

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE SANAL
LABORATUVAR TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alper KİRAZ

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜH.
Enstitü Bilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜH.
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Cemalettin KUBAT**

Ocak 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE SANAL
LABORATUVAR TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alper KİRAZ

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜH.

Bu tez 08/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Cemalettin KUBAT

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Ali Osman KURT

Üye

Yrd. Doç. Dr. Ayten Yılmaz

YALÇINER

Üye

ÖNSÖZ

Günümüzde mesleki eğitimde laboratuvar uygulamaları gerektiren bölümlerin / programların uzaktan eğitim uygulamaları için gerekli ortam, sanal ortam açısından mevcut değildir. Mesleki eğitim alanında, uzaktan eğitimde, öğrenciye laboratuvar uygulamaları konusunda yeterli pratik yapma olanağı sunulamamaktadır. Mesleki örgün öğretimde uygulamalı laboratuvar çalışmalarının yer, zaman ve maliyet gibi kısıtlardan dolayı yeterli düzeyde kullanım imkânı sağlanamamaktadır.

Bu tez çalışmasında başta Metalürji ve Malzeme Mühendisliği olmak üzere birçok bölüm ve teknik programların laboratuvarlarında uyguladığı “Çekme Deneyi’nin” sanal ortamda gerçekleştirilmesi amaçlı bir model önerilmekte ve bu sanal ortam altyapısının diğer uygulamalara da zemin hazırlaması düşünülmektedir. Bu sayede uygulamalı test ve deneylerin sanal olarak ve uzaktan erişimle gerçekleştirilmesi ile bireylerin öğrenme ve kavrama yeteneklerinin geliştirilmesine katkı sağlamış olacaktır.

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, tecrübelerinden faydalandığım danışmanım Sn. Doç. Dr. Cemalettin KUBAT’ a, tez sürem boyunca yardımlarını esirgemeyen Sn. Doç. Dr. Ali Osman Kurt’ a, desteklerinden dolayı meslektaşım Sn. Arş. Gör. Mehmet Bilgehan ERDEM’ e ve tez sürecimde hep yanımda olup, sabırla bana destek olan aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Kapsamı.....	3
1.1.1. Literatür taraması	3
1.1.2. Çalışmanın amacı.....	6
1.1.3. Çalışmanın önemi.....	7
1.1.4. Çalışmanın kısıtları	8
BÖLÜM 2. YAPAY SİNİR AĞLARI VE SANAL LABORATUVARLAR	9
2.1. Yapay Sinir Ağlarına Giriş	9
2.1.1. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları	10
2.1.2. Yapay sinir ağlarının avantajları ve özellikleri.....	12
2.2. Yapay Sinir Ağlarında Sınıflandırma	13
2.2.1. Öğrenme metotlarına göre sınıflandırma	13
2.2.2. YSA' da kullanılan önemli öğrenme algoritmaları.....	13
2.3. Yapılarına Göre Sınıflandırma.....	14
2.3.1. İleri beslemeli ağlar	15
2.3.2. Geri beslemeli ağlar	15
2.3.3. Radyal tabanlı yapay sinir ağları	16
2.4. Sanal Test Laboratuvarları.....	16
BÖLÜM 3. ÇEKME TESTİ SANAL TEST LABORATUVARI	18
3.1. Çekme Deneyi.....	18

3.1.1. Çekme deneyi numunesi ve parametreleri	18
3.1.2. Nominal ve gerçek çekme diyagramı.....	21
3.1.3. Gerçek gerilme-gerçek şekil değiştirme eğrileri için yaklaşık denklemler	22
3.2. Çekme Testi Verilerinin Elde Edilmesi.....	24
3.2.1. Gerilme - genleme grafiğini etkileyen sebepler.....	25
3.3. Çekme Testi Verilerinin Düzenlenmesi	32
3.4. Çalışmada Kullanılan Yapay Sinir Ağları ve Performansları.....	33
3.4.1. İleri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağları ile modelleme	34
3.4.2. Radyal tabanlı sinir ağları ile modelleme.....	35
3.4.3. Zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağları ile modelleme	35
3.5. Yapay Sinir Ağı Modeli Kullanılarak Tasarlanan Sanal Laboratuvar	37
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR.....	39
EKLER.....	43
EK A.....	43
EK B.....	47
ÖZGEÇMİŞ	48

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

E	: Elastisite modülü
e	: Birim şekil değiştirme
ϵ	: Gerçek birim şekil değiştirme
F	: Kuvvet
G	: Kayma Modülü
K	: Mukavemet katsayısı
l	: Numune boyu
n	: Pekleşme üssü
m	: Gerinim hızı duyarlılığı
σ	: Gerçek gerilme
σ_y	: Akma gerilmesi
τ	: Kayma gerilmesi
μ	: Sürtünme katsayısı
P	: Basınç
V	: Hacim
YSA	: Yapay Sinir Ağı
Δl	: Birim uzama
ν	: Malzemeye ait poisson oranı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Basitleştirilmiş Bir Nöronun temel Bileşenleri [20]	9
Şekil 2.2. Yapay Sinir Ağlarının Tarihsel Gelişimi [24]	10
Şekil 2.3. İleri ve Geri Beslemeli Ağ Yapıları	16
Şekil 3.1. Çekme deney numunesi	19
Şekil 3.2. Gerçek ve mühendislik çekme diyagramları[39].....	22
Şekil 3.3. Ludwig denkleminde $n=1$ halinde akma sınırı σ_0 olan bir malzemenin gerçek çekme diyagramı [39]	23
Şekil 3.4. $\sigma = \sigma_0 + K\epsilon^n$ ($n<1$) [39].....	23
Şekil 3.5. $\sigma = K\epsilon^n$ ($n<1$) ,elastik davranış göstermeyen ve akma sınırı belirgin olmayan malzeme [39].....	24
Şekil 3.6. Farklı hızlarda çekilen malzemenin gerilme - genleme grafiğine etkisi	25
Şekil 3.7. Farklı hızlarda çekilen malzemenin gerilme - genleme grafiğine etkisi [41]	30
Şekil 3.8. Deformasyon hızı ile çekme mukavemeti arasındaki değişim[41].....	31
Şekil 3.9. Cu'nun çekme mukavemetine deformasyon hızının etkisi[41]	31
Şekil 3.10. Sıcaklığın gerilme – genleme diyagramına etkisi [41]	32
Şekil 3.11. YSA modelinde kullanılmasına karar verilen literatüre uygun veriler	33
Şekil 3.12. Kullanılan yapay sinir ağı yapısı.....	34
Şekil 3.13. İleri beslemeli geri yayılımlı ağ performans grafiği	34
Şekil 3.14. Radyal tabanlı ağ performans grafiği.....	35
Şekil 3.15. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ performans grafiği.....	36
Şekil 3.16. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ ile 6mm/dk hızındaki gerilme genleme grafiği.....	36
Şekil 3.17. Sanal çekme testi laboratuvarı model önerisi	37

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Deney malzemesi için kimyasal analiz sonuçları	19
Tablo 3.2. Deney malzemesi için standartlar (mm)	19
Tablo 3.3. Makro sonucu elde edilen ilk 10 değer	33
Tablo 3.4. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ ile 6mm/dk hızındaki gerilme genleme grafiği.....	37

ÖZET

Anahtar kelimeler: Sanal Laboratuvarlar, Yapay Sinir Ağları, Çekme Deneyi, Uzaktan Eğitim, İnternet Destekli Öğretim

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. Sanal ortamda çekme testinin gerçekleşmesi amaçlı bir model önerilmiştir.

DESIGN OF VIRTUAL LABORATORY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

SUMMARY

Key Words: Virtual Laboratories, Artificial Neural Networks, Tensile Test, Distant Education, Web-Based Learning

In 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 labs necessity is inevitable because the requirements of materials, place, staff and above all, time and financial requirements for establishment of real labs. Virtual Labs, if its visuality qualifications are convenient, can easily provide like real labs which's users can observe the experiments with making changes on the parameters.

In this study tensile test is examined for virtual labs and this study is aimed that designing the tensile test in virtual environments for different tensile speeds. A neural network is generated from the values of a material which is stressed in different speeds and intermediate speed values are predicted by this neural network. A virtual model is proposed for realization of tensile test.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

21. yüzyıla girdiğimiz şu yıllarda hemen hemen bütün alanlarda köklü değişiklikler olmaktadır. Teknolojideki hızlı değişim, eğitim alanında da bazı reformların yapılmasına olanak sağlamaktadır. Günümüz teknolojisinin ilerlemesi ve eğitime verilen önemin artmasıyla, eğitim sorunlarının çözümünde teknolojiden faydalanmak kaçınılmaz olmuştur. Bu teknolojilerden biride bilgisayardır. Geleneksel öğretim öğrenme ortamları, kalabalık sınıflar, zaman ve eğitim alanı sınırlılığı öğrencilerin öğrenme sürecine etkin katılımını olumsuz yönde etkilemektedir [1]. Bu tür sorunları gidermek için eğitimde sanal laboratuvarların kullanılması etkili bir yöntemdir.

Dünyadaki kullanıma paralel olarak, internet olgusu ülkemizde de her geçen gün hızlı ilerlemeler kaydetmektedir. 1990'lı yılların ortalarından itibaren ülkemizde birçok gazete ve dergi internet ortamında da yayınlanmaya başlamıştır. Benzer şekilde ülkemizdeki birçok banka, müşterilerine sundukları hizmetleri kademeli olarak internet ortamına taşımıştır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de, bilgi edinmeden alışverişe, uzaktan eğitimden kamu kurumlarının hizmetlerine ulaşmaya, bilet rezervasyonundan sohbet odalarına, kurumsal iletişimden sanal kumarhanelere kadar internetin günlük hayatın ayrılmaz bir parçası haline geldiği rahatlıkla söylenebilir [2].

Bilgisayar temelli aletler öğrenciye, deneye başlama, prosedürü takip etme, deneyi tamamlama, analiz bilgilerini toplama ve bulgularını değerlendirme şansı verir. Bu eğitim aracı öğrencilerin öğretmene olan güvenlerini azaltır ve öğretmenin öğrenme sürecini daha anlamlı haline getirmeye zorlar. Öğrenciye karar verdirir, sonuçları gözlemlemesinde doğru veya yanlış çıktı olabilir. Fakat deneyin sonunda öğrenci iyi bir şekilde gözlemlemiş olabilir [3].

Geleneksel laboratuvar çalışması herhangi bir eğitim programının tamamlayıcı bölümünü oluşturur. Bu deneysel çalışmalar öğrencilere pratik beceri kazandırır ve onları gerçek yaşam durumlarına hazır hale getirmekte yardımcı olur. Bununla birlikte geleneksel deneylerin değişik kısıtlamaları nedeniyle 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. Hiçbir zaman sanal laboratuvarlar geleneksel laboratuvarların yerini tutamazlar. Ancak geleneksel laboratuvarların değişik dezavantajlarından dolayı ve bilgisayarlar ile sunulan potansiyel birçok geliştirmeler ve yararlar sanal laboratuvarların kullanımını geleneksel laboratuvarlara uygun ve destekçi bir alternatif yapabilir. Tipik bir geleneksel laboratuvar, cihaz veya gereçler üzerinde direkt olarak çalışan öğrenci veya öğrencilerden ve laboratuvar amaçları ve prosedürlerini içeren ana noktalardan oluşur. Geleneksel laboratuvarların oluşturulması ve kullanımı birçok farklı problemlerle ortaya çıkmaktadır [1]. Bunların bazıları;

- a) Maliyet: Cihazların, depolamanın ve bakımın maliyeti yüksektir.
- b) Kaynak sınırlaması: Öğrencilerin genellikle sadece laboratuvar saatleri sırasında olmak üzere laboratuvarlara erişimi sınırlandırılmıştır.
- c) Yetersiz Eğitim: Bazı durumlarda görülmüştür ki laboratuvarlar birçok faktörlerden dolayı öğretimde önemli bir kayıpla sonuçlanmıştır. Ölçülen veriyi el ile işlemek ve aynı tekrarlanan ölçümleri sıkıcı prosedürler ile almak öğrenciler için önemli bir zaman almaktadır ve sonuçları tartışmak için öğrencilere çok küçük bir zaman kalmaktadır.
- d) Güvenlik: Öğrencileri yaygın olarak (elektrik-elektronik mühendisliğindeki gibi) potansiyel olarak tehlikeli cihazlarla çalışması gerekebilir.

İyi tasarlanmış sanal laboratuvarlar ile sunulan değişik avantajlar vardır. Geleneksel laboratuvarlara göre bu potansiyel yararlar bilgisayar temelli cihazların oluşturulmasına doğru gitmektedir. Bu pozitif görüşlerden bazıları şunlardır.

- a) Maliyet: Cihazların, depolamanın ve bakımın maliyeti yüksektir.

- b) Maliyet verimliliği: Sanal laboratuvarlar, laboratuvar gereçlerinin bir kısmı veya tamamı ile yer değiştirebilirler. Bundan dolayı satın alma maliyetleri, bakım ve depolama maliyetleri yoktur.
- c) Kullanılabilirlik: Bilgisayarlar ve bilgisayar ağları herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde laboratuvar hazırlamak için yardımcıdır. Eğiticiler, denetleyiciler ve bilgisayarlar içeren tam bir laboratuvar sisteminin birleşimi istendiği zaman ve yerde laboratuvar oluşturulmasında yardımcıdır.
- d) Etkin öğrenme: Çoğu prosedürler ölçme ve formatlama gibi öğrenciler üzerine yükümlülük getiren prosedürü azaltmak için bilgisayarlar kullanılabilir. Böylece kaliteli olarak zaman artırımını sağlar.
- e) Güvenlik: Bilgisayarlar potansiyel tehlike durumlarının engellenmesini sağlayarak öğrencileri korur. Hatta öğrencilerin laboratuvar cihazı ile direkt etkileşimini azaltır veya yok eder. Böylece çoğu kazalardan korunma sağlanır.
- f) İdari faydalar: Sanal laboratuvarların faydaları not, kayıt tutma ve geri besleme gibi online değerlendirmelerde öğretilere yardımcı olabilir [4].

1.1. Çalışmanın Kapsamı

Bu bölüm literatür taraması, çalışmanın amacı, önemi ve kısıtları konularında bilgiler içermektedir.

1.1.1. Literatür taraması

Web tabanlı uygulamalar, internetin sağladığı çoğu hizmetin iyi bilinen bir servisidir. Web tabanlı sanal test ve öğrenme, web tabanlı diğer uygulamalara göre daha az örneklerle web ortamında karşımıza çıkmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi gibi birçok önemli konuyu ele alan simülasyon yazılım programları, metallere ilgili hesaplamalar ile döküm sac metal işlemleri teknolojileri gibi birçok konuyu kapsayan web ortamındaki yapılar ve yazılımlar, web üzerinde herkesin kullanımına açık bir şekilde sunulmayan, kişisel kullanıma açık ve ticari olan sanal laboratuvar uygulamaları mevcuttur [5]. Finite Solutions Inc'nin SOLIDCast, FLOWCast and OPTICast yazılımları ile, ALPHACAST Yazılım Ltd.'nin MAVIS-FLOW,

MAVIS2000 and GLENIS ürünleri bu laboratuvar uygulamalarının iyi örneklerindendir [6,7].

Web de benzetim ilk olarak önerildiğinden beri malzeme bilimiyle ilgili alanlarda laboratuvar işleri için çözüm olarak düşünülmüştür. Bu bölümdeki örnekler bu nedenle buna göre seçilmiştir.

ETOMICA bir JAVA (uygulamalı arayüz programı) ve moleküler benzetim uygulaması ve yorumlanması için gelişme çevresidir. CACHE/MMTF tarafından kimya mühendisliği müfredatında yer alan moleküler benzetime giriş için kullanılan web tabanlı 5 modülden bir tanesidir. Buffola'daki New York Eyalet Üniversitesinde liderliğini David Kofke'nin yaptığı bir grup bilim adamı tarafından geliştirilmiştir. Kimya mühendisliği müfredatında moleküler modelleme araçlarının kullanımını ve dağıtımını iletirmek için tasarlanmış-oluşturulmuştur. Material Fracture Etomica'nın 2 boyutlu olarak solid sistemlerin mikroskopik kristal davranışlarının benzetim ile ilgili 7.web tabanlı moleküler modülünden biridir. Java programındaki metin editörler veya Etomica gelişme çevresinin kullanımıyla bu simülasyonların, API'le inşa edilebileceği önerilmiştir. PisonCylinder ve Crystalviewer da Buffola'daki New York Eyalet Üniversitesinde aynı grup tarafından hazırlanan diğer iki web-tabanlı moleküler modül benzetimine örnektir [5].

MATTER malzeme bilimi ile ilişkili benzetimlerin MATTER denetimi altında yürütüldüğü aluMATTER ve Steel MATTER gibi birkaç web sitesi vardır. MATTER 1993 yılında Amerika malzeme bilimleri departmanının ortaklığı ile kar amacı olmadan, geliştirmek ve bilgisayar tabanlı öğrenimde materyaller içerisindeki ana görüş öğretisini entegre etmek için kurulmuştur. SteelMATTER ferruz metalurji hakkında giriş bilgisiyle web kullanımı için tasarlanmıştır. Bu servis ilk olarak bilgi dağıtımı hakkında küçük benzetimler ile etkileşimlidir ve kendi öğrenerek benzetim yapar. aluMATTER ayrıca SteelMATTER tasarımı ile benzerdir. Servis yalnızca alüminyum üzerine bilim ve teknoloji ile ilgilidir. Diğer iki benzetim Uluslararası Demir ve Çelik Enstitüsü tarafından ve MATTER yani "otomobil kapısı malzeme seçimi ve 2. el çelik yapım benzetimi" web sitesindeki adıyla "Çelik uygulamalarının internet öğretileri ve süreçleri" internet sayesinde uygundur. Otomobil kapıları için malzeme seçimi benzetiminde, seçilmesi veya giriş verilerinin seçildiği malzeme ve

tipik bir aile arabasındaki dış kapı paneli için fabrikasyon teknolojilerini ayırması sayesinde kullanıcı parametreleri tanımlar. Kullanıcılar için amaç en iyi malzemeyi tanımlamak ve bütün ağırlıkların (maliyet, güvenlik, sertlik, dayanıklılık, geri dönüştürülebilirlik ve performans) azaltılmasıyla faktör tasarımı yapmaktadır. İkinci benzetimde (ikincil çelik yapım) kullanılan ikincil operasyonların sorumluluğunda bir metalurjist; imalat rolünü oynar. Kullanıcı; temel oksijen kazanından erimiş çeliğin karıştırılmasının sorumluluğunu alması ve belirlenmiş zamanda, nitelikte, sıcaklıkta kapsam içeriğindeki tekere ulaşması için bekler [5].

VRML by NIST, Ulusal standartlar ve test enstitüsü bir Amerika Ticaret Bakanlığı Teknoloji Yönetimi temsilcisidir. Yapılan işlerde görsel sunumlar, yapı ve binalarla ilgili modellerin, aktivitelerin ve süreçlerin web sitesindeki NIST tarafından benzetimi bulunmaktadır. Sanal gerçeklik modelleme dili o fonksiyonların görsel sunumları için kullanılır. Bir sanal test laboratuvarı olmamasına rağmen kullanıcı kontrollü VRML; pratik yoldan web tabanlı sanal egzersiz ve öğrenme hakkında iyi örnekler gösteren ekskavatör, kule, vinç ve kamyonun benzetimidir [5].

REACTOR “Late Nite Labs” laboratuvarı benzetim sitesi tarafından genel kimya için bir laboratuvar benzetimidir. Laboratuvar benzetici sitesi üniversite seviyesindeki dersler için bir algoritmik sürücü benzetim paketi önerir. Web tabanlı benzetimleri ile kullanıcılar uygulamalı örnekleri internetten herhangi bilgisayar erişiminde özgürce sürdürebilirler [5].

Visual Quantum Mechanics, görsel kuantum mekaniği bir başka web tabanlı benzetimdir. Lise ve Üniversite öğrencilerine internet yolu ile öğretmek için kullanılır. Bu proje Kansas Eyalet Üniversitesi Fizik Departmanı Fizik eğitim araştırma grubu tarafından alınmıştır ve Ulusal Bilim Kurumu tarafından sermaye edilmiştir. Web sitesindeki görsel kuantum mekaniğinin benzetiminin sürdürülmesi içindir. Bir shockware (şokdeposu) plugin gereklidir. Energy Band Creator, Quantum Tunneling ve Wave Function Sketcher; fiziğin bazı etkileşimli benzetimidir [5].

Model Chemlab ana olarak eğitimsel amaca uygun olarak yaratılmış kimya laboratuvarları benzetimidir ve evde kişisel bilgisayarlarda ya da sınıflardaki çeşitli

lisanslar ile kullanılabilir. Model Chemlab (Kanada'daki McMaster Üniversitesindeki Model Bilim Yazılımı tarafından başlatılmıştır) etkileşimli kimya laboratuvar benzetimlerini gerçekleştirmede kullanıcıya izin verir. Programın önceki versiyonu bir Lab sihirbaz aygıtıdır ve bu sihirbaz eğitimcilere onların yeni laboratuvar benzetimlerini yaratmasına izin verir. Model Chemlab geliştiricisi onların yazılım uygulamalarını “WWW” ile birleştirmeleri yolları üzerine çalışır. Şuanda onların web üzerinde kullanışlı bir servisi yoktur. 1998 yılında Birleşik Devletlerden beri bir dizi başarılı uluslararası konferanstan sonra Web tabanlı modeller ve benzetim düşüncesi tartışılmıştır. Web tabanlı model ve benzetim üzerine ilk uluslararası konferansa 11-14 Ocak 1998'de Kaliforniya'daki San Diego Bilgisayar Benzetim Kurumu desteklemiştir. Buradaki başarılı konferansları farklı milletlerdeki konferanslar izlemiştir. Buna rağmen web tabanlı görsel testler hakkında hiçbir kayıt bulunmamaktadır [5].

1.1.2. Çalışmanın amacı

Günümüzde hemen her alanda internet kullanımı, gelişen teknoloji ile orantılı olarak artmaktadır. Önerilen sanal laboratuvar eğitimde zaman ve mekân kısıtlamalarının aşılabilmesine imkân sağlayacaktır. Bu tür uygulamaların geleceğin bilgi toplumunda eğitim alanında kaçınılmaz uygulamalar olacağı beklentisi yadsınmaz bir beklentidir [8].

Bilgi toplumunda sürekli ve etkin bir öğrenme süreci olacak olan interaktif e-öğrenme süreçlerine ulaşma çabaları yoğun olarak gözlemlenmektedir [9]. Mühendislik eğitiminde hızla gelişen interaktif öğeler ve internet bileşenlerinin kullanımına ilişkin çalışmalar son yıllarda literatürde yoğun olarak sunulmaktadır [10-11].

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, hatta okul, ülke, millet kavramları da ortadan kalkmaktadır [12]. Sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde öğrenciler öğrenme sürecini üniversite dışına taşıyabilirler. Sadece okula ve sınıfa bağlı kalmazlar [13].

1.1.3. Çalışmanın önemi

İnternetin son yıllardaki hızlı gelişimi sosyal, kültürel ve bilimsel hemen hemen her alanda birçok uygulamanın yeniden düzenlenmesini gündeme getirmiştir. Özellikle bilgi toplumu sürecinin başladığı bu zaman diliminde eğitim alanına internetin girmesi bu alanda yeni ufuklar açmaktadır [14].

Fen bilimleri, laboratuvar çalışması ve deneylerle bütünleştirilmediğinde gerçek anlamda bir bilim değildir. Laboratuvar, bilginin kullanıldığı aktif bir yerdir. Laboratuvar çalışması, muhakemeyi, eleştirel düşünmeyi, bilimi anlamayı, el becerilerini etkiler ve fen laboratuvarları öğrencilerin bilgiyi kullanmalarını, yeni bir problemi tanımlamalarını, bir gözlemi açıklamalarını, karar almalarını sağlar. Bu nedenle laboratuvar fen bilimleri eğitiminin bir parçası ve odak noktasıdır [15].

Aynı zamanda bu yöntemin öğrencilerde; akıl yürütmeyi, eleştirel düşünmeyi, ilmi bakış açısını, problem çözme yeteneklerini geliştirme basta olmak üzere pek çok olumlu etki yaptığı da bilinmektedir [16].

Dünyada sayıları hızla artan sanal laboratuvar programlarının, geleneksel laboratuvarlara bir destekçi olarak ihtiyaç duyulmaktadır [17]. Bu tür programlarla öğrenciler, yaratıcılıklarını arttırmakta, istedikleri deneyi, istedikleri zamanda ve ideal bir ortamda yapabileme sansına sahip olabilmektedirler. Ayrıca oluşturdukları deney düzeneklerini istedikleri şekilde değiştirerek, elde edilen farklı sonuçları gözlemlene sansına sahip olabilmektedirler. Sanal laboratuvar programlarını kullanan

öğrenciler, güncel hayatta sıklıkla karşılaştıkları olayları modelleyip, ayrıntılarını ve nedenlerini mantıklı bir şekilde anlama sansına sahip olabilmektedir [18].

Malzeme bilimi ve diğer birçok bilim dalının laboratuvar uygulamalarından olan çekme testinin farklı hızlarda çekilmesi sonucunda, kullanıcının benzer metallerde çekme hızının gerilme-yüzde uzama grafiğini nasıl etkilediğini gözlemlemeye imkân sağlayacak bu çalışma, diğer sanal laboratuvar uygulamalarının da önünü açmayı planlamaktadır.

1.1.4. Çalışmanın kısıtları

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.

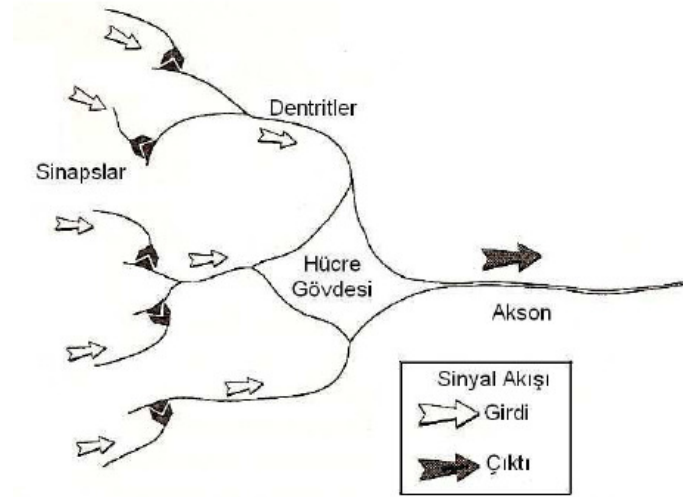
BÖLÜM 2.

YAPAY SINİR AĞLARI VE SANAL LABORATUVARLAR

Bu bölümde yapay sinir ağları ile ilgili ve sanal laboratuvarın kurulabilmesi amaçlı farklı çekme hızlarında malzemenin gerilme-yüzde uzama grafiğinin gerçekleştirilmesinin yanı sıra ara hız değerlerinde de malzeme davranışının gözlemlenebilmesi amaçlı oluşturulan yapay sinir ağı modeli hakkında bilgiler sunulmaktadır.

2.1. Yapay Sinir Ağlarına Giriş

Sinir ağı, fonksiyonelliğini nöronlara dayandıran basit işlem elemanları olan birimlerin veya düğümlerin karşılıklı olarak bağlanarak bir araya gelmesidir. Ağın işlem yeteneği, “bir eğitim deseni setine uyarlanma” veya başka bir deyişle “öğrenme” süreciyle elde edilen karşılıklı birim bağlantısının gücünde veya ağırlığında saklanır [19].

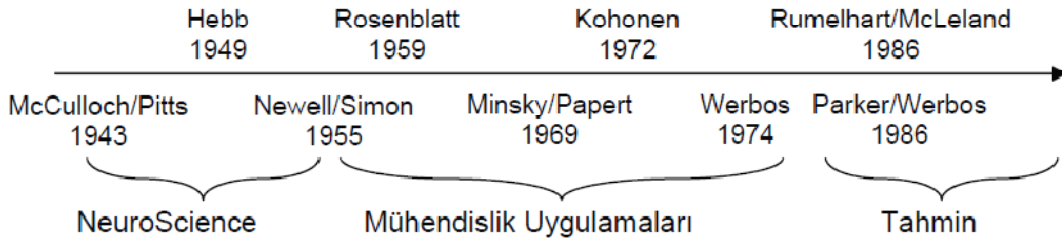


Şekil 2.1. Basitleştirilmiş Bir Nöronun temel Bileşenleri [20]

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin nöronlardan oluşan yapısını ve öğrenme yöntemlerini incelemektedir. 19. yüzyılda psikologlar ve nöropsikologların insan

beynini anlamaya çalışmaları YSA'ların temelini oluşturur [21]. Bu alanda ilk çalışmalar McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır [22]. Pek çok araştırmacı sinir ağlarının tanımını yapmıştır. Ancak bunlardan Kohonen (1988)'in tanımı diğerlerini de kapsayan bir özellik taşımaktadır. Kohonen'e göre sinir ağları, kabaca basit elemanların birbirlerine paralel bağlı ağ teşkil edecek tarzda bir organizasyonuna sahiptir ve biyolojik sinir sisteminde olduğu gibi, YSA da gerçek dünyadaki nesnelere bağlantı kurma özelliğine sahiptir [23].

McCulloch ve Pitts (1943) tarafından tanımlanan, biyolojik nöronun basit matematiksel modelinin gösterimi olarak da düşünülebilir. McCulloch-Pitts modeli incelendiğinde, toplama fonksiyonu olarak doğrusal bir fonksiyon ve transfer fonksiyonu olarak birim adım fonksiyonu kullanılmış olduğu görülmektedir [22].



Şekil 2.2. Yapay Sinir Ağlarının Tarihsel Gelişimi [24]

Bazı YSA'lar kendi kendine öğrenme yeteneğine sahiptir ve ortamda bazı değişiklikler olduğunda kendilerini adapte edebilir. Bazı işlem elemanlarının ağdan çıkarılması veya olmaması durumunda YSA'nın başarısız olması gibi bir durum söz konusu değildir [25]. YSA'nın bazı bağlantılarının hatta bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmesi, ağın doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemez. Bu nedenle, YSA'lar hatayı tolere etme yeteneğine sahiptirler.

2.1.1. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları

Son yıllarda YSA'ları, özellikle günümüze kadar çözümü güç ve karmaşık olan ya da ekonomik olmayan çok farklı alanlardaki problemlerin çözümüne uygulanmış ve genellikle başarılı sonuçlar alınabilmektedir. YSA'lar aşağıdaki özellikleri gösteren alanlarda kullanıma uygun bir araçtır:

- Çok değişkenli problem uzayı,

- b) Probleme ilişkin değişkenler arasında karmaşık etkileşim,
- c) Çözüm uzayının bulunmaması, tek bir çözümün olması veya çok sayıda çözüm bulunması.

Yapay sinir ağları eksik bilgilerle çalışabilme ve normal olmayan verilere çözüm üretebilme yeteneklerinden dolayı pek çok alanda kullanılmaktadırlar. Doğrusal olmayan, çok değişkenli problem uzayı olan, gürültülü, değişkenler arasında karmaşık etkileşimleri olan, kesin olmayan, eksik, kusurlu, hata olasılığı yüksek veriler ve problemlerin çözümü için özellikle matematiksel bir model ve algoritmanın bulunmaması durumlarında yaygın halde başarılı YSA uygulamaları yapılabilmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş ağlar genel olarak şu fonksiyonları yerine getirmektedir:

- a) Probabilistik fonksiyon kestirimleri yaklaştırmaları,
- b) Tahmin
- c) Sınıflandırma,
- d) Veri İlişkilendirme,
- e) Desen eşleştirme
- f) Örüntü Tanıma
- g) Kavramlaştırma / kümeleme,
- h) Zaman serileri analizleri,
- i) Sinyal filtreleme,
- j) Veri sıkıştırma,
- k) Doğrusal olmayan sinyal işleme,
- l) Doğrusal olmayan sistem modelleme,
- m) Optimizasyon,
- n) Zeki ve doğrusal olmayan kontrol [26].

Sıralandığı üzere yapay sinir ağları çok farklı alanlara uygulanabilmektedir. Burada yazılanların yanı sıra daha birçok alanda yapay sinir ağları uygulamaları ile karşılaşılabilmektedir. Bütün uygulama alanlarını burada sıralamak zor olmakla birlikte genel bir bilgi almak için [27] nolu referansa bakılabilir.

2.1.2. Yapay sinir ağlarının avantajları ve özellikleri

Sinir ağları sahip oldukları avantajlardan dolayı mevcut konvansiyonel tek işlemlerle çözümlerle çalışmanın zor olduğu pek çok konuda uygulanmaktadır. Aşağıda bu avantajlardan bazıları verilmiştir [28].

- a) Öncelikle ilgili faktörleri belirlemeye daha az ihtiyaç duyarlar. Genelde ilk yapılacak iş, ilişkili faktörlerin istatistiksel modelini çıkarmaktır. Sinir ağları veri sunmada ve ilgili veriyi saptamada üstünlüğe sahiptir.
- b) Modelin karmaşıklığı: Sinir ağları genelde yüzlerce faktöre sahiptir; fakat bütün giriş faktörlerinin kabul edilen etkisi, modelin herhangi bir istatistik modelden çok daha kesin olarak zor problemlere yanıt bulmasını sağlar.
- c) Modelin doğrusallığı: İstatistik modeller, dolaylı yoldan ilişkileri öğrenme yoluna gider. Hâlbuki sinir ağları yaklaşımıyla, problemi doğrudan modellemek mümkündür.
- d) Sonuçların toleransı: Giriş faktörlerinin çok olmasından ve verideki bozucu etkiden veya donanımın hatasından kaynaklanan sorunlar azdır.
- e) Yapısal paralellik: Sinir ağ modelinde bulunan her sinapsis kendi işlenmesine sahiptir. Aynı tabakada bulunanlar arasında zaman bağımlılığı olmayıp, tamamen senkron olarak çalışırlar.

Sinir ağları, biyolojik sinirlerden esinlenmiş ve benzer şekilde basit elemanlardan meydana gelmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- a) Adaptasyon: sinir ağlarının en önemli özelliklerinden biridir. Bulunduğu ortamın değişmesiyle, yanıtındaki davranışı düzenlenmesi yeteneğidir.
- b) Genelleme: Diğer önemli özellik genelleme yeteneğidir. Bu özellik sistemin, giriş uyarılarındaki küçük değişmelere karşı tolerans göstermesini sağlar. Yapısından ve ağların insan zekâsı kavramını esas alan mekanizma kullanmasından dolayı, sinir ağları otomatik olarak genelleme yapar.
- c) Soyutlama: Bazen sinir ağları mevcut değişik giriş uyarıları arasından temel özellikleri keşfedebilir ve deneyimi olmadığı bir uyarıyı yanıtlamaya çalışır.

2.2. Yapay Sinir Ağlarında Sınıflandırma

Günümüze kadar geliştirilen YSA'ların sayıca çok olmaları, araştırmacıları YSA'ları çeşitli şekillerde sınıflandırmaya götürmüştür. Sınıflandırmalar sadece gösterme amaçlı olup başka anlamlar taşımamaktadır. Kimi araştırmacılar ağları öğrenme metotlarına göre, kimi yapılarına göre, kimi de kullanım amaçlarına göre sınıflandırmışlardır. Bu bölüm, YSA'ların sınıflandırılması hakkında bilgiler içermektedir.

2.2.1. Öğrenme metotlarına göre sınıflandırma

Yapay sinir ağları, ağların eğitiminde kullanılan öğrenme metotlarına göre sınıflandırılırlar. Öğretmenli (Supervised), Öğretmensiz (Unsupervised) ve Takviyeli (Reinforcement) olmak üzere üç tür öğrenme metodu vardır.

Öğretmenli Öğrenme Metodu kullanan ağlara örnek olarak Tek ve Çok Katmanlı Algılayıcılar (Single ve Multilayer Perceptron) gösterilebilir. Öğretmensiz Öğrenme Metodunu kullanan ağlara örnek olarak SOM (Self Organizing Map) ve ART (Adaptive Resonance Theory) ağları gösterilebilir. Takviyeli Öğrenme Metodunu kullanan ağlara örnek olarak LVQ (Learning Vector Quantization), Boltzman Makinesi (Boltzman Machine) ve eğitimde Genetik Algoritma kullanan ağlar gösterilebilir [29].

2.2.2. YSA' da kullanılan önemli öğrenme algoritmaları

a) Hebb öğrenme algoritması, Hebb'in öğrenme algoritmasında temel fikir, hücrenin darbe üretmesine sebep olan bağlantıların ağırlık katsayılarını büyüterek etkilerini arttırmaktır. Dışarıdan istenilen bir çıkış uygulanmadığından öğretmensiz bir öğrenme algoritmasıdır.

b) Algılayıcı (perceptron) öğrenme algoritması, Rosenblatt (1958) tarafından önerilen Algılayıcı Öğrenme Algoritması'nda ağırlık (w) değişimi; gerçekleşen çıktı ile istenen çıktı arasındaki fark ile orantılıdır. Dolayısı ile öğretmenli bir algoritmadır.

Devrenin çıkışı iki kutuplu ve w' nun oluşturduğu bir hiper yüzey tarafından belirlenmektedir. Ağın ürettiği çıkış istenen çıktıdan farklı ise, hiper yüzey hatayı azaltacak yönde hareket etmektedir. Hata sıfır olduğunda w değişimi durmaktadır.

c)Eğim-Düşme öğrenme algoritması, eğim-düşme (Gradient Descent) Öğrenme Algoritması veya "Delta Kuralı" Öğrenme Algoritması sadece üretilebilir fonksiyonlara sahip olan ağlara uygulanabilmektedir. Öğretmeni bir öğrenme algoritmasıdır. w değişimi hatanın eğiminin ters yönündedir. Böylece hata fonksiyonunun oluşturduğu çanağın dibine, yani hatanın minimum olduğu yere doğru hareket edilmektedir.

d)Widrow-Hof öğrenme algoritması, Widrow-Hof Öğrenme Algoritması öğretmenli bir öğrenme algoritmasıdır. Ağırlık değişimi ağın çıktısından bağımsızdır. Aslında bu algoritma Eğim-Düşme algoritmasının özel bir halidir.

e)İlinti öğrenme algoritması, Hebb Öğrenme Algoritmasının Öğretmenli uyarlamasıdır.

f) Kazanan her şeyi alır öğrenme algoritması: Yarışma türü öğrenme algoritmalarına örnek teşkil etmekte olan bu algoritmada genel kural; giriş değerine en yakın olan bağlantı ağırlık katsayılarını bulmaktır. Bu ağırlıklara ilişkin hücre, kazanan hücre olarak adlandırılmaktadır. Sadece kazanan hücre bir çıkış üretmekte ve bu hücreye ilişkin ağırlıklar değişime uğramaktadır. Öğretmensiz öğrenmenin tipik bir örneği olan bu algoritma sonuçta ağa gelen girişleri sınıflandırmaktadır.

g)Outstar öğrenme algoritması, öğretmenli öğrenme algoritma türü olan bu öğrenme algoritmasında amaç; ağırlıkları istenen çıktıya benzetmektir [30].

2.3. Yapılarına Göre Sınıflandırma

Yapay sinir ağları, yapılarına göre, İleri Beslemeli (Feedforward) ve Geri Beslemeli (Feedback) ağlar olmak üzere iki şekilde sınıflandırılırlar.

2.3.1. İleri beslemeli ağlar

İleri Beslemeli yapay sinir ağlarında nöronlar arasındaki iletişim giriş katmanından çıktı katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. Nöronlar bir katmandan diğer bir katmana bağlantı kurarlarken, aynı katman içerisindeki nöronlar birbiriyle bağlantılı değildir. Bu nedenle ileri beslemeli yapay sinir ağlarında, nöronlar arasındaki bağlantılar bir döngü oluşturmamakta ve bu ağlar girilen verilere hızlı bir şekilde çıktı üretebilmektedirler. İleri beslemeli ağlara örnek olarak Çok Katmanlı Algılayıcılar (Multi Layer Perceptron-MLP) ve LVQ (Learning Vector Quantization) ağları verilebilir.

2.3.1.1. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağlar

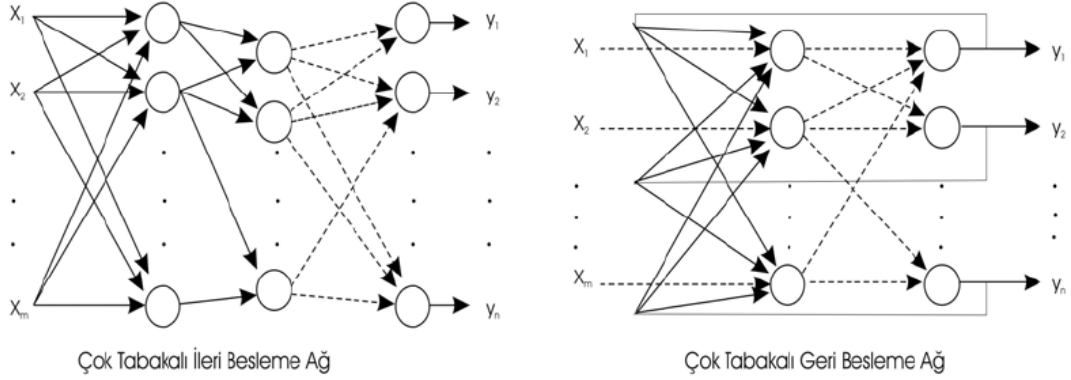
Konuşma işaretinin tanınması için yaygın olarak kullanılan bu yapı [31] uygulamalar da kullanılmaktadır. Konuşma işaretinin tanınması için Japonca veriler üzerinde denenip başarılı sonuçlar alınmıştır.

2.3.2. Geri beslemeli ağlar

Geri Beslemeli veya Yinelemeli (Recursive) yapay sinir ağları, ileri beslemeli ağların aksine dinamik bir yapıya sahiptir. Geri beslemeli yapay sinir ağlarında, çıktı veya ara katmanlardaki nöronlar çıktılarını giriş veya önceki ara katmanlardaki nöronlara tekrar girdi olarak iletirler. Böylece bilgi hem ileri hem de geri yönde aktarılmış olmaktadır. Geri beslemeli yapay sinir ağları dinamik hafızaya sahiptir ve bir andaki çıktı hem o andaki hem de önceki girdileri yansıtmaktadır.

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında, en az bir işlemci elemanın çıktısı, kendisine ya da diğer işlemci elemanlara girdi olarak verilmekte ve genellikle geri besleme bir Geciktirme Elemanı üzerinden yapılmaktadır. Geri besleme, bir katmandaki işlemci elemanlar arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki işlemci elemanlar arasında da olabilmektedir. Bu yapısı sayesinde geri beslemeli yapay sinir ağları, doğrusal olmayan dinamik bir davranış göstermektedir. Dolayısıyla, geri beslemenin yapılış

şekline göre farklı yapıda ve davranışta geri beslemeli yapay sinir ağı yapıları elde edilebilmektedir. Geri beslemeli yapay sinir ağı karmaşık bir çalışma düzeneğine sahiptir ancak dinamik hafızaları nedeniyle önceden tahmin uygulamalarında ve sınıflandırma işlemlerinde başarılı sonuçlar vermektedirler [29].



Şekil 2.3. İleri ve Geri Beslemeli Ağ Yapıları

2.3.3. Radyal tabanlı yapay sinir ağları

Çok katmanlı ağlar, gizli katmandaki işlem elemanlarının aktivasyon fonksiyonları türevleri alınabilen ve girilen değerlere göre sürekli artan türdendir. Bunlar büyük değerlere büyük, küçüklere de küçük işlemci değerleri atayan matematik fonksiyonlardır. Bu tür işlemciler bir kümelemenin ya da sınıflandırmanın bulunmaması durumunda kullanılırlar. Ancak verilerde bazı kümelenmelerin bulunması durumunda gizli katmandaki işlem elemanlarının da böyle bir yapıya sahip olması beklenir. Bu tür kümeleme işlemlerine pratikte sık rastlanır. Bu nedenle önceden kümeleşmiş verilerle çalışabilen radyal tabanlı yapay sinir ağları geliştirilmiştir. Bu tip ağlarda gizli katmandaki işlem elemanları, girişlerin ağırlıklandırılmış şeklini kullanmamakta ve gizli katmandaki işlem elemanlarının çıkışları, yapay sinir ağı ile temel fonksiyonun merkezi arasındaki uzaklığa göre belirlenmektedir. Radyal tabanlı yapay sinir ağlarının en genel anlamıyla radyal olarak simetrik olan gizli katman işlem elemanları içeren bir yapıdır[32].

2.4. Sanal Test Laboratuvarları

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 [33].

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 kazanmıştır [34]. Örneğin elektrik-elektronik alanında Mesleki ve Teknik eğitim alan öğrenciler için g elektronik 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 ğretim 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 webde gerçekleştirilebilir. Bu yolla öğrenciler açısından karmaşık kavramların anlaşılması daha kolaylaşmış yaklaşımlar geliştirilmiştir.

BÖLÜM 3. ÇEKME TESTİ SANAL TEST LABORATUVARI

Bu bölümde öncelikle tezin uygulama kısmı olan çekme deneyi, deneyi etkileyen faktörler, çekme testi verilerinin elde edilmesi, verilerin düzenlenmesi ve yorumlanmasından bahsedilmektedir. Sonrasında ise çalışmada kullanılan ileri beslemeli geri yayımlı, radyal tabanlı ve zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağı çeşitleri, performansları ve en iyi performansa ulaşılması amaçlı izlenen yollar anlatılmaktadır. Son olarak çekme testi sanal laboratuvarının sanal ortamda gerçekleşmesi amaçlı bir model önerilmektedir.

3.1. Çekme Deneyi

Çekme deneyi, bir numunenin tek ekseninde ve sabit hızda koparılmaya kadar çekilmesi işlemidir [35]. Çekme deneyi, malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve mekanik davranışlarına göre sınıflandırılması amacıyla yapılır [36]. 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 yükleme 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.

3.1.1. Çekme deneyi numunesi ve parametreleri

Çekme deneyi için önce test edilecek malzemedan standartlara uygun bir çekme numunesi hazırlanır [37]. Tablo 3.1'de çekme deney numunesinin kimyasal analiz

sonuçları, Tablo 3.2’de çekilen malzemenin standartları, Şekil 3.1’de sac numunenin bu standartlardaki çizimi mevcuttur.

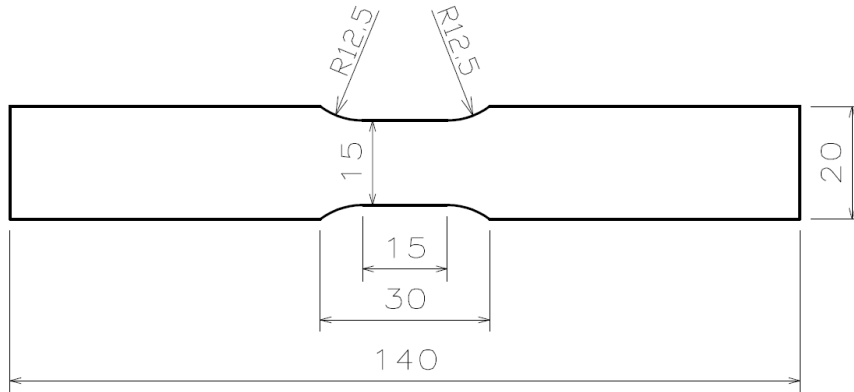
Hazırlanan numune iki ucundan özel çekme test cihazının çenelerine bağlanıp, gittikçe artan bir yükü kopuncaya kadar çekilir. Bu esnada uygulanan P yükü ile buna karşı malzemenin l_0 boyunda gösterdiği uzama miktarı(Δl) ölçülür [38].

Tablo 3.1. Deney malzemesi için kimyasal analiz sonuçları

Malzeme	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Al
(DIN EN 10204)	0,03	0,02	0,24	0,009	0,012	0,048

Tablo 3.2. Deney malzemesi için standartlar (mm)

Sac Kalınlığı	Numune Genişliği	Baş Kısımının Genişliği	Baş Kısımının Uzunluğu	İlk Ölçü Uzunluğu	Daraltılmış Kısımın Uzunluğu	Toplam Uzunluk
0,45-0,65	15	20	50	15	30	140



kalınlık 0.6
malzeme st37 (DKP)

Şekil 3.1. Çekme deney numunesi

Deney çubuğunun çekme kuvvetine dik doğrultudaki kesit yüzeyi başlangıçta A_0 , deney sırasında P kuvvetinin uygulandığı anda ise A ile gösterilirse, nominal gerilme(veya mühendislik gerilmesi),

$$\sigma_n = \frac{P}{A_0} \quad (3.1)$$

gerçek gerilme,

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.2)$$

olarak tanımlanır. Başlangıç ölçü boyu l_0 , deneyin herhangi bir anında uygulanan P yükünün etkisi ile l değerini alırsa, çekme doğrultusunda birim şekil değişimi

$$e = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ olur.} \quad (3.3)$$

Birim şekil değişimi, yukarıdaki ifadeden de görülebileceği gibi, l_0 başlangıç ölçü boyuna bağlı olarak hesaplanmaktadır. Deney sırasında ise ölçü sürekli olarak değişmektedir. Örneğin ölçü boyu çekme deneyinin herhangi bir anında l iken, dl gibi sonsuz küçük bir uzama sonunda birim şekil değişimindeki artış dl/l olacaktır. Bu bakımdan, l_0 başlangıç ölçü boyu l değerini alıncaya kadar meydana gelen toplam birim şekil değişimi

$$\varepsilon = \int_{l_0}^l \frac{dl}{l} = \ln \frac{l}{l_0} \quad (3.4)$$

ε , logaritmik veya gerçek şekil değiştirme olarak da anılır.

Denklem 3.3'ten

$$\frac{l}{l_0} = 1 + e \quad (3.5)$$

yazılarak denklem 3.4' e taşınırsa

$$\varepsilon = \ln(1 + e) \quad (3.6)$$

bulunur.

Plastik şekil verme sırasında iş parçasının hacmi değişmez. Hacim sabitliği

$$A_o.l_o=A.l \quad (3.7)$$

şeklinde ifade edilir. Buradan

$$A=A_o \frac{l_o}{l} \quad (3.8)$$

yazılarak denklem 3.2' ye taşınırsa

$$\sigma = \frac{P}{A_o} \cdot \frac{l}{l_o} \quad (3.9)$$

buradan da

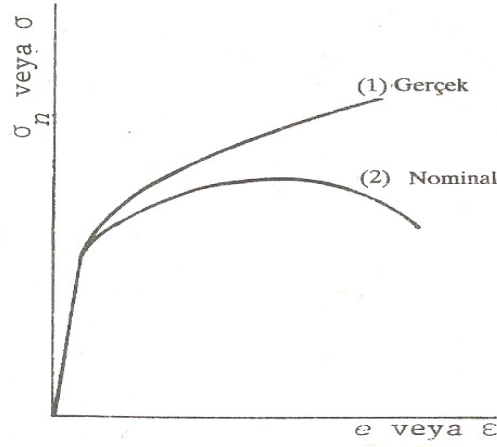
$$\sigma = \sigma_n (1 + e) \quad (3.10)$$

elde edilir. Küçük e değerleri, yani elastik şekil değişimi için

$\ln(1+e) \approx e$ alınabileceğinden $\varepsilon \cong e$ kabul edilir. e'nin büyük değerleri için ε ve e arasındaki fark hızla açılır[39].

3.1.2. Nominal ve gerçek çekme diyagramı

Deney sonucu ölçülen yük (F) ve uzama (Δl) değerlerinden yararlanarak F- Δl diyagramı elde edilir. Bu diyagrama çekme diyagramı denir. Çekme deneyi sırasında değişen F kuvvetinin herhangi bir andaki değeri, deney parçasının A_o başlangıç kesitine değil de o andaki en dar kesite(A) bölünürse gerçek gerilme bulunur. Gerçek çekme diyagramı, mühendislik çekme diyagramı gibi bir maksimumdan geçmez. Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi kopma noktasına kadar sürekli artar. Böylece malzemenin büzülme de dahil olmak üzere plastik şekil verme sırasında sertleştiği anlaşılmaktadır. Buna şekil değiştirme sertleşmesi veya pekleşme denir [39].



Şekil 3.2. Gerçek ve mühendislik çekme diyagramları[39]

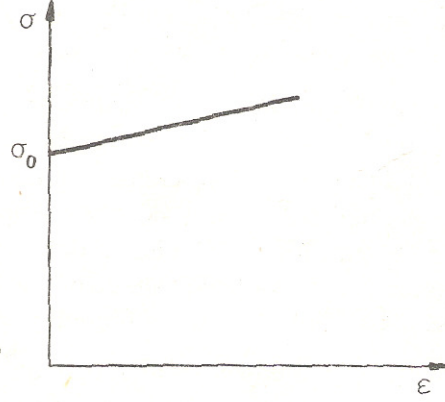
Gerçek çekme eğrisinin eğimi (pekleşme hızı veya pекleşme derecesi) gerçek gerilme değerine eşit olduğu anda çekme kuvveti de (veya nominal gerilme) maksimum değerini alır.

3.1.3. Gerçek gerilme-gerçek şekil değiştirme eğrileri için yaklaşık denklemler

Deneyel olarak elde edilen gerçek gerilme-gerçek şekil değiştirme eğrilerine çok uyan bazı ampirik denklemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri Ludwig tarafından sabit sıcaklık ve sabit şekil değiştirme hızında ;

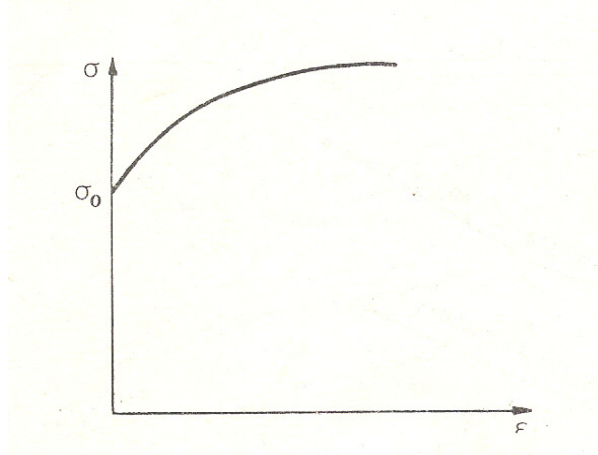
$\sigma = \sigma_0 + K\varepsilon^n$ şeklinde ifade edilmiştir. Burada σ_0 , akma sınırı, K ve n ise malzemeye özgü sabitlerdir.($n < 1$)

a) $n=1$ hali: Bu halde, gerçek gerilme gerçek şekil değiştirme ile $\sigma = \sigma_0 + K\varepsilon$ bağıntısına göre değişir. Böyle bir malzemeye çekme deneyi uygulanması halinde, çekme gerilmesi σ_0 akma sınırına erişinceye kadar şekil değişimi görülmez; çekme gerilmesinin akma sınırına erişmesi ile birlikte plastik şekil değişimi başlar. Plastik alanda gerilme ile şekil değiştirme arasında doğrusal bir bağıntı vardır, yani pекleşme lineerdir. Ayrıca şekil değişiminin elastik bileşeni plastik bileşen yanında ihmal edilmektedir [39].



Şekil 3.3. Ludwig denklemine göre ve $n=1$ halinde akma sınırı σ_0 olan bir malzemenin gerçek çekme diyagramı [39]

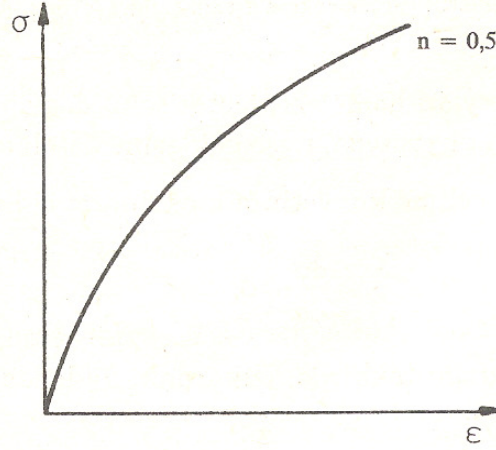
b) $n < 1$ hali (Şekil 3.4.) : Bu halde de şekil değişiminin elastik bileşeni plastik bileşen yanında ihmal edilmektedir.



Şekil 3.4. $\sigma = \sigma_0 + K\epsilon^n$ ($n < 1$) [39]

Akma sınırından (σ_0) sonra plastik şekil değişimi nedeniyle malzeme pekleşmekte fakat σ ve ϵ arasında doğrusal bir bağıntı bulunmamaktadır. (pikleşme lineer değil)

c) $n < 1$, $\sigma_0 = 0$ hali (Şekil 3.5): Bu halde $\sigma = K\epsilon^n$ olmaktadır. Bu tür bir malzeme, yüklemenin başlangıcından itibaren elastik davranış göstermez ve akma sınırı belirgin değildir.

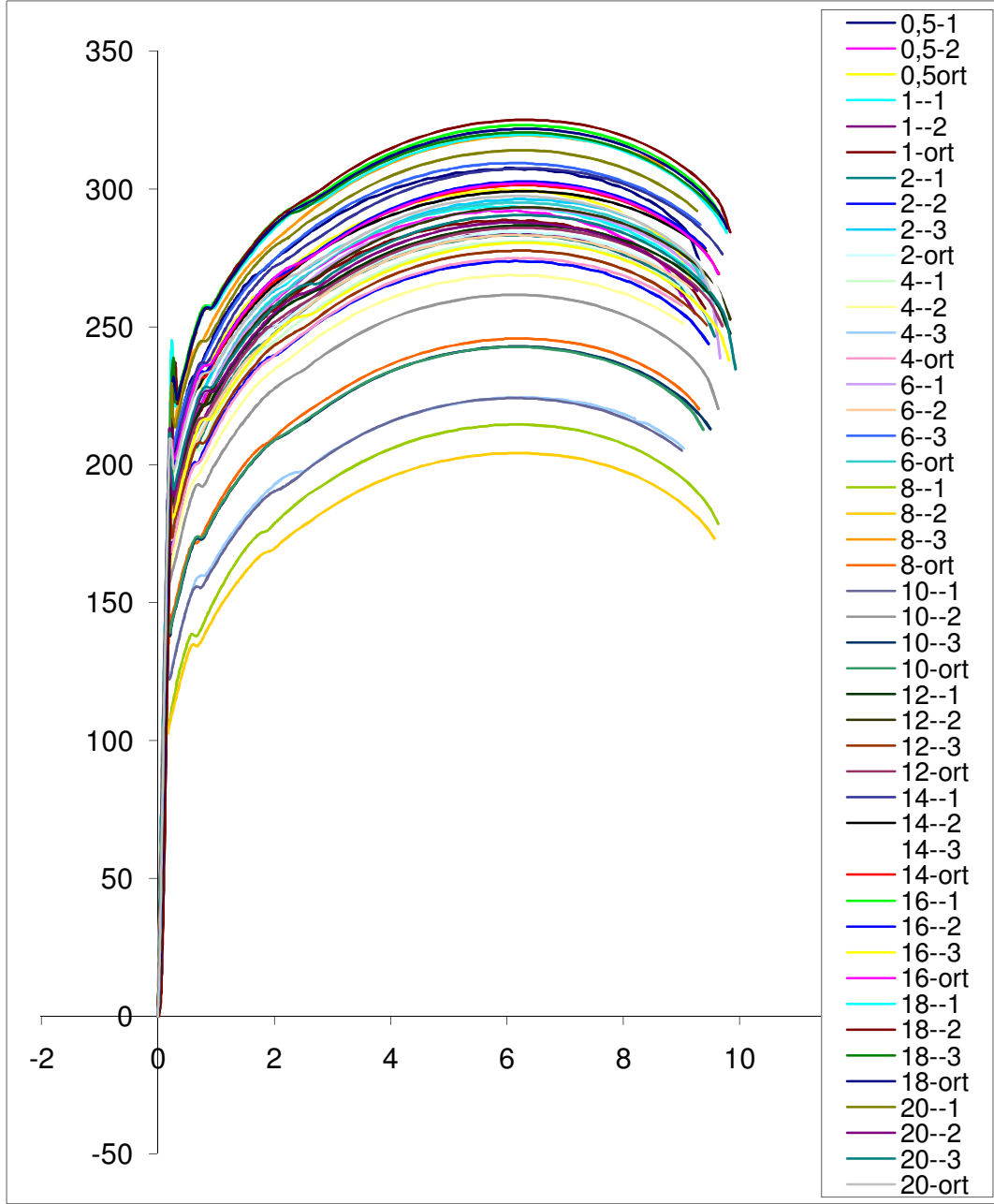


Şekil 3.5. $\sigma = K\varepsilon^n$ ($n < 1$) ,elastik davranış göstermeyen ve akma sınırı belirgin olmayan malzeme [39]

3.2. Çekme Testi Verilerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada öncelikle Bölüm 3.1.1'de belirtildiği gibi çekme testi numunesi hazırlanmış olup sonrasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü laboratuvarında farklı hızlarda aynı malzemenin çekme testi deneyi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarında 3 ve 10 tonluk malzemeye yük uygulayabilen iki farklı çekme cihazı bulunmaktadır. Fakat teknik bir arızadan dolayı 10 tonluk cihazdan nümerik veri elde edilememektedir. Bu yüzden 0,6 mm. kalınlığındaki kimyasal özellikleri ve standartları bölüm 3.1.1.'de verilen sac malzeme ile 3 tonluk yük uygulayabilen çekme cihazında çekme testi verileri elde edilmiştir. Çalışmada çekme hızının gerilme - genleme grafiğine olan etkisinin yapay sınır 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/dk ile her bir hızda üçer adet olmak üzere, malzemelerin çekme testleri gerçekleştirilmiş olup verilerin grafiği Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Farklı hızlarda çekilen malzemenin gerilme - genleme grafiğine etkisi

3.2.1. Gerilme - genleme grafiğini etkileyen sebepler

Makine ve yapı elemanları çalıştıkları ortam ve göreve uygunluk açısından farklı biçimlerde üretilirler. Özellikle şekillendirme esnasında birçok malzeme elasto-plastik davranış göstermektedir. Plastik şekil değiştirme nedeniyle makine parçalarında artık gerilmelerin ortaya çıktığı bilinmekle birlikte; artık gerilmeler, genellikle elemanın mukavemetini artırıcı yönde önemli rol oynamaktadır. Bilindiği

üzere, makine parçalarına yapılan yüklemenin belirli bir değerin üzerine çıkması halinde oluşan gerilmeler, malzemenin akma gerilmesi üzerine çıkması halinde, plastik deformasyon başlamaktadır. Bu noktadan sonra yükün kaldırılması halinde malzemede kalıcı şekil değişimleri görülecektir. Plastik deformasyon başlangıcı ile artık gerilmeler oluşur. Bu artık gerilmeler yardımıyla daha uygun makine parçalarının üretimi gerçekleştirilebilir.

Mühendislik açısından büyük önem taşıyan çatlak problemleri için birçok çözüm yöntemi geliştirilmiş ve çok sayıda çözüm verilmiştir. Birçok mühendislik probleminin elemanter mukavemette verilen formüller ile çözümü yeteri kadar istenilen hassasiyet ve doğrulukta olmayabilir veya bazen imkânsız olabilir. Teorik olarak (elastisite teorisi) çözümü çok zor veya bazen mümkün olmayan problemler sayısal yöntemlerle çok kolay bir şekilde çözülebilir. Son yıllarda karmaşık mühendislik problemleri sayısal yöntemlerin en çok aranan ve beğenilen tipi olan Sonlu Elemanlar Metodu (Finite Element Method) ile çözülebilmektedir.

Malzeme üzerinde istenilmeden oluşan veya istenilerek yaratılan delik, çatlak, çentik gibi gerilmelerde süreksizlik gösteren bölgeler civarında gerilmelerin yüklerin tipine, şiddetine ve geometrisine bağlı olarak değiştiği ve çok küçük bölgelerde çok büyük değerlere ulaştığı bilinmektedir. Gerilme yığılması olarak tanımlanan bu yüksek gerilmeler böyle süreksiz bölgeler içeren konstrüksiyonlarda tehlikeli durumlar meydana getirebilir ve yapıyı tehlikeli duruma sokabilir. Yapının dışı karşı gösterdiği davranışlarından sorumlu olan bu yüksek gerilmelerin tanzim edilmesi ve dolayısıyla konstrüksiyonun boyutlandırılması gerekmektedir. Geometrik süreksizlik içeren bu tip yapılarda oluşan gerilmelerin ve gerilme yığılma katsayılarının elemanter mukavemet formülleri ile doğru ve sağlıklı olarak hesaplanması mümkün olmamaktadır. Bu tip problemler analitik (teorik elastisite) veya daha çok tercih edilen sayısal metotlarla daha kolay ve istenilen hassasiyetle çözülebilir.

İnsanın kırılma kavramıyla tarihin başlangıcından beri yakından ilgili olduğu bilinmektedir. Gerçekten, kırılma tekniğinin ilkel araçların yapımında kullanılması uygarlığın gelişmesinde önemli bir başlangıç noktası olarak bilinir. Daha sonraları sanatçılar çanak-çömlek ve mozaik yapımında çatlaklardan süsleme unsuru olarak

yararlanmışlardır. Ancak, kırılmanın mühendislik açısından önem kazanması uzun zaman almakla birlikte, hemen tüm malzemelerin kritik bir düzeyin üzerinde yüklenince kırılmaya eğilimli oldukları gerçeği mukavemet bilim dalının ilk araştırmacıları tarafından fark edilmiş ve kırılma mukavemetinin bir malzeme özelliği olması gerektiği onlara son derece mantıklı görünmüştür. Böylece ilk kırılma teorilerine temel olan kritik gerilme kavramı ortaya çıkmıştır. Bu fikir özellikle mühendisler için çok çekici görünmüştür. Bir yapı elemanında yüklemeye doğacak gerilme, kullanılan malzeme için saptanmış olan kritik gerilme sınırını geçmeyecek biçimde yapılan boyutlandırma yeterli olacaktır. Ancak, zamanla çok sayıda köprü, uçak, gemi gibi mühendislik yapısının, hesaplarında hata olmamasına karşın, yıkılıp parçalanması kritik gerilme kriterinin geçerliliği konusunda ciddi kuşkulara yol açmıştır. Malzemelerin kırılma mukavemetinin sabit olmayıp bazı durumlarda çok büyük farklılıklar gösterdiği araştırmalar sonucu anlaşılmıştır. Sıcaklık, kimyasal çevre, yükleme hızı gibi koşulların malzemelerin mukavemetinde sistemli değişimlere yol açtığı gözlenmiştir. Bundan başka, farklı tip malzemeler tümüyle farklı biçimlerde kırılmaya uğrar. Örneğin, çekme uygulanan cam kritik bir noktaya kadar elastik davranış gösterip aniden koparken, birçok metallerde yırtılmadan önce büyük ölçüde plastik akma gözlenmiştir. Bir malzemenin karakteristik bir gerilme düzeyinde kırılması gerektiği tezi fiziksel prensiplere dayanmaktadır. Deney numunesi küçüldükçe kırılma mukavemetinin belirli bir artış göstermesi bunu kanıtlamaktadır. Kırılma, katı malzemede yeni yüzeyler oluşması anlamına geldiği için bu olayın en temel düzeydeki görünümü, malzeme içindeki atomlar arası bağların kopması biçimindedir. Atom boyutundaki kusurlar veya boşluklar giderek büyür ve daha büyük boşlukları veya çatlakları oluşturur. Bunların büyümesi sonucunda da çok büyük yapı elemanları ikiye bölünebilmektedir. Yani kırılma, atom düzeyinde başlayıp, yapı elemanı düzeyine kadar giden karmaşık bir olaydır. Yapılan bu çalışmaya paralel olarak, öncelikle gevrek ve sünek malzemelerdeki çatlak oluşumunun incelenmesi faydalı görülmektedir.

Çatlak oluşum mekanizmalarının gevrek (brittle), yarı gevrek (quasi-brittle) ve sünek (ductile) malzemeler için farklılıklar gösterdiği bilinmektedir. Gevrek malzemelerde dislokasyonlar hareketsizdir; yarı gevrek malzemelerde belirli sayıda kayma düzleminde hareketlidir; sünek malzemelerde ise tümüyle hareketli olabilir.

Gevrek malzemelerdeki kusurların önemli özelliği malzemenin mukavemetini büyük ölçüde etkilemeleridir. Bu kusurlardan önem arz eden genel olarak malzemenin yüzeye yakın kesiminde görülmesi şeklinde ele alınabilir. Diğer kusur olarak ele alınacak özellikler ise, gevrek malzemelerin boy ve doğrultu bakımından çok farklılık göstermeleridir. Gevrek malzemelerde en yaygın çatlak oluşum mekanizması cisim yüzeyinin sürtünme ile çizilmesidir. Böylece çizilen kısmın çevresinde çekme etkisinde olan bir yüzey tabakası oluşur. Bu, çatlak oluşumu için bir alt yapı hazırlamaktadır. Kritik yükleme sonucu bu bölgede hertz koni çatlakları olarak bilinen çatlaklar oluşur. Yarı gevrek malzemelerde çatlak oluşmasından önce belirli ölçüde plastik akma olmaktadır. Bu tip malzemelerin mukavemeti kusur dağılımına değil, akma özelliklerine bağlıdır. Akma düzlemlerindeki kayma gerilmesi, çatlak düzlemindeki normal gerilmeden daha önemlidir. Çatlak, çekmeyle olduğu kadar basınçla da oluşabilir. Kristaller plastik şekil değiştirmelere uğrayamadıkları için bir rahatlatma mekanizması olarak çatlak oluşur. Bir kristal, akma sınırını geçen bir yükü yüklenince dislokasyon kaynakları çalışmaya başlar ve kayma gerilmesinin büyük olduğu belirli düzlemlerde kaymaya neden olur. Böylece oluşan dislokasyonlar engellerle karşılaşınca gerilme yığılmalarına yol açan dislokasyon kümeleri oluşur. Bu gerilme yığılmaları ya malzemenin plastik akmaya uğraması veya dislokasyon kümelerinin etkileşerek çatlak oluşması sonucunu doğurur. Sünek malzemeler için plastisite en önemli etkidir. Dislokasyonlar çok sayıda düzlemlerde kayabildikleri gibi, bir kayma düzleminde bir başkasına da geçebilirler. Tek bir kristal alınıp iki ucuna basit çekme uygulansa, kristal, atom düzlemleri kayıp tamamen ayrılana kadar plastik şekil değiştirmeye uğrar ve hiçbir çatlak oluşmaz. Pratikte bu kayma ve kopma, boyun adı verilen bölgede yoğunluk kazanır. Malzeme içerisinde çok küçük kusur elemanları varsa, yarı gevrek malzemelerde olduğu gibi, büyük gerilme yığılmaları olan kısımlarda boşluklar oluşmaktadır. Ancak, sünek malzemelerde boşluklardan çatlaklar oluşmaz; boşluklar arasındaki kısımlar çekme altındaki minyatür, plastik elemanlar gibi davranarak uzar ve plastik instabilite sonucu kopar. Böylece kayma ile başlayan kopma, büyük ölçüde enerji kaybına neden olan sünek bir yırtılma olayına dönüşür. Malzemelerin sünek ve gevrek olarak sınıflandırılmaları çatlak oluşum mekanizmalarına bağlı olarak kopmadan önce önemli ölçüde plastik şekil değiştirme yapıp yapmamalarına göre olmaktadır. Pratikte basit çekme deneyinde, kopma sırasında uzama oranı %5 den

fazla olan malzeme sünek, az olanda gevrek olarak adlandırılır. Mühendislik yapılarında sünek halden gevrek hale geçiş çatlak oluşma enerjisinde azalmayla birlikte ani kopmaya yol açar. Bunun en önemli nedeni sıcaklık azalmasıdır. Dislokasyonların hareketliliği sıcaklığa karşı çok duyarlıdır ve sıcaklığın azalması kayma serbestliliğini büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle çoğu katı maddeler erime noktasının hemen altına sünek olmalarına karşın, düşük sıcaklıklarda gevrek davranış gösterirler. Metallerin gevrek kırılması ise atomik bağların kopması sonucu kristal yapı düzlemlerinde doğrudan doğruya ayrılma yoluyla olur [40].

Bir malzemede bir noktaya yerleştirilen kartezyen koordinat sisteminin değişik yönlerinde değişik özellikler saptanıyorsa o malzeme anizotrop malzeme olarak adlandırılır. Anizotrop yapının sebebi metal üzerine uygulanan mekanik ya da ısı işlemlerdir. Özellikle haddeleme operasyonlarında hadde yönünde anizotropi görülür.

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;

- a) Malzemenin yapısı ve mekanik özellikleri,
- b) Deformasyon hızı,
- c) Sıcaklık,
- d) Sürtünme ve aşınma,
- e) Hidrostatik basınç,
- f) Kalıntı gerilmeler,
- g) Geometrik faktörler.

Malzemenin yapısı, kimyasal bileşimi ile termomekanik geçmişine 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 arayüzey enerjisi ve arayüzey bağı plastik deformasyon kabiliyetini

etkileyen önemli faktörlerdir. Tane boyutu veya tercihli yönlenme 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.

Mühendislik deformasyon hızı;

$$\dot{e} = \frac{de}{dt} = \frac{d[(L - L_0)/L_0]}{dt} = \frac{V}{L_0}$$

L0: Numunenin deformasyon öncesi ölçü uzunluğu

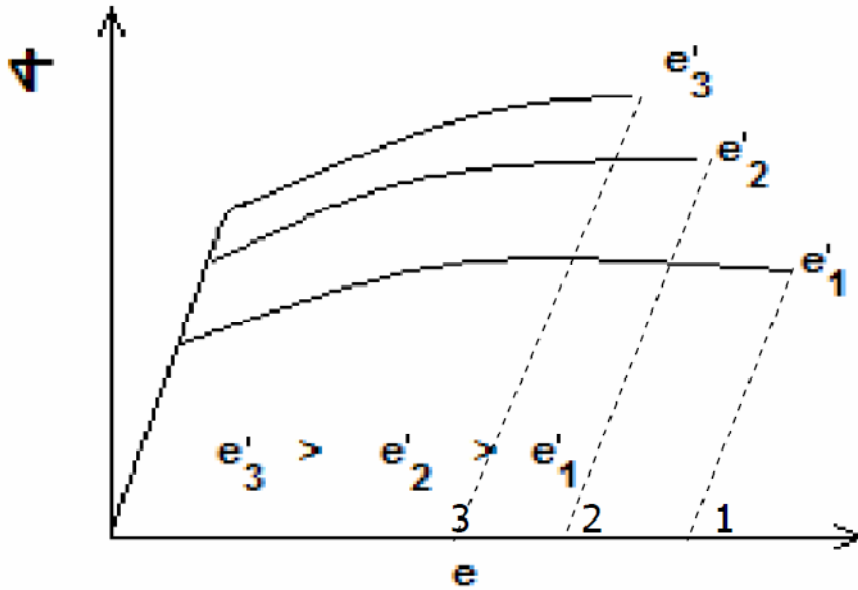
L: Numunenin deformasyon sonrası ölçü uzunluğu

V: Çene hızı (V= dL/dt) mm/sn, mm/dak.

Gerçek def. hızı;

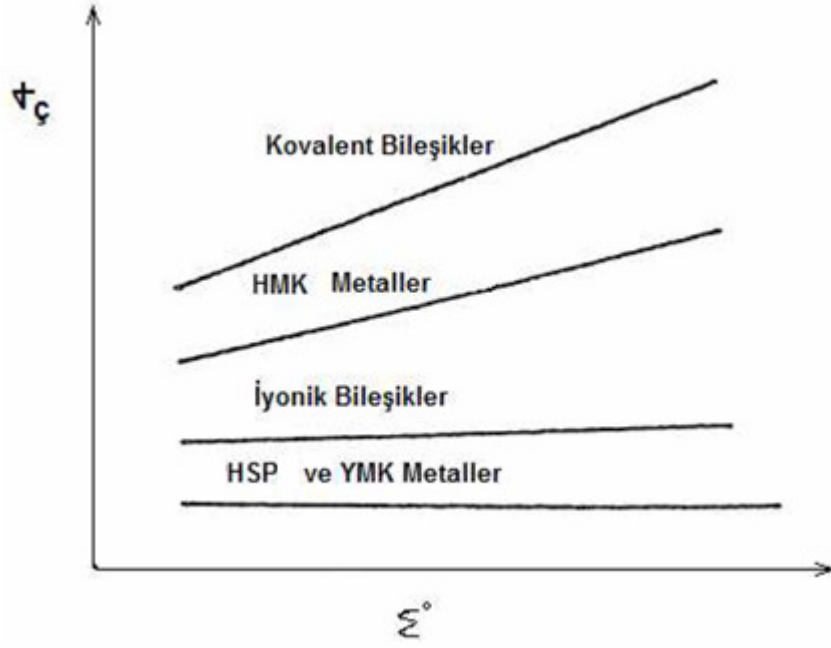
$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{d[\ln(L/L_0)]}{dt} = \frac{V}{L}$$

Farklı deformasyon hızları uygulanması halinde çekme eğrilerinin yukarıya doğru kaydığı buna karşılık toplam B.S.D. miktarının azaldığı görülmektedir (Şekil 3.7). Deformasyon hızının akma gerilmesine etkisi çekme gerilmesine etkisinden daha fazladır [41].

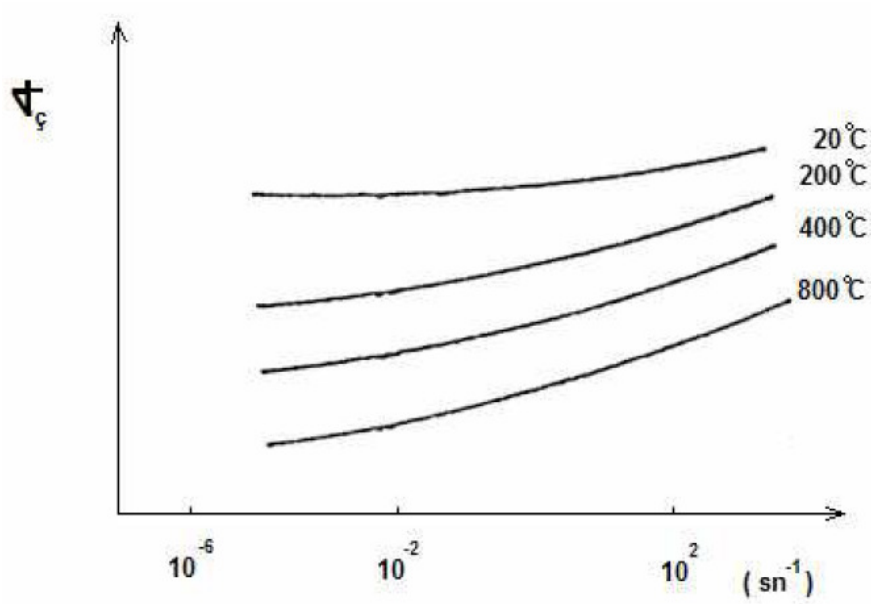


Şekil 3.7. Farklı hızlarda çekilen malzemenin gerilme - genleme grafiğine etkisi [41]

Çeşitli malzemelerin deformasyon hızına karşı duyarlılığını belirten şekilde görüldüğü gibi, metalik malzemelerde hacim merkezli kübik yapılarda olanlar diğer metalik malzemelere göre deformasyon hızına daha duyarlıdır (Sekil 3.8). Artan sıcaklıkla birlikte deformasyon hızının mekanik özelliklere etkisi de artmaktadır (Sekil 3.9)

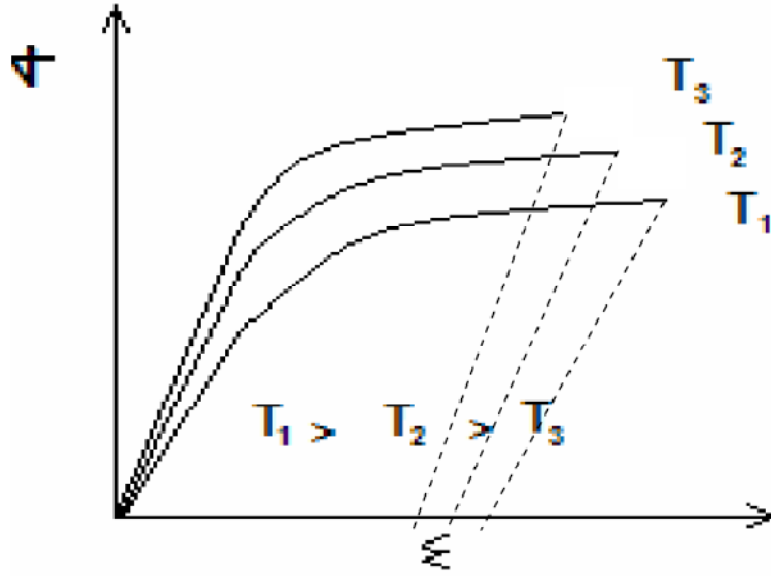


Şekil 3.8. Deformasyon hızı ile çekme mukavemeti arasındaki değişim[41]



Şekil 3.9. Cu'nun çekme mukavemetine deformasyon hızının etkisi[41]

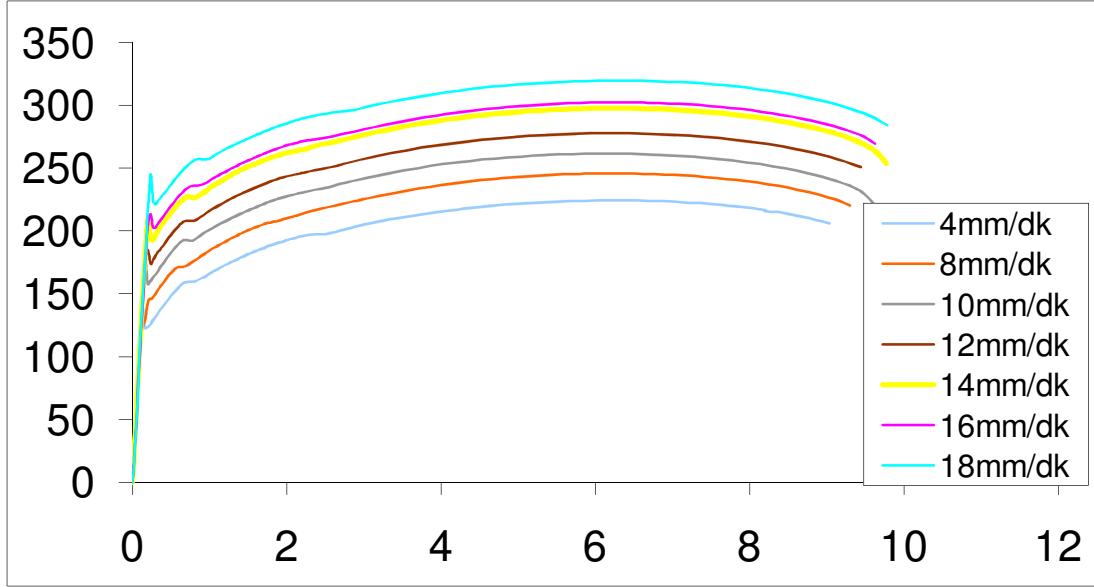
Genel olarak sıcaklık arttıkça malzemenin mukavemeti azalır, sünekliği ise artar (Sekil 3.5). Farklı kristalografik malzemelere sıcaklığın etkisi aynı şiddette değildir. Örneğin HMK sistemdeki metallerde sıcaklığın artması ile akma mukavemeti hızla azalırken, YMK sistemdeki metallerde sıcaklık arttıkça akma mukavemeti azalması çok daha yavaştır. Metalik malzemelerin kırılma tipinin sıcaklık arttıkça taneler içi (transgranüler) kırılmadan taneler arası (intergranüler) kırılmaya geçiş gösterir.



Şekil 3.10. Sıcaklığın gerilme – genleme diyagramına etkisi [41]

3.3. Çekme Testi Verilerinin Düzenlenmesi

Bölüm 3.2.1’ de belirtilen gerilme – genleme grafiğini olumsuz yönde etkileyen sebeplerden dolayı yapay sınır ağları ile modellenmesi planlanan Şekil 3.6’da grafiksel olarak verilen veriler literatüre uygun bir şekilde seçilmiş olup Şekil 3.11’de gösterilmiştir. EK A-1’de çalışmada kullanılan çekme testi verileri yer almaktadır.



Şekil 3.11. YSA modelinde kullanılmasına karar verilen literatüre uygun veriler

3.4. Çalışmada Kullanılan Yapay Sinir Ağları ve Performansları

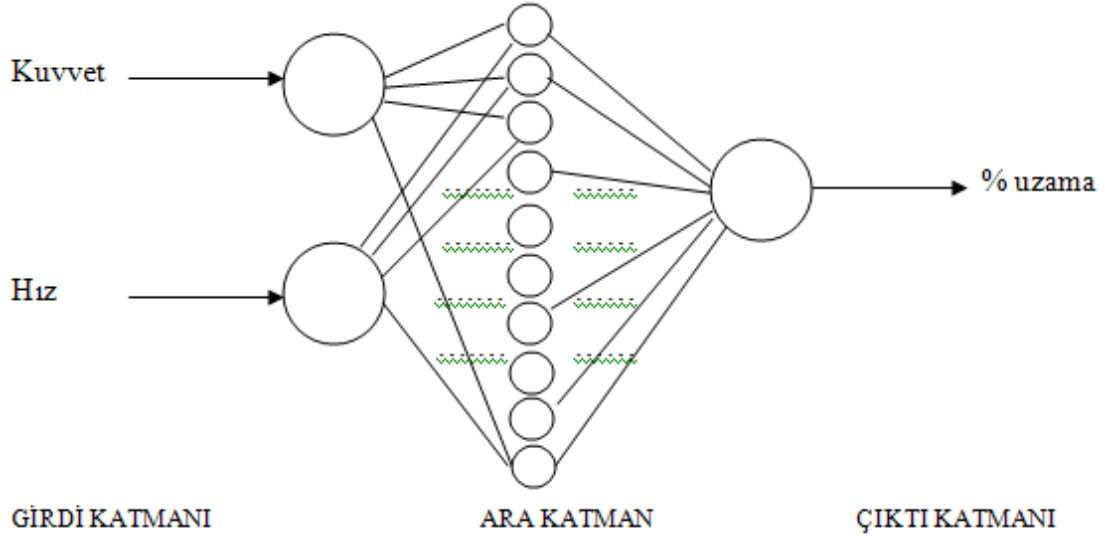
Yapay sinir ağları kullanılarak modellenmesi amaçlanan çekme testinde ileri beslemeli geri yayımlı, radyal tabanlı ve zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağları kullanılmış ve performansları gözlemlenmiştir. Her üç ağ yapısında da eğitim ve test setlerinin düzenlenmesi adına yazılan makro EK-A2’de yer almaktadır. Yapay sinir ağlarında kullanılmak üzere yazılan bu makro sonucu elde edilen eğitim ve test setinden ilk 10 adeti Tablo 3.3’de belirtilmektedir.

Tablo 3.3. Makro sonucu elde edilen ilk 10 değer

EĞİTİM SETİ						
Veri no.	GERÇEK DEĞERLER			NORMALİZE DEĞERLER		
	Kuvvet	Hız	% uzama	Kuvvet	Hız	% uzama
1	0,009415	4	0	0	0,0625	0
2	39,20274	4	0,032571	0,122576	0,0625	0,00333
3	75,80212	4	0,066429	0,237039	0,0625	0,006792
4	109,6994	4	0,099911	0,343052	0,0625	0,010216
6	122,8532	4	0,166553	0,384191	0,0625	0,01703
7	123,3398	4	0,199875	0,385712	0,0625	0,020437
8	125,6216	4	0,233411	0,392849	0,0625	0,023866
9	128,805	4	0,266678	0,402804	0,0625	0,027268
...
Veri no.	Kuvvet	Hız	% uzama	Kuvvet	Hız	% uzama
TEST SETİ						
5	138,5388	4	0,133393	0,433247	0,0625	0,013639
10	131,6678	4	0,299839	0,411758	0,0625	0,030658
...

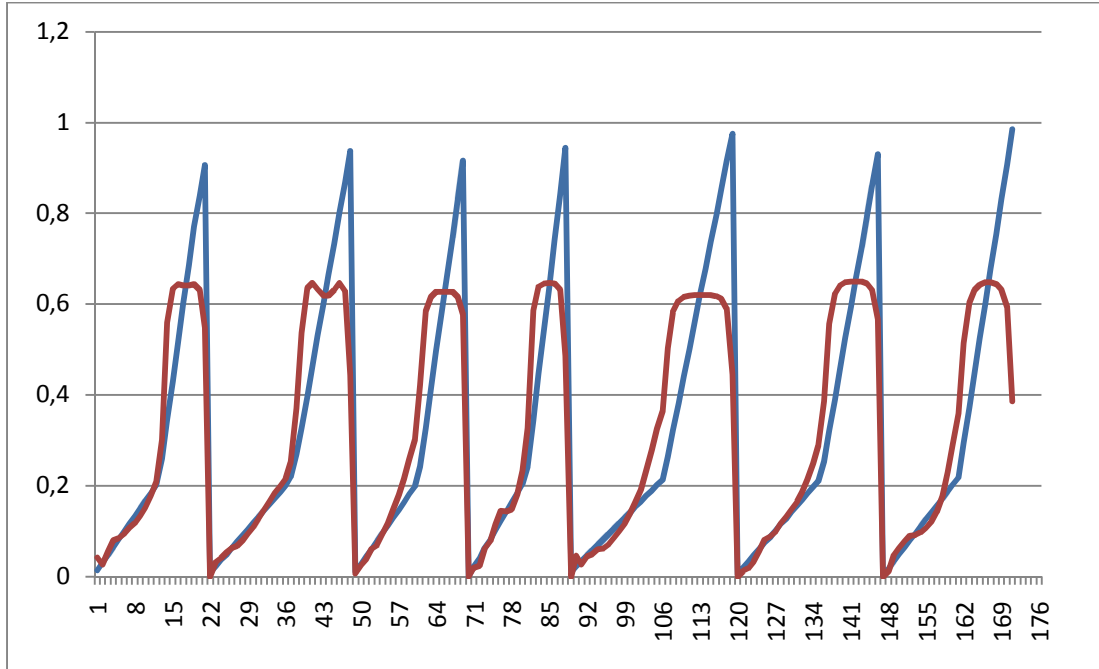
3.4.1. İleri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı ile modelleme

Şekil 3.12’de ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modeli gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Kullanılan yapay sinir ağı yapısı

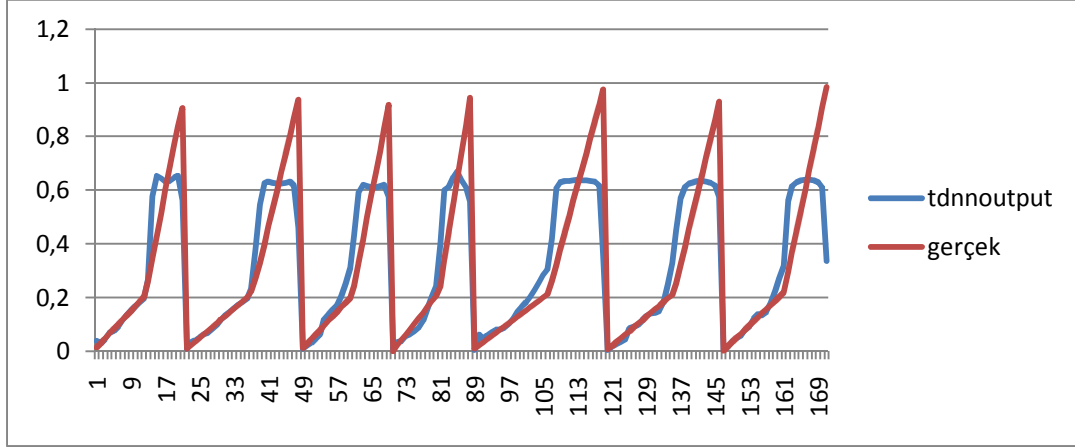
İki girdi (kuvvet, hız), on ara katman ve bir çıktı katmanından (%uzama) oluşan yapay sinir ağı MATLAB yazılımı, Neural Network Toolbox’ında çalıştırılmış olup elde edilen sonuçlar Şekil 3.13’te gösterilmektedir.



Şekil 3.13. İleri beslemeli geri yayımlı ağı performans grafiği

Şekil 3.13'ten de anlaşılacağı gibi ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağları ile elde edilen performans düşüktür. Bu ağ yapısı tepe noktalarını görmemektedir.

3.4.2. Radyal tabanlı sinir ağları ile modelleme

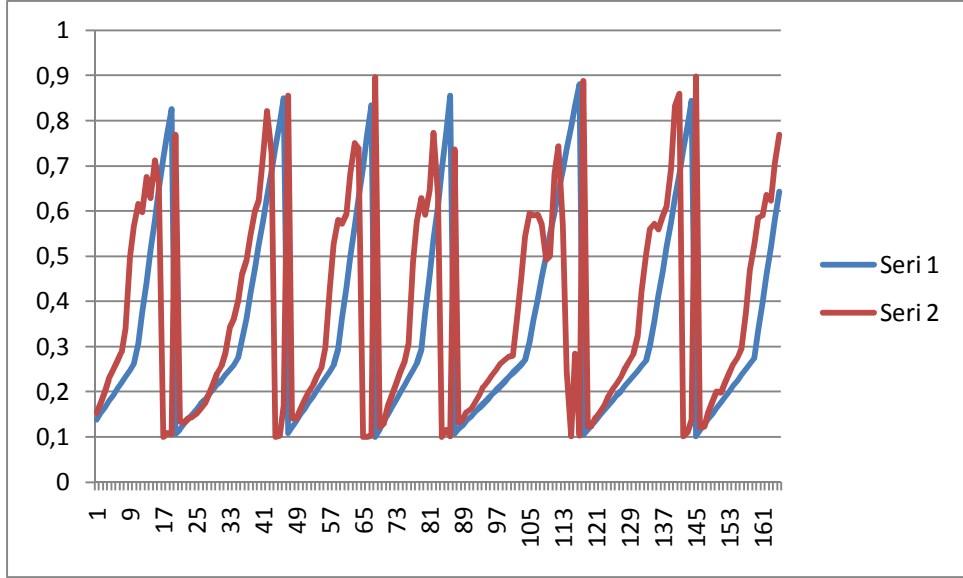


Şekil 3.14. Radyal tabanlı ağ performans grafiği

Şekil 3.14'ten de anlaşılacağı gibi radyal tabanlı yapay sinir ağı performansı ileri beslemeli geri yayımlı ağ performansından daha yüksektir fakat halen kurulan model tepe noktalarını görememektedir.

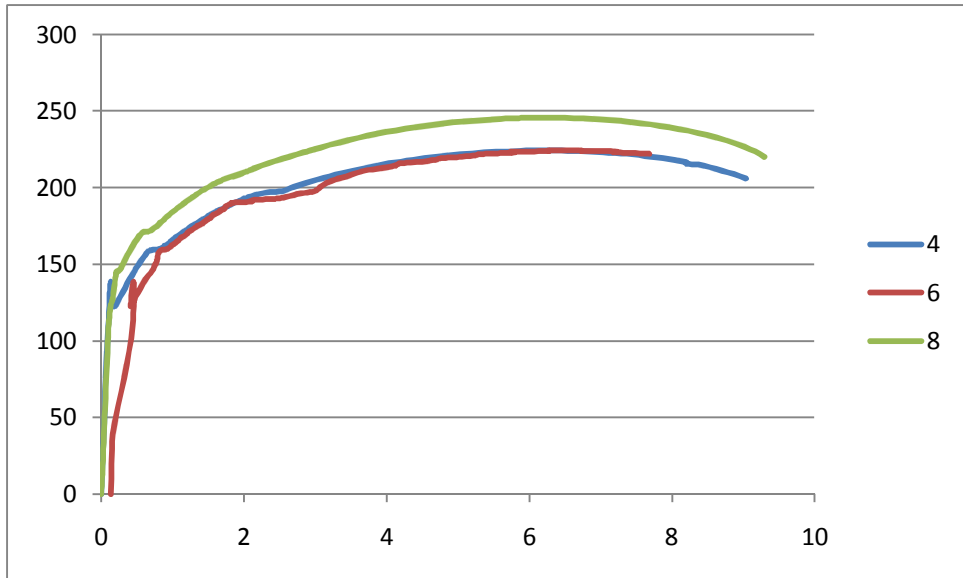
3.4.3. Zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağları ile modelleme

Zaman gecikmeli ileri beslemeli yapay sinir ağı ile elde edilen sonuçlar Şekil 3.15'te gösterilmektedir.



Şekil 3.15. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ performans grafiği

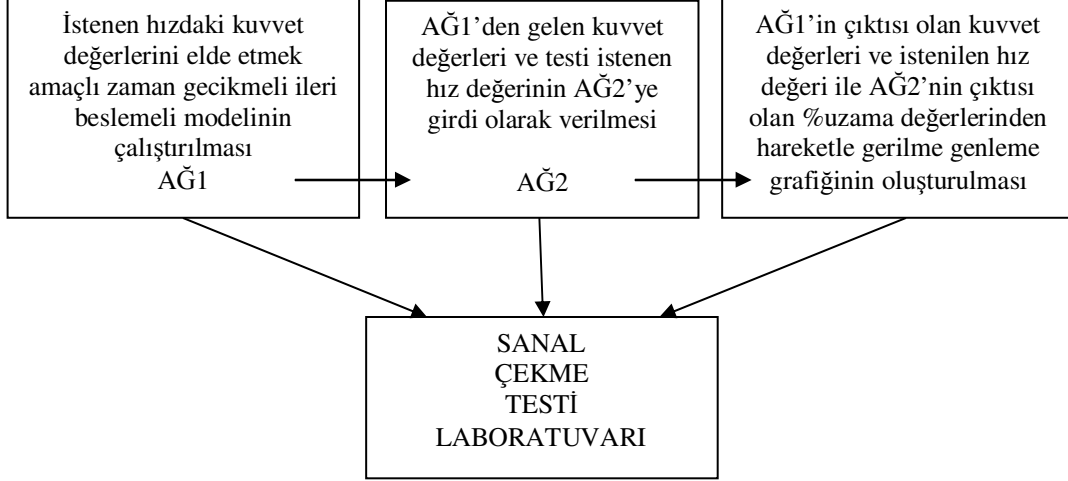
Şekil 3.15'ten de anlaşılacağı gibi zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ yapısı bu çalışmada en yüksek performansını sergilemiştir. Bu çalışmada 5 zaman gecikmesi uygulanmış olup modellenen ağ yapısı ile 6mm/dk hızla çekildiği düşünülen numunenin grafiği Şekil 3.16'da yer almaktadır.



Şekil 3.16. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ ile 6mm/dk hızındaki gerilme genleme grafiği

3.5. Yapay Sinir Ağı Modeli Kullanılarak Tasarlanan Sanal Laboratuvar

Çekme testinin sanal ortamda gerçekleştirilmesi modelin web ortamına aktarılması ile mümkündür. Modelin kendi içinde çalışması aşağıda belirtilen şekilde olmalıdır.



Şekil 3.17. Sanal çekme testi laboratuvarı model önerisi

Tablo 3.4. Zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ ile 6mm/dk hızındaki gerilme genleme grafiği

	AĞ1	AĞ2
Girdi1	%uzama	Kuvvet
Girdi2	Hız	Hız
Çıktı	Kuvvet	%uzama

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Şekil 3.16'da ve Tablo3.4'de belirtildiği gibi önerilen modelde 2 farklı zaman gecikmeli ileri beslemeli ağ yapısı kullanılmalıdır. İlk ağ yapısında %uzama değerleri ile hız modele girdi olarak verilmeli ve o hıza ait çekme testi için kuvvet değerleri elde edilmelidir. Sonrasında ikinci ağ yapısına bu kuvvet değeri ile birinci ağda belirtilen hız değerleri girdi olarak verilerek %uzama değerleri çıktı olarak elde edilmiştir. Artık istenilen hızdaki kuvvet değerlerimiz ile %uzama değerlerimiz mevcut olup gerilme genleme grafiğinin çizilmesi amaçlı tasarlanan arayüze bu değerlerin girişi sağlanır. Bu model sayesinde farklı hızlarda malzemenin gerilme - genleme grafiği gözlemlenebilir hale gelecektir.

Bu çalışmada, yapay sinir ağları ile çekme testi tasarımında kullanılması gereken YSA modelinin feed-forward time delay (zaman gecikmeli ileri beslemeli) ağ yapısı olması testin sanal ortamda gerçekleştirilebilmesi açısından iyi bir performans sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] ORAL, O.; Sanal Malzeme Laboratuvarı Oluşturulması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2005
- [2] SAYDAN, R., Tüketicilerin Online Alışverişe Yönelik Risk ve Fayda Algılamaları: Geleneksel ve Online Tüketicilerin Karşılaştırılması, Electronic Journal of Social Sciences C.7 S.23, ISSN: 1304-0278, p.p. 386-402, 2008
- [3] HASHEMI, J., AUSTIN, K., MAJKOWSKI, A., Elements of a Realistic Virtual Laboratory Experience in Materials, 1-27, Texas Tech University, Texas 1998
- [4] AKIN, E., KARAKÖSE, M., Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Eğitiminde Sanal Laboratuvarların Kullanımı
- [5] KURT, A. O., KUBAT, C., ÖZTEMEL, E., Web-based Virtual Testing and Learning in Material Science and Engineering, International Journal of Engineering Education, Volume 22, Number 5, Page 986-992 October 2006
- [6] Finite Solutions Inc., 4769 Highland Park Dr Slinger WI 53086-9441. U.S. <http://www.finitesolutions.com> Erişim Tarihi: 29.11.2009
- [7] ALPHACAST Software Ltd., 2 Kimble Close, Northampton, NN4 0RF. U.K. <http://www.alphacast-software.co.uk> Erişim Tarihi: 29.11.2009
- [8] ERKAN, E., Altun H. Java ve WEB Tabanlı Uzaktan Eğitim: e-Eğitim için Sanal Sınıf ve Sanal Laboratuvar Projesi http://www.emo.org.tr/etkinlikler/egitim/etkinlik_bildirileri_detay.php?etkinlikkod=7&bilkod=128 Erişim Tarihi: 29.11.2009
- [9] ERKAN, E ve Altun H, “Java ve WEB tabanlı uzaktan eğitim: e-eğitim için sanal sınıf ve sanal laboratuvar projesi”, Elektrik-Elektronik

Bilgisayar Muhendislikleri Eğitimi 1. Ulusal Sempozyumu, EEBM2003, 131-134, Ankara, 30 Nisan-02 Mayıs 2003

- [10] MELSA, J.L. “Trends in engineering education in the USA.” J. Engrg. Sci. and Educ., vol. 7(5), pp. 215-220. 1997
- [11] ISKANDER, Magdy F, “Technology-Based Electromagnetic Education”, IEEE Transactions on Microwave Theory & Techniques, 50(3), s. 1015-1020, 2002
- [12] TAŞGETİREN, S., Gökçe, B., 2004. Malzeme Bilimi Eğitiminde E_ Eğitim desteği ve Bir örnek uygulama. 10. Denizli Malzeme Sempozyumu ve Sergisi, 1048-1058, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Afyon.
- [13] ONG, S., Mannan, A., 2002. Development of an Interactive Multimedia Teaching Package for a Course on Metalworking. 215-228, National University, Singapore.
- [14] ERDOĞAN, E., Altun H., Görür A., Java Tabanlı Sanal Eğitim Platformu Geliştirme Süreci ve Öneriler, http://host.nigde.edu.tr/haltun/bildiriler/eem_egitim2005.pdf, Erişim Tarihi: 29.11.2009
- [15] KOCAÇINAR, M. ve Yavuz, H., Bilgisayar Destekli Eğitimin Başarıya Ulaşmasını Etkileyen Faktörler, TDB 8. Ulusal Bilişim Kurultayı, 1990.
- [16] BAYRAK, B., “Fizik Eğitiminde Laboratuar Destekli Öğretimle Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisinin Karşılaştırılması”, G.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2005
- [17] JESCHKE, S., Richer, T., Zorn, E. “Virtual Lab”, DFG Research Center Matheon, TU Berlin, 2001.
- [18] KARAGÖZ, Ö., Fizik Derslerinde Kullanılan Farklı Sanal Laboratuar Programlarının Tasarım ve Kullanışlılık Açısından Değerlendirilmesi, Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2006
- [19] GURNEY, K., An Introduction to Neural Networks. London: UCL.1997.

- [20] ARAS, S., “Yapay Sinir Ağlarında Duyarlılık Analizleri”, DEÜ SBE Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008
- [21] TEKTAŞ, M., AKBAŞ, A. VE TOPUZ, V., “Yapay Zeka Tekniklerinin Trafik Kontrolünde Kullanılması Üzerine bir İnceleme”, Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi ve Fuarı, 8-12 Mayıs, Ankara, 2002
- [22] MCCULLOCH, W., PITTS, W., A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, 7:115 - 133. 1943
- [23] KOHONEN, T. Self-Organization and Associative Memory. Springer, second edition, 1988
- [24] CRONE, Sven F., “Business Forecasting with Artificial Neural Networks”, presentation of IBF tutorial, Institute of Business Forecasting, 2004
- [25] TOKTAŞ, İ. VE AKTÜRK, N., “Makina Tasarım İşleminde Kullanılan Yapay Zeka Teknikleri ve Uygulama Alanları”, Makina Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2004(2):p.p. 7-20, 2004
- [26] ÖZTEMEL, E., “Yapay Sinir Ağları” Papatya Yayıncılık, 2003, sf 36
- [27] BOLAT, B., “Asansör Kontrol Sistemlerinin Genetik Algoritma İle Simülasyonu”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006
- [28] BLUM, A., Neural Network in C++: An Object Oriented Framework for Building Connectionst Systems, John Wiley&Sons.Inc., New York. ,1992
- [29] BAYIR, F., “Yapay Sinir Ağları ve tahmin Modellemesi Üzerine Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı İstanbul, 2006
- [30] ZURADA, J. M., Inroduction to Artificial Neural Systems, West Publishing Company, St. Paul, 1991
- [31] WAIBEL, A., Hanazawa Shikano,(1989) "Phoneme recognition using Time-Delay Neural Networks," IEEE Trans. on ASSP, Vol. 37, no. 3.

- [32] GÜLBAĞ, A., “Yapay Sinir Ağı ve Bulanık Mantık Tabanlı Algoritmalar ile Uçucu Organik Bileşiklerin Miktersal Tayini”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Temmuz 2006
- [33] ARI, M., “Mesleki ve Teknik Eğitimde Uygulanacak Uzaktan Eğitim Modelinde Laboratuvar Kullanımı ve Altyapı İhtiyaçları” Ankara Üniversitesi – IVETA Bölgesel Konferansı – 20-22 Ekim 2003, Ankara-Türkiye
- [34] LAMMLE, T., TEDDER W., “CCNA Virtual Lab. E-trainer” sybex 2000
- [35] SAVAŞKAN, T., “Malzeme Bilgisi ve Muayenesi”, Derya Kitabevi, 1999
- [36] KARADENİZ, E., “Çeliklerde Dövülebilirliğin Burma, Basma ve Çekme Deneyleriyle İncelemesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1997
- [37] Doç. Dr. KARALI, E. S., Doç. Dr. ENSARİ, C., Doç. Dr. DİKEÇ, F., Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri, İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu 1983
- [38] T.C. Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Makine Laboratuvarı 1 Deneyleri, Kocaeli, Ekim 2002
- [39] ÇAPAN, L., Metallere plastik şekil verme, Çağlayan basımevi,15-28,İstanbul, 1999
- [40] İŞCAN, B., ADİN, H., Çatlak Bulunan İzotropik Dökme Demir Levhanın Gerilme Analizi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye
- [41] Doç. Dr. ÖZÇATALBAŞ, Y., T.C. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümü Mekanik Metalürji II Ders Notları

EKLER

EK A

4--3		8-ort		10--2		12--3		14--3		16-ort		18--1	
% uzama	Kuvvet	% uzama	Kuvvet	% uzama	Kuvvet	% uzama	Kuvvet	% uzama	Kuvvet	% uzama	Kuvvet	% uzama	Kuvvet
0,00	0,01	0,00	0,12	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,08	0,00	0,01
0,03	39,20	0,02	21,99	0,03	33,01	0,04	38,49	0,01	10,01	0,02	9,30	0,02	10,85
0,07	75,80	0,05	54,94	0,07	78,37	0,08	89,20	0,04	43,66	0,05	42,44	0,06	51,14
0,10	109,70	0,08	84,97	0,10	116,36	0,12	133,65	0,07	74,77	0,08	77,12	0,09	91,47
0,13	138,54	0,11	111,09	0,13	151,59	0,16	174,92	0,09	102,56	0,11	108,85	0,12	127,72
0,17	122,85	0,13	123,20	0,17	177,82	0,20	184,78	0,12	128,39	0,13	138,19	0,15	160,49
0,20	123,34	0,16	127,30	0,20	157,87	0,24	173,75	0,14	152,98	0,16	165,93	0,18	191,82
0,23	125,62	0,19	136,59	0,23	159,89	0,28	178,07	0,16	176,71	0,19	191,56	0,21	221,72
0,27	128,80	0,21	145,26	0,27	162,90	0,32	182,08	0,19	198,33	0,21	208,67	0,24	245,23
0,30	131,67	0,24	145,65	0,30	165,36	0,36	184,85	0,21	211,01	0,24	213,15	0,27	223,93
0,33	134,60	0,27	147,00	0,33	168,13	0,40	188,18	0,23	195,89	0,27	203,28	0,30	221,31
0,37	137,60	0,29	149,18	0,37	171,21	0,44	191,57	0,26	192,61	0,29	202,09	0,33	223,66
0,40	140,40	0,32	151,69	0,40	174,22	0,48	195,00	0,28	194,03	0,32	204,29	0,36	226,22
0,43	142,98	0,35	154,20	0,43	177,24	0,52	198,10	0,30	196,79	0,35	206,60	0,39	228,18
0,47	145,53	0,37	156,56	0,47	180,04	0,56	201,04	0,33	199,68	0,37	208,93	0,42	230,27
0,50	148,33	0,40	158,72	0,50	182,68	0,60	203,74	0,35	202,19	0,40	211,17	0,45	232,68
0,53	150,67	0,43	160,89	0,53	185,07	0,64	206,19	0,37	204,51	0,43	213,45	0,48	235,10
0,57	152,75	0,45	162,99	0,57	187,53	0,68	207,75	0,40	206,21	0,45	215,68	0,51	237,50
0,60	154,99	0,48	165,04	0,60	189,67	0,72	208,18	0,42	208,04	0,48	217,82	0,54	240,06
0,63	157,22	0,51	166,92	0,63	191,46	0,76	207,87	0,44	209,71	0,51	220,01	0,57	242,35
0,67	158,79	0,53	168,66	0,67	192,66	0,80	208,10	0,47	211,56	0,53	222,15	0,60	244,63
0,70	159,39	0,56	170,10	0,70	192,89	0,84	209,15	0,49	213,44	0,56	224,27	0,63	246,88
0,73	159,83	0,59	171,13	0,73	192,45	0,88	210,69	0,51	215,29	0,59	226,18	0,66	248,88
0,77	159,84	0,61	171,50	0,77	192,05	0,92	212,42	0,54	217,07	0,61	228,08	0,69	250,66
0,80	159,79	0,64	171,56	0,80	192,83	0,96	214,22	0,56	218,85	0,64	229,86	0,72	252,35
0,83	160,49	0,67	171,59	0,83	194,02	1,00	215,80	0,58	220,51	0,67	231,52	0,75	254,08
0,87	161,44	0,69	172,07	0,87	195,49	1,04	217,28	0,61	222,07	0,69	233,01	0,78	255,47
0,90	162,55	0,72	172,92	0,90	196,96	1,08	218,77	0,63	223,49	0,72	234,22	0,81	256,67

0,93	163,35	0,75	173,82	0,93	198,50	1,12	220,16	0,65	224,92	0,75	235,10	0,84	257,34
0,97	164,62	0,77	174,84	0,97	199,71	1,16	221,56	0,68	226,03	0,77	235,67	0,87	257,53
1,00	166,06	0,80	176,04	1,00	200,84	1,20	222,99	0,70	226,91	0,80	235,93	0,90	257,33
1,03	167,32	0,83	177,21	1,03	201,93	1,24	224,31	0,72	227,25	0,83	236,13	0,93	257,02
1,07	168,22	0,85	178,35	1,07	203,23	1,28	225,59	0,75	227,18	0,85	236,16	0,96	256,97
1,10	169,43	0,88	179,45	1,10	204,47	1,32	226,91	0,77	226,72	0,88	236,30	0,99	257,48
1,13	170,66	0,91	180,49	1,13	205,42	1,36	228,05	0,79	226,44	0,91	236,68	1,02	258,50
1,17	171,74	0,93	181,62	1,17	206,43	1,40	229,18	0,82	226,56	0,93	237,37	1,05	259,69
1,20	172,64	0,96	182,68	1,20	207,57	1,44	230,34	0,84	227,09	0,96	238,33	1,08	260,92
1,23	173,79	0,99	183,72	1,23	208,61	1,48	231,46	0,86	227,95	0,99	239,27	1,11	262,04
1,27	174,90	1,01	184,78	1,27	209,67	1,52	232,59	0,89	228,95	1,01	240,28	1,14	262,94
1,30	175,80	1,04	185,76	1,30	210,58	1,56	233,60	0,91	229,92	1,04	241,31	1,17	263,95
1,33	176,54	1,07	186,74	1,33	211,66	1,60	234,63	0,93	230,79	1,07	242,29	1,20	264,93
1,37	177,65	1,09	187,70	1,37	212,67	1,64	235,58	0,96	231,81	1,09	243,30	1,23	265,93
1,40	178,72	1,12	188,65	1,40	213,54	1,68	236,52	0,98	232,87	1,12	244,18	1,26	266,89
1,43	179,56	1,15	189,56	1,43	214,53	1,72	237,51	1,00	233,99	1,15	245,06	1,29	267,82
1,47	180,51	1,17	190,45	1,47	215,44	1,76	238,54	1,03	234,95	1,17	245,93	1,32	268,67
1,50	181,60	1,20	191,33	1,50	216,29	1,80	239,52	1,05	235,92	1,20	246,78	1,35	269,57
1,53	182,48	1,23	192,22	1,53	217,18	1,84	240,41	1,07	236,76	1,23	247,67	1,38	270,35
1,57	183,25	1,25	193,11	1,57	218,00	1,88	241,26	1,10	237,68	1,25	248,53	1,41	271,14
1,60	184,06	1,28	194,01	1,60	218,95	1,92	242,03	1,12	238,55	1,28	249,38	1,44	271,93
1,63	185,02	1,31	194,80	1,63	219,81	1,96	242,80	1,14	239,43	1,31	250,23	1,47	272,76
1,67	185,71	1,33	195,65	1,67	220,65	2,00	243,39	1,17	240,25	1,33	251,04	1,50	273,61
1,70	186,35	1,36	196,48	1,70	221,53	2,04	243,92	1,19	241,05	1,36	251,85	1,53	274,39
1,73	187,27	1,39	197,26	1,73	222,27	2,08	244,42	1,21	241,97	1,39	252,65	1,56	275,21
1,77	188,10	1,41	198,06	1,77	223,09	2,12	244,95	1,24	242,85	1,41	253,44	1,59	276,01
1,80	188,78	1,44	198,77	1,80	223,83	2,16	245,49	1,26	243,66	1,44	254,23	1,62	276,84
1,83	189,48	1,47	199,54	1,83	224,47	2,36	248,24	1,28	244,53	1,47	254,97	1,65	277,62
1,87	190,31	1,49	200,26	1,87	225,18	2,56	250,54	1,31	245,30	1,49	255,70	1,68	278,47
1,90	190,92	1,52	201,00	1,90	225,85	2,76	253,65	1,33	246,13	1,52	256,42	1,71	279,24
1,93	191,35	1,55	201,69	1,93	226,44	2,96	256,68	1,35	246,86	1,55	257,12	1,74	279,96
1,97	192,01	1,57	202,31	1,97	227,01	3,16	259,42	1,38	247,66	1,57	257,84	1,77	280,74
2,00	192,86	1,60	202,94	2,00	227,56	3,36	261,91	1,40	248,35	1,60	258,58	1,80	281,42
2,03	193,38	1,63	203,59	2,03	228,13	3,56	264,26	1,42	249,09	1,63	259,32	1,83	282,12
2,20	195,93	1,65	204,19	2,20	230,63	3,76	266,38	1,45	249,76	1,65	260,01	1,86	282,78
2,37	197,24	1,68	204,78	2,37	232,80	3,96	268,24	1,47	250,35	1,68	260,69	1,89	283,44
2,53	197,87	1,71	205,29	2,53	234,73	4,16	269,92	1,49	251,00	1,71	261,37	1,92	284,08
2,70	200,68	1,73	205,83	2,70	237,52	4,36	271,42	1,52	251,51	1,73	262,01	1,95	284,72
2,87	203,23	1,76	206,32	2,87	239,94	4,56	272,81	1,54	252,12	1,76	262,66	1,98	285,30
3,03	205,52	1,79	206,72	3,03	242,28	4,76	273,93	1,56	252,59	1,79	263,31	2,01	285,86
3,20	207,49	1,81	207,08	3,20	244,48	4,96	275,00	1,59	253,16	1,81	263,92	2,04	286,54
3,37	209,59	1,84	207,40	3,37	246,55	5,16	275,80	1,61	253,72	1,84	264,54	2,07	287,10
3,53	211,34	1,87	207,73	3,53	248,41	5,36	276,50	1,63	254,35	1,87	265,09	2,10	287,73
3,70	212,88	1,89	208,08	3,70	250,08	5,56	277,02	1,66	254,93	1,89	265,70	2,13	288,39
3,87	214,53	1,92	208,50	3,87	251,72	5,76	277,45	1,68	255,53	1,92	266,26	2,28	290,94

4,03	216,01	1,95	208,99	4,03	253,22	5,96	277,61	1,70	256,05	1,95	266,80	2,43	292,71
4,20	217,07	1,97	209,44	4,20	254,57	6,16	277,79	1,73	256,64	1,97	267,33	2,58	294,05
4,37	218,39	2,00	209,93	4,37	255,74	6,24	277,81	1,75	257,20	2,00	267,82	2,73	295,41
4,53	219,43	2,03	210,41	4,53	256,80	6,44	277,68	1,77	257,75	2,03	268,32	2,88	296,58
4,70	220,28	2,05	210,93	4,70	257,79	6,64	277,44	1,80	258,24	2,05	268,78	3,03	298,77
4,87	221,30	2,15	212,81	4,87	258,54	6,84	277,02	1,82	258,74	2,08	269,20	3,18	300,88
5,03	221,96	2,25	214,51	5,03	259,32	7,04	276,45	1,84	259,21	2,14	270,25	3,33	302,68
5,20	222,47	2,35	216,09	5,20	259,95	7,24	275,68	1,87	259,70	2,24	271,63	3,48	304,46
5,37	223,13	2,44	217,59	5,37	260,50	7,44	274,75	1,89	260,10	2,34	272,47	3,63	306,12
5,53	223,60	2,54	218,99	5,53	260,87	7,64	273,66	1,91	260,53	2,47	273,58	3,78	307,68
5,70	223,80	2,64	220,40	5,70	261,28	7,84	272,33	1,94	260,98	2,60	275,14	3,93	309,13
5,87	224,18	2,74	221,76	5,87	261,50	8,04	270,81	1,96	261,36	2,74	276,97	4,08	310,52
6,03	224,42	2,84	223,11	6,03	261,56	8,24	269,01	1,98	261,80	2,87	278,81	4,23	311,80
6,20	224,32	2,93	224,32	6,13	261,62	8,44	266,97	2,01	262,13	3,00	280,68	4,38	312,92
6,37	224,50	3,07	226,16	6,30	261,55	8,64	264,57	2,03	262,49	3,14	282,51	4,53	313,93
6,53	224,28	3,20	227,93	6,47	261,38	8,84	261,88	2,05	262,79	3,27	284,22	4,68	314,93
6,70	224,01	3,33	229,58	6,63	261,13	9,04	258,79	2,08	263,16	3,40	285,91	4,83	315,78
6,87	223,79	3,47	231,14	6,80	260,79	9,24	255,17	2,10	263,40	3,54	287,44	4,98	316,56
7,03	223,37	3,60	232,60	6,97	260,24	9,44	250,76	2,22	264,73	3,67	288,92	5,13	317,25
7,20	222,69	3,73	233,99	7,13	259,66			2,33	266,77	3,80	290,30	5,28	317,86
7,37	222,25	3,87	235,25	7,30	258,93			2,45	268,80	3,94	291,58	5,43	318,38
7,53	221,45	4,00	236,46	7,47	258,14			2,57	270,32	4,07	292,80	5,58	318,83
7,70	220,36	4,13	237,58	7,63	257,11			2,68	271,74	4,20	293,92	5,73	319,15
7,87	219,47	4,27	238,64	7,80	255,99			2,80	273,38	4,34	294,96	5,88	319,43
8,03	218,21	4,40	239,58	7,97	254,70			2,92	275,18	4,47	295,95	6,03	319,56
8,20	216,70	4,53	240,47	8,13	253,24			3,03	276,91	4,60	296,82	6,18	319,71
8,20	216,70	4,67	241,26	8,30	251,64			3,15	278,52	4,74	297,65	6,33	319,76
8,20	215,70	4,80	241,98	8,47	249,81			3,27	279,98	4,87	298,40	6,48	319,70
8,37	215,22	4,93	242,69	8,63	247,72			3,38	281,50	5,00	299,05	6,63	319,53
8,53	213,42	5,07	243,25	8,80	245,42			3,50	282,85	5,14	299,68	6,78	319,32
8,70	211,16	5,20	243,79	8,97	242,80			3,62	284,13	5,27	300,20	6,93	318,98
8,87	208,90	5,33	244,26	9,13	239,71			3,73	285,41	5,40	300,69	7,08	318,63
9,03	206,14	5,47	244,67	9,30	235,95			3,85	286,57	5,54	301,08	7,23	318,12
		5,60	245,02	9,47	230,59			3,97	287,64	5,67	301,42	7,38	317,53
		5,73	245,28	9,63	220,29			4,08	288,70	5,80	301,70	7,53	316,83
		5,86	245,52					4,20	289,61	5,94	301,91	7,68	316,03
		5,96	245,66					4,32	290,56	6,07	302,03	7,83	315,10
		6,10	245,74					4,43	291,41	6,20	302,13	7,98	314,07
		6,23	245,75					4,55	292,19	6,32	302,15	8,13	312,88
		6,36	245,71					4,67	292,94	6,45	302,10	8,28	311,54
		6,50	245,62					4,78	293,58	6,56	302,02	8,43	310,06
		6,63	245,44					4,90	294,22	6,69	301,82	8,58	308,44
		6,76	245,19					5,02	294,80	6,83	301,58	8,73	306,66
		6,90	244,90					5,13	295,32	6,96	301,28	8,88	304,64

7,03	244,53
7,16	244,03
7,30	243,53
7,43	242,89
7,56	242,19
7,70	241,38
7,83	240,51
7,96	239,48
8,10	238,39
8,23	237,17
8,36	235,82
8,50	234,33
8,63	232,70
8,76	230,90
8,90	228,82
9,03	226,53
9,16	223,76
9,30	220,21

5,25	295,78	7,09	300,90	9,03	302,32
5,37	296,18	7,23	300,43	9,18	299,84
5,48	296,50	7,36	299,89	9,33	296,96
5,60	296,83	7,49	299,24	9,48	293,62
5,72	297,07	7,63	298,53	9,63	289,60
5,83	297,31	7,76	297,74	9,78	284,26
5,95	297,41	7,89	296,83		
6,07	297,52	8,03	295,83		
6,18	297,57	8,16	294,74		
6,28	297,60	8,29	293,52		
6,39	297,53	8,43	292,18		
6,51	297,42	8,56	290,71		
6,63	297,32	8,69	289,11		
6,74	297,08	8,83	287,32		
6,86	296,85	8,96	285,40		
6,98	296,50	9,09	283,23		
7,09	296,17	9,23	280,78		
7,21	295,73	9,36	277,98		
7,33	295,26	9,49	274,56		
7,44	294,67	9,63	269,35		
7,56	294,12				
7,68	293,33				
7,79	292,58				
7,91	291,75				
8,03	290,89				
8,14	289,86				
8,26	288,79				
8,38	287,59				
8,49	286,35				
8,61	284,99				
8,73	283,50				
8,84	281,86				
8,96	280,09				
9,08	278,12				
9,19	276,02				
9,31	273,56				
9,43	270,63				
9,54	266,94				
9,66	261,74				
9,78	253,72				

EK B

Sub Makro1()

' Makro3 Makro

' Makro Alper Kiraz tarafından 08.10.2009 tarihinde kaydedildi.

For i = 1 To 858

 Sheets("Sayfa2").Select

 If i / 5 = i \ 5 Then

 m = m + 1

 Rows(i & ":" & i).Select

 Selection.Copy

 Sheets("Sayfa3").Select

 Rows(m & ":" & m).Select

 ActiveSheet.Paste

End If

Next

For j = 1 To 858

 Sheets("Sayfa2").Select

 If Not j / 5 = j \ 5 Then

 n = n + 1

 Rows(j & ":" & j).Select

 Selection.Copy

 Sheets("Sayfa4").Select

```
Rows(n & ":" & n).Select  
ActiveSheet.Paste  
End If  
Next  
End Sub
```

ÖZGEÇMİŞ

Alper Kiraz, 25.02.1985 de Sakarya' da doğdu. İlköğretim ve ortaöğretimini Sakarya'da tamamladı. 2003 yılında Sakarya Figen Sakallıoğlu Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2003 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünü 2007 yılında bitirdi. 2007 yılında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Şu anda halen Sakarya Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.