygulaması bir dizi varsayım ve kabule dayanmaktadır.

2. SANAL TEST LABORATUARLARI (VIRTUAL TEST LABORATORIES)

Laboratuvar öğrencilerin tecrübe kazanacağı eğitimin önemli bir bileşenidir. Geleneksel laboratuvar çalışması herhangi bir eğitim programının tamamlayıcı bölümünü oluşturur. Bu deneysel çalışmalar öğrencilere pratik beceri kazandırır ve onları gerçek yaşam ortamına hazır hale getirmekte yardımcı olur. Bununla birlikte geleneksel deneylerin değişik kısıtlamaları nedeni ile daha uygun alternatiflerin aranma zorunluluğu ortaya çıkabilmektedir. Bilgisayarların maliyet verimliliği ve çok yönlülüğünün yanında ağlarla haberleştirilmesi ile tüm dünyada geleneksel laboratuvarlara uygun bir alternatif olarak sanal laboratuvarların oluşturulması yaygınlaşmıştır. Bu durum laboratuvar uygulamalı derslerde uzaktan eğitim modelinin kullanılabilirliğini sağlamış ve bu konudaki çalışmaları hızlandırmıştır [3].

Sanal laboratuvar, eğitimde uygulama deneyimini kazanmak için yapılması gereken deneylerde etkileşimli bir gerçek zamanlı benzetim imkânı sağlayan bilgisayar ortamı olarak tanımlanabilir. Günümüzde matematiksel model tabanlı paket program kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunun getirdiği sonuç olarak sanal laboratuvarlar ile bilgisayar benzetimli sistemler üzerinde deneyleri gerçekleştirme imkânı büyük ilgi görmüştür [4]. Örneğin elektrik-elektronik alanında Mesleki ve Teknik eğitim alan öğrenciler için güç elektroniği laboratuvar deneylerini gerçekleştirmek çok zor ve pahalıdır. Aynı şekilde elektronik haberleşme eğitimi alan öğrenciler için, mikrodalga, anten, fiber-optik, yüksek frekans tekniği gibi derslerin deneylerini yapabileceğiniz bir laboratuvarın kuruluş maliyetinin çok yüksek olmasının yanında bu konudaki öğretim elemanı eksikliği de ayrı bir problemdir. Yine aynı şekilde, makine dalında eğitim gören bir öğrencinin

laboratuvar ve atölye eğitimi için kuruluş maliyeti çok yüksektir. Burada esas olan müfredatın öngördüğü amaç ve hedefler doğrultusunda uygulamalı eğitimin ne kadarının fiilen cihaz-makine başında tecrübeyi gerektirdiğidir. Uzaktan eğitim uygulamasında böyle deneyler için internet tabanlı gerçek zamanlı gerçek laboratuvar ortamları internette gerçekleştirilebilir. Bu yolla öğrenciler açısından karmaşık kavramların daha kolay anlaşılması için yaklaşımlar geliştirilmiştir.

3. ÇEKME TESTİ (TENSILE TEST)

Çekme deneyi, bir numunenin tek ekseninde ve sabit hızda koparılıncaya kadar çekilmesi işlemidir [5]. Çekme deneyi, malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve mekanik davranışlarına göre sınıflandırılması amacıyla yapılır [6]. Farklı tipteki çekme testinde düz ve silindirik numuneler gibi parçalar sık sık kullanılır. Ancak, çatlak oluşumunda eşdeğer birim şekil değişimi, numunelerin şekilleriyle ilişkili gerilme durumuna bağlıdır. Bir başka deyişle, eşdeğer birim şekil değişimi, farklı geometrilerdeki çekme numunelerinde aynı değildir. Bu yüzden, farklı numuneler daima, çatlak oluşumunda aynı birim şekil değişimine sahip değildir. Bundan başka, çekme deneylerinde boyun vermenin nerede ve ne zaman oluşacağı belirgin olmadığından ve de yüklenme koşullarında değişime neden olduğundan elde edilen süneklik değerleri güvenilir olmamaktadır. Deney koşullarının deney süresince sabit kalmaması nedeniyle gerilme halindeki belirgin değişim çentikli çekme deneyleri ile giderilmeye çalışılmaktadır [7].

3.1. Gerilme - Birim Şekil Değiştirme Grafiğini Etkileyen Faktörler (Factors That Affect Stress - Strain Graph)

Malzemenin yapısı ve mekanik özellikleri ile deformasyon şartları (sıcaklık, deformasyon hızı ve sürtünme durumu) plastik deformasyon kabiliyetini etkileyen faktörlerdir. Genel olarak metalik malzemelerin plastik deformasyonu kabiliyetlerini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Malzemenin yapısı ve mekanik özellikleri,
- Deformasyon hızı,
- Sıcaklık,
- Sürtünme ve aşınma,
- Hidrostatik basınç,
- Kalıntı gerilmeler,
- Geometrik faktörler.

Malzemenin yapısı, kimyasal bileşimi ile termomekanik geçişine bağlıdır. Genel olarak tek fazlı malzemelerin plastik deformasyon kabiliyeti çok fazlı malzemelerden daha fazladır. Tek fazlı malzemelerin plastik deformasyon kabiliyeti ergime sıcaklığı arttıkça azalır. Çok fazlı malzemelerde fazların şekli, dağılımı, mekanik özellikleri, fazlar arasındaki ara yüzey enerjisi ve ara yüzey bağı plastik deformasyon kabiliyetini etkileyen önemli

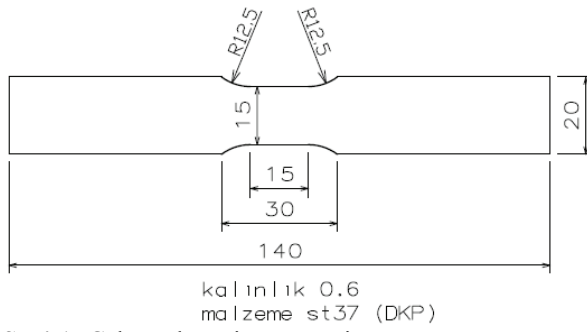
faktörlerdir. Tane boyutu veya tercihi yönlendirme sonucu oluşan yapı mekanik özelliklerdeki anizotropiye bağlı olarak plastik deformasyon özelliğini etkiler. Malzeme yapısında bulunan metalik olmayan oksit, sülfür veya nitrür gibi kalıntılar (inklüzyonlar) genellikle plastik deformasyon kabiliyetini azaltır [8].

3.2. Çekme Deneyi Numunesi ve Parametreleri (Tensile Test Sample and Parameters)

Çekme deneyi için önce test edilecek malzemeden standartlara uygun bir çekme numunesi hazırlanır [9]. Tablo 1’de çekme deney numunesinin kimyasal analiz sonuçları, Şekil 1’de saç numunesinin bu standartlardaki çizimi mevcuttur.

Tablo 1: Deney malzemesi için kimyasal analiz sonuçları (Chemical analysis results for test sample)

Malzeme	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Al
DIN EN 10130	,05	,04	,25	,02	,015	,02



Şekil 1: Çekme deneyi numunesi (Tensile test sample)

Hazırlanan numune iki ucundan özel çekme test cihazının çenelerine bağlanıp, gittikçe artan bir yükte kopuncaya kadar çekilir. Bu esnada uygulanan P yükü ile buna karşı malzemenin l_0 boyunda gösterdiği uzama miktarı (Δl) ölçülür [10].

3.3. Çekme Testi Verilerinin Elde Edilmesi (Acquiring Tensile Test Data)

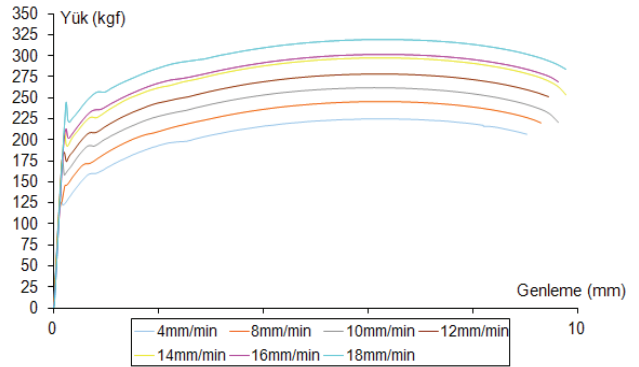
Bu çalışmada öncelikle çekme testi numunesi hazırlanmış olup sonrasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü laboratuvarında farklı hızlarda aynı malzemenin çekme testi deneyi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarında malzemeye 3 tonluk yük uygulayabilen çekme cihazı bulunmaktadır. 0,6 mm. kalınlığındaki kimyasal özellikleri ve standartları Tablo 1’de verilen saç malzemenin çekme testi verileri bu çekme cihazından elde edilmiştir.

Çalışmada çekme hızının gerilme – birim şekil değiştirme grafiğine olan etkisinin yapay sinir ağları ile sanal ortamda gerçekleştirilmesi adına bir model öngörülmesi hedeflendiğinden, çekme testi

deneylerinde de farklı hızlarda aynı numuneyi çekerek grafiğin nasıl değiştiği gözlemlenmiştir.

Farklı hız değerleri olarak 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18 ve 20 mm/min ile her bir hızda üçer adet olmak üzere, malzemelerin çekme testleri gerçekleştirilmiştir.

Bölüm 3.1’ de belirtilen gerilme – birim şekil değiştirme grafiğini olumsuz yönde etkileyen sebeplerden dolayı yapay sinir ağları ile modellenmesi planlanan veriler literatüre uygun bir şekilde seçilmiş olup (4; 8; 10; 12; 14; 16 ve 18 mm/min) Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2: YSA modelinde kullanılacak verilerin gerilme – birim şekil değiştirme grafiği (Stress-Strain diagram of data used with ANN model)

4. YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ÇEKME TESTİNİN MODELLENMESİ (THE MODELING OF TENSILE TEST USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS)

Yapay sinir ağları beynin bazı fonksiyonlarını ve özellikle öğrenme yöntemlerini benzetim yolu ile gerçekleştirmek için tasarlanır ve geleneksel yöntem ve bilgisayarların yetersiz kaldığı sınıflandırma, kümeleme, duyu-veri işleme, çok duyulu makine gibi alanlarda başarılı sonuçlar verir. Yapay sinir ağlarının özellikle tahmin problemlerinde kullanılabilmesi için çok fazla bilgi ile eğitilmesi gerekir [11].

Son yıllarda yapay sinir ağları, özellikle günümüze kadar çözümü güç ve karmaşık olan ya da ekonomik olmayan çok farklı alanlardaki problemlerin çözümüne uygulanmış ve genellikle başarılı sonuçlar alınabilmiştir [12].

Uzaktan eğitimde kullanılması düşünülen sanal test laboratuvarlarının sanal ortamda gerçekleştirilmesine katkı sağlamak amacıyla Metalurji ve Malzeme Mühendisliği eğitiminde kullanılan çekme testi deneyi uygun bir test olarak seçilmiştir. Bu çalışmada modelin kurulması amaçlı kullanılacak yöntem, tahmin etme çalışmalarında güçlü bir yapay zeka tekniği olarak bilinen, bu ve benzeri testlerin sanal ortamda modellenmesine elverişli olan, yapay sinir ağları olarak belirlenmiştir. Yapay sinir ağları

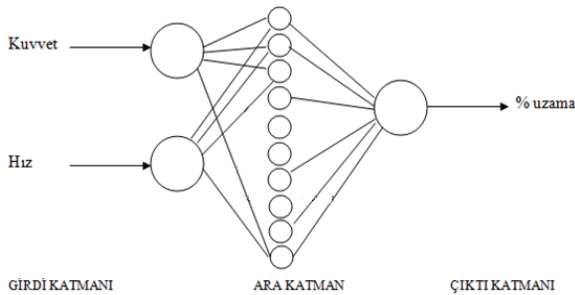
kullanılarak modellenmesi amaçlanan çekme testinde ileri beslemeli geri yayımlı, radyal tabanlı ve zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağları kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarında kullanılmak üzere düzenlenen eğitim ve test setinden ilk 10 adedi örnek olarak Tablo 2’de belirtilmektedir.

Tablo 2: Eğitim ve test setinden örnekler (Samples from training and test setting)

EĞİTİM SETİ						
Veri no.	GERÇEK DEĞERLER			NORMALİZE DEĞERLER		
	Kuvvet kgf	Hız mm/min	% uzama	Kuvvet kgf	Hız mm/min	% uzama
1	0,0094	4	0	0	0,062	0
2	39,202	4	0,032	0,1225	0,062	0,003
3	75,802	4	0,066	0,2370	0,062	0,006
4	109,69	4	0,099	0,3430	0,062	0,010
6	122,85	4	0,166	0,3841	0,062	0,017
7	123,33	4	0,199	0,3857	0,062	0,020
8	125,62	4	0,233	0,3928	0,062	0,023
9	128,80	4	0,266	0,4028	0,062	0,027
TEST SETİ						
Veri no.	Kuvvet kgf	Hız mm/min	% uzama	Kuvvet kgf	Hız mm/min	% uzama
5	138,53	4	0,133	0,4332	0,062	0,013
10	131,66	4	0,299	0,4117	0,062	0,030

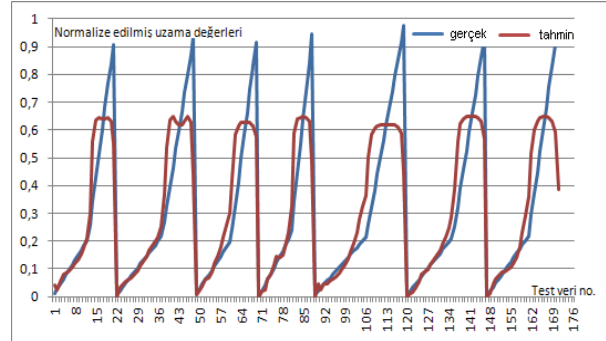
4.1. İleri Beslemeli Geri Yayımlı Yapay Sinir Ağı Modeli (Feed Forward Back Propagation Artificial Neural Network Model)

Çalışmada ilk olarak ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Bu YSA modeli hatanın geriye doğru yayılımını kullanmaktadır. Bu sayede gerçek ve hesaplanan çıktı değerinin olduğu çıktı katmanındaki hata değerini geriye doğru yaymaya başlayarak ve her aşamada hatayı bir önceki katmana yayarak ağırlıkların iteratif bir biçimde güncelleştirir. Yapılan çekme testi sonucunda elde edilen nümerik verilerden hareketle çekme kuvveti ve hız değerleri ağı girdi olarak verilmiş olup çıktı olarak % uzama miktarı verilmiştir. Şekil 3’te ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modeli gösterilmektedir.



Şekil 3: Yapay sinir ağı modelinin yapısı (Network topology of ANN)

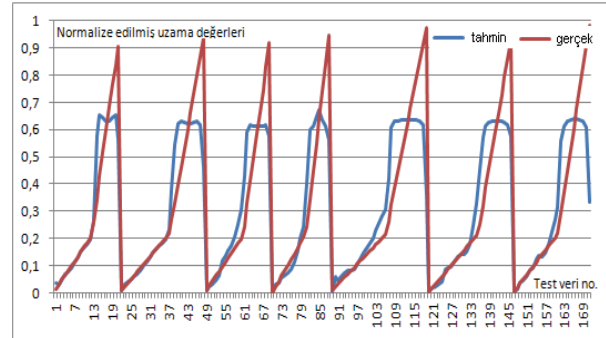
İki girdi (kuvvet, hız), on ara katman ve bir çıktı katmanından (% uzama) oluşan yapay sinir ağı MATLAB yazılımı Neural Network Toolbox’ında modellenmiş olup elde edilen sonuçlar Şekil 4’te gösterilmektedir.



Şekil 4: İleri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modeli sonuçları (Outputs of Feed Forward Back Propagation ANN model)

4.2. Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı Modeli (Radial Basis Artificial Neural Network Model)

Radyal tabanlı yapay sinir ağı modelinde gizli katmandaki işlemci elemanlar girişlerin ağırlıklandırılmış şeklini kullanmamakta ve gizli katmandaki işlemci elemanların çıktıları YSA girişleri ile temel fonksiyonun merkezi arasındaki uzaklığa göre belirlenmektedir. Şekil 5’te de anlaşılacağı gibi radyal tabanlı yapay sinir ağı performansının ileri beslemeli geri yayımlı ağı performansına yakın olduğu görülmekte fakat halen kurulan model tepe noktalarını görememektedir.

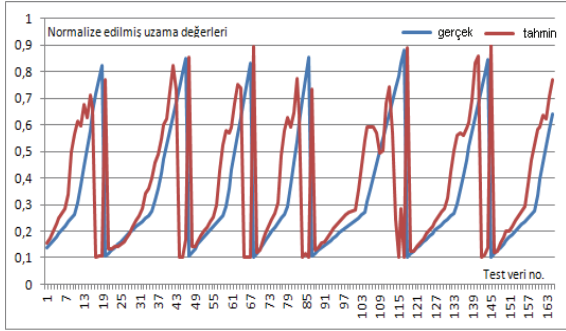


Şekil 5: Radyal tabanlı yapay sinir ağı modeli sonuçları (Outputs of Radial Basis ANN model)

4.3. Zaman Gecikmeli İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı Modeli (Time Delayed Feed Forward Artificial Neural Network Model)

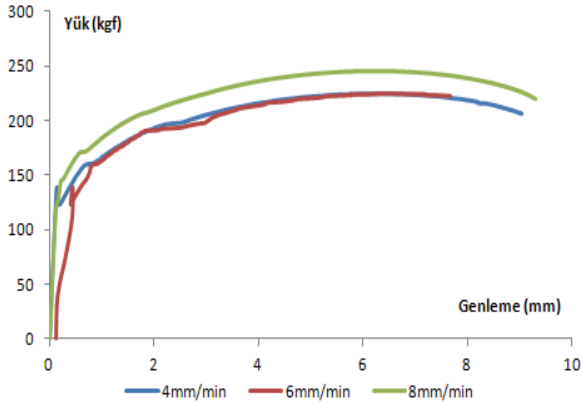
Çok katmanlı ileri beslemeli bir yapay sinir ağının girdi katmanına bellek hücreleri yerleştirilerek oluşturulan dinamik bir yapay sinir ağıdır. Bu ağ nöronların toplam bağlantı sayısını azaltmakta ve öğrenme süresini kısaltmaktadır. Zamana bağlı verilerin olası kayıplarına karşı başarılı bir tanıma gerçekleştirilmeye yardımcı olur. Zaman gecikmeli ileri

beslemeli YSA ile elde edilen sonuçlar Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6: Zaman gecikmeli ileri yayımlı yapay sinir ağı modeli sonuçları (Outputs of Time Delayed Feed Forward ANN model)

Şekil 6'dan de anlaşılacağı gibi zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ yapısı bu çalışmada en yüksek performansı sergilemiştir. Bu çalışmada 5 zaman gecikmesi uygulanmış olup modellenen ağ yapısı ile 6mm/min hızla çekildiği düşünülen numunenin grafiği Şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7: Zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağı ile 6mm/min hızındaki gerilme- birim şekil değiştirme grafiği (Stress-Strain diagram with the speed of 6mm/min using Time Delayed Feed Forward ANN model)

5. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bu çalışmada verilerin elde edilmesi amacıyla 12 farklı hızda 3'er kez malzemenin çekme testi yapılmış, kuvvet ve % uzama değerleri elde edilmiştir. Literatüre uygunluk sağlayan 7 farklı hızda malzemenin çekilmesi sonucu elde edilen veriler ile yapay sinir ağı modelleri kurulmuştur. Toplamda 856 kuvvet ve % uzama verisi kullanılmış olup bunun %80'i eğitim, %20'si test seti olarak belirlenmiştir. Sanal çekme testi laboratuvarının oluşturulabilmesi kapsamında 3 farklı tip yapay sinir ağı kurulmuş ve çalıştırılmıştır. Gerçeği en yakın temsil eden yapay sinir ağı modelinin, % 9 hata ile zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ yapısı olduğu görülmüştür.

6. SEMBOLLER (NOMENCLATURE)

Al: Alüminyum
ANN: Artificial Neural Network
C: Karbon
Mn: Mangan
P: Fosfor
S: Kükürt
Si: Silisyum
YSA: Yapay sinir ağı
 Δl : Malzemenin uzama miktarı
 l_0 : Malzemenin ilk boyu

7. REFERANSLAR (REFERENCES)

- Erkan, E., Altun, H., "Java ve WEB Tabanlı Uzaktan Eğitim: e-Eğitim için Sanal Sınıf ve Sanal Laboratuvar Projesi", **Elektrik-Elektronik Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu**, Ankara, 131-134, 2003.
- Ong, S., Mannan, A., "Development of an Interactive Multimedia Teaching Package for a Course on Metalworking", **Computer Applications in Engineering Education**, Volume 10, Issue 4, pages 215-228, National University, Singapore, 2002.
- Arı, M., "Mesleki ve Teknik Eğitimde Uygulanacak Uzaktan Eğitim Modelinde Laboratuvar Kullanımı ve Altyapı İhtiyaçları" Ankara Üniversitesi, **IVETA Bölgesel Konferansı**, s.76-80, 20-22 Ekim 2003.
- Lammle, T., Tedder, W., "CCNA Virtual Lab. E-trainer" Sybex 2000.
- Savaşkan, T., **Malzeme Bilgisi ve Muayenesi**, Derya Kitabevi, 1999.
- Karadeniz E., **Çeliklerde Dövülebilirliğin Burma, Basma ve Çekme Deneyleriyle İncelenmesi**, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1997.
- Akın, E., **Çentikli Çekme Deneyinin Sonlu Eleman Yöntemi İle İncelenmesi**, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2006.
- Özçatalbaş, Y., **MET-311 Mekanik Metalurji-II Ders Notları**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümü, Ankara, 2008.
- Karal, E. S., Ensari, C., Dikeç, F., **Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri**, İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, 1983.
- T.C. Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Makine Laboratuvarı 1 Deneyleri, Kocaeli, Ekim 2002.
- Kurt, A., "Simülasyon-Yapay Sinir Ağı ile Esnek üretim Sistemi Tasarımı", **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Vol 18, No 2, 31-38, 2003.
- Özdemir, V., "Türkiye'nin Karbonizasyon İndeksinin Temel Enerji Göstergelerine Bağlı Olarak Yapay Sinir Ağları İle Tanımlanması", **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Vol 26, No 1, 9-15, 2011.

