

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

**SANAL BASMA TESTİ TASARIMI VE  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fatih ALBAYRAK**

**Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM  
MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Murat İSKEFİYELİ**

**Haziran 2019**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SANAL BASMA TESTİ TASARIMI VE  
UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih ALBAYRAK

Enstitü Anabilim Dalı

: BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM  
MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 14/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi  
Mustafa AKÇİL  
Jüri Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi  
Murat İSKEFFİYELİ  
Üye

Dr. Öğr. Üyesi  
Ali GÜLBAĞ  
Üye

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Fatih ALBAYRAK

10.05.2019

## **TEŞEKKÜR**

Çalıőmamın her aőamasında bana yön veren ve her türlü yardımı esirgemeyen danıőmanım Dr. Öğr. Üyesi Murat İSKEFİYELİ, çalıőmalarımı beraber yürüttüğüm Dr. Öğr. Üyesi Alper KİRAZ, basma deneyleri konusunda yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Garip ERDOĞAN ve her zaman yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY .....	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Kapsamı .....	2
1.2. Literatür Araştırması .....	3
1.3. Çalışmanın Amacı .....	5
1.4. Çalışmanın Önemi.....	7
1.5. Çalışmanın Kısıtları.....	7
BÖLÜM 2.	
UZAKTAN EĞİTİM .....	8
2.1. Uzaktan Eğitimin Tanımı ve Kapsamı .....	8
2.2. Uzaktan Eğitimin Türleri .....	10
2.3. Uzaktan Eğitimin Avantajları.....	12
2.4. Uzaktan Eğitimin Dezavantajları .....	14
2.5. Dünya’da ve Türkiye’de Uzaktan Eğitim Uygulamaları ve Tarihçesi. ....	15
BÖLÜM 3.	
SANAL TEST LABORATUVARLARI .....	21

3.1. Sanal Laboratuvarların Tanımı.....	21
3.2. Sanal Laboratuvar Uygulamaları Literatür Taraması.....	23
3.3. Sanal Laboratuvarların Türleri .....	24
3.4. Sanal Laboratuvarların Avantajları .....	26
3.5. Sanal Laboratuvarların Dezavantajları .....	28
BÖLÜM 4.	
BASMA DENEYİ.....	31
4.1. Basma Deneyine Genel Bir Bakış .....	31
4.2. Basma Deneyinin Amacı, Türleri ve Uygulama Standartları .....	33
4.3. Basma Deneyinin Yapılışı.....	35
BÖLÜM 5.	
SANAL BASMA TESTİ LABORATUVARI TASARIMI VE UYGULAMASI .	40
5.1. Verilerin Elde Edilmesi .....	40
5.2. Kullanılan Yöntem .....	42
5.3. İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı.....	42
5.4. Kullanılan Yazılım ve Teknolojiler.....	51
5.5. Sanal Basma Testi Laboratuvarı Tasarımı ve Genel İşleyişi .....	54
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	57
KAYNAKLAR .....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	64

## **SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

LEARNGDM	: Geriye Yayılım Ağırlık/Bias Öğrenme Fonksiyonu
LOGSIG	: Sigmoid Fonksiyonu
MAPE	: Mutlak Yüzde Hata
TRAINLM	: Levenberg-Marquardt Eğitim Algoritması
USDLA	: United States Uzaktan Eğitim Kuruluşu
UZEM	: Uzaktan Eğitim Merkezi
WICHE	: Western Cooperative for Educational Telecommunications

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Senkron ve asenkron modeller.....	11
Şekil 2.2. Teknoloji ve öğrenme eğilimleri.....	12
Şekil 2.3. İstanbul Üniversitesi Sanal Fizik Laboratuvarı.....	18
Şekil 3.1. 3 boyutlu sanal laboratuvar örneği.....	25
Şekil 3.2. 2 boyutlu sanal laboratuvar örneği.....	25
Şekil 4.1. Basınç Dayanımı.....	33
Şekil 4.2. Numunenin çapı ve yüksekliği .....	34
Şekil 4.3. Basma Kuvveti uygulanan sünek malzemelerdeki fiç oluşumu .....	35
Şekil 4.4. Çeşitli malzemelerde gözlenen hasar şekilleri. ....	36
Şekil 4.5. Metalik bir malzemenin çekme ve basma testi sonuçlarını gösterir eğri... 37	
Şekil 5.1. Basma hızlarına bağlı kuvvet-% boy değişimi eğrileri.....	41
Şekil 5.2. Verilerin MATLAB ara yüzüne aktarma ekranı .....	43
Şekil 5.3. Verileri ANNY modeline aktarma ekranı.....	43
Şekil 5.4. Verileri ANNY modeline aktarma sonucu ekranı .....	44
Şekil 5.5. ANNY modeline özgü özelliklerin girilme ekranı.....	45
Şekil 5.6. ANNY modeli ağ topolojisi .....	45
Şekil 5.7. Eğitim parametrelerinin girilme ekranı.....	46
Şekil 5.8. Eğitimin başlatılma ekranı .....	46
Şekil 5.9. Eğitimin sona ermesi .....	47
Şekil 5.10. Eğitim tamamlandıktan sonraki performans grafiği .....	48
Şekil 5.11. ANNY ağının test verileri sunularak simüle edilme ekranı.....	49
Şekil 5.12. ANNY ağının simüle sonuçlarının MATLAB'a aktarılması ekranı.....	49
Şekil 5.13. Gerçek boy değişimi-ANNY tahmin değerleri karşılaştırma grafiği.....	50
Şekil 5.14. Üstel regresyon ile R2 değerinin hesaplanması.....	50
Şekil 5.15. Basma deneyi yapılmadan önceki ekran görüntüsü.....	53
Şekil 5.16. 1-8 mm/dk hızlarında elde edilen kuvvet-% boy değişimi eğrileri.....	53



Şekil 5.17. 5,5 mm/dk hızında tahmin edilen kuvvet-% boy değişimi eğrileri.....	54
Şekil 5.18. Sanal Basma Testi Web Sayfası .....	55
Şekil 5.19. Basma Deneyi Hakkında Bilgi .....	55
Şekil 5.20. İletişim Sayfası .....	56

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Yapılan uygulamalarda kullanılan teknolojiler .....	4
Tablo 1.2. Yapılan uygulamalarda kullanılan programlama dilleri ve programlar.....	4
Tablo 3.1. Sanal Laboratuvarlarla ilgili ulusal ve uluslararası tez ve makaleler .....	23
Tablo 5.1. Basma testine ait eğitim ve test setinde kullanılan verilere örnekler.....	41
Tablo 5.2. Kullanılan yapay sinir ağı model bilgileri .....	42
Tablo 5.3. ANNY ağıının ağırlıkları .....	50

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Basma deneyi, Sanal Laboratuvarlar.

Laboratuvarlar öğrencilerin teorik bilgilerini pratiğe dönüştürdüğü bu sayede tecrübe kazandığı ortamlardır. Laboratuvarlar genellikle fen, mühendislik, mesleki eğitim, sağlık gibi alanlarda kullanılan tamamlayıcı bir yapıdır. Laboratuvarlarda yapılan test ve deneyler sayesinde kazanılan pratik bilgiler iş hayatında önemli rol oynamaktadır. Laboratuvarlarda kullanılacak malzeme ve kimyasallar, fiziki laboratuvar koşulları, eleman ihtiyacı ve sürekli artan öğrenci sayısı gibi sebeplerden dolayı uygulaması oldukça güç hale gelen deneyler sanal ortamda gerçekleştirildiğinde, belirtilen tüm bu dezavantajların önüne geçilmesi mümkündür. Sanal laboratuvarlar sayesinde öğrenciler istediği zamanda ve yerde defalarca deney yapma imkânına sahip olmakta ve konuyu daha iyi anlayabilmektedir. Bu çalışmada amaç basma hızının basma grafiğine etkisini sanal ortamda gerçekleştirmek üzere sanal basma testi laboratuvarı geliştirmektir. Basma deneyinde malzemeye uygulanan kuvvet ile malzemenin boyundaki yüzde değişim arasında doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Cihazlarda tüm basma hızı değerleri için deney yapmak elverişsiz olduğundan bu doğrusal olmayan ilişkinin modellenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesinde yapay sinir ağları yaygın olarak kullanılan tekniklerdendir. Çalışmada alüminyum bir malzemenin 1-8 mm/min hızlarında basma deneyleri yapılarak elde edilen veriler kullanılarak yapay sinir ağı modeli kurulmuştur. 1 girdi katmanı, 1 ara katman ve 1 çıktı katmanından oluşan yapay sinir ağı modelinde ara katmanda 10 nöron kullanılmıştır. Geliştirilen yapay sinir ağı modelinde basma kuvveti ve basma hızı kriterleri geliştirilen ağın girdi kriterini, malzemenin boy değişimi ise çıktı kriterini oluşturmaktadır. Verilerin %80'inin eğitim seti, %20'sinin test seti olarak ele alındığı yapay sinir ağı modelinin MAPE (Ortalama Mutlak Yüzde Hata) değeri yaklaşık % 3 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada geliştirilen yapay sinir ağı modelin, sanal laboratuvar geliştiricilerine yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

# **VIRTUAL COMPRESSION TEST DESIGN AND APPLICATION**

## **SUMMARY**

Keywords: Artificial Neural Networks, Compression Test, Virtual Laboratories.

Laboratories are the environments where students gain experience by converting their theoretical knowledge into practice. Laboratories are usually a complementary structure used in areas such as science, engineering, vocational training and health. Practical knowledge gained through tests and experiments in laboratories plays an important role in business life. It is possible to prevent all these disadvantages, when the experiments are realized in a virtual environment, due to the reasons such as materials and chemicals to be used in laboratories, physical laboratory conditions, the need for staff and the number of students increasing continuously, which are very difficult to implement. Thanks to the virtual labs, students can have the opportunity to experiment repeatedly at any time and place and understand the subject better. The aim of this study is to develop a virtual compression test laboratory to realize the effect of compression speed on the compression graph in a virtual environment. There is a nonlinear relationship between the force applied to the material and the change in the length of the material in the compression test. This non-linear relationship needs to be modeled because it is inconvenient to conduct experiments for all compression speed values. Artificial neural networks are widely used in modeling nonlinear relationships. In this study, an artificial neural network model was established by using the data obtained by conducting compression tests at an aluminum material speed of 1-8 mm/dk. In the artificial neural network model consisting of 1 input layer, 1 hidden layer and 1 output layer and 10 neurons are used in the hidden layer. In the developed artificial neural network model, compression force and compression speed criteria constitute the input criteria of the developed network and the length change of the material constitutes the output criterion. The mean absolute percentage error (MAPE) value of the artificial neural network model, where 80% of the data was considered as a training set and 20% as the test set, was calculated as approximately 3%. The artificial neural network model developed in the study is predicted to guide the virtual laboratory developers.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Öğrenmenin nasıl gerçekleşeceğine dair birçok bilim insanı tarafından teoriler ortaya atılmış ve bu teoriler uygulamaya dönüştürülerek dönemin olanaklarına uygun en iyi öğrenme biçimleri ortaya atılmıştır. Ortaya atılan öğretim yöntem ve teknikleri her geçen gün çeşitlilik kazanmaktadır. Örneğin bilginin zihinde somut olarak düzenlenmesi için kavram haritaları oluşturulmuş, iki kavramın arasındaki benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkarılması için Venn şeması tekniği ortaya atılmıştır. Teknolojinin ve laboratuvar ortamlarının gelişmesiyle bu teknikler deneylerle desteklenerek yeni tekniklerin oluşmasına olanak sağlamıştır.

21. yüzyılın başlarından itibaren gelişen teknolojiyle benzetim (simülasyon) tekniği ortaya çıkmış, öğrencilerin laboratuvar ortamı dışında, sınıfta veya evde bir konuyu gerçekmiş gibi ele alıp, üzerinde çalışmalar yaptığı öğretim tekniği ortaya çıkmıştır. Pilotların bu simülasyon tekniği ile yetiştirilmeleri, bu yöntemin etkinliğini gözler önüne sermiştir. Eğitimciler için benzetim, gerçek olayların taklit ya da kopyaları vasıtasıyla, olayın gerçekleştiği ortamdan bağımsız alanlarda, tehlikeden ve maliyetten uzak gerçekleşmesini sağlayan çok güçlü bir öğretim yöntem tekniğidir. Bu güçlü tekniğin en büyük amacı sistemi gerçeğe yakın modeli üzerinden incelemek, ortaya atılan hipotezleri ve varsayımları gerçek sisteme ihtiyaç duymadan deneyebilmektir. Bu teknik sayesinde öğrenci merkezli bir ortam oluşturulur ve öğrencilerin güdülenmesi sağlanır. Öğrencinin aktif rol alması sağlanarak, “yaparak öğrenme” gibi eğitim öğretim için çok önemli bir olgu devreye alınmış olur.

Laboratuvarlar öğrencilerin teorik bilgilerini pratiğe dönüştürdüğü bu sayede tecrübe kazandığı ortamlardır. Genellikle fen, mühendislik, mesleki eğitim, sağlık vb. birçok alanda kullanılan tamamlayıcı bir yapıdır. Laboratuvarlarda yapılan test ve deneyler sayesinde kazanılan pratik bilgiler iş hayatında önemli rol oynamaktadır.

Son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojisindeki gelişmeler paralelinde, bilimin de seyri değişimlere uğramış ve gelişim ivme kazanmıştır. Bilgiye ulaşmanın yolları çeşitlilik kazandığı için bilgiye erişim yolları da kolaylaşmıştır. Öğrenme için bilgi ve iletişim teknolojilerinin bütünleştirilmesi sonucu ortaya çıkan bilişsel öğrenme kavramı çerçevesinde tehlikeli ve yüksek maliyetli çalışmalar riskten uzak alanlara taşınmış ve maliyetler oldukça düşürülmüştür. Bunun yanı sıra araştırma ve araştırmaya yardımcı olanaklar araştırmacının daha kolay ulaşabileceği alanlara taşınmıştır.

Bilgi teknolojilerinin bir sonucu olarak gelişen “sanal laboratuvarlar”, araştırmacıların ve eğitimcilerin bilgiye kolay ulaşma konusunda en büyük yardımcıları haline gelmiştir. Sanal laboratuvarların bu özelliği gelecekte sayılarının çoğalacağına en belirgin göstergesidir. İnternet tabanlı öğrenmenin temel taşları arasında olan sanal laboratuvarlar gerçek laboratuvar ortamlarına benzerlikleri ve yapılan deneylerden alınan sonuçların gerçek deney ortamlarında yapılan deney sonuçlarıyla aynı veya yakın sonuçlar vermesi sonucunda eğitimin bir parçası olmayı başarmışlardır. Buna istinaden eğitimin bir parçası olmaktan öte eğitimin kendisi haline gelmişlerdir.

Sanal laboratuvarların eğitime katkıları sadece bilimsel açıdan değildir. Teknolojiyle zenginleştirilmiş bu ortamlar araştırmacıların ve öğrencilerin motivasyonlarını önemli ölçüde artırarak eğitime karşı olumlu bir tutum kazanmalarına da katkı sağlamaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2004; Feisel ve Rosa, 2005; Swan, 2001; Duman ve Avcı, 2016; Karagöz-Mırçık ve Saka, 2016; Duman ve Avcı, 2016). Motivasyonun ve eğitime bakış açılarının artması akademik başarıyı da beraberinde getireceğinin en büyük göstergesidir.

### **1.1. Çalışmanın Kapsamı**

Bu bölümde literatür araştırması, çalışmanın amacı, önemi ve kısıtları konularına değinilmiştir.

## 1.2. Literatür Araştırması

Yapılan Literatür araştırmalarından hareketle, daha çok fen ve mühendislik alanlarında yaygın olarak kullanılan deneylerin sanal laboratuvar ortamlarındaki uygulamaları araştırılmıştır. Uygulamaların sonucunda sanal laboratuvarların, öğrenme araç gereçlerine destek olarak, bu sanal ortamın öğrenci başarılarında ki etkisine de yer verilmiştir.

İnsanların bireysel olarak deney yapmalarına imkân sağlayan laboratuvarların yetersiz olmasının yanı sıra deney yapmalarını sağlayacak fiziksel alan (yetersiz laboratuvarlar), malzeme ve materyallerin sınırlı sayıda olması ve ulaşım imkânının yetersizliği, günümüzde hızla ilerleyen teknoloji göz önünde bulundurulduğunda, yapılması gereken faaliyetlere birçok kişi ulaşamamaktadır. Son yıllarda, teknolojide yaşanan gelişmeler nihayetinde sanal laboratuvar uygulamaları hızlı bir gelişme sağlayarak sayıları bir hayli artmıştır. Uzaktan eğitimin bu noktada etkisi önemli derecede büyüktür. Sanal laboratuvar ortamında bunların hiç birine gerek duymaksızın zamandan ve mekândan bağımsız bir şekilde bireysel olarak deney yapma imkânı sunar. Bunun içinde sadece internet teknolojisine sahip olunması yeterlidir (Lammler ve Tedder, 2000).

Mühendislik eğitimlerinde matematiksel modeller göz önünde bulundurularak paket program kullanımı standartlaşmaya başlamıştır. Yazılımlarla ilgili basılan kitap sayıları bugüne kadar kullanılan geleneksel ders kitapları sayılarını aşmıştır. Böylece bilgisayar benzetimli sistemler üzerinde gerçekteştirilen deneyler büyük ilgi toplamıştır (Guzzi ve ark., 2005).

Literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda kullanılan veri tabanı türü ve uygulamayı internet ortamına aktarmak için kullanılan ön plan ve arka plan teknolojileri Tablo 1.1.'de sunulmaktadır.

Tablo 1.1. Yapılan uygulamalarda kullanılan teknolojiler

Yazar	Veri Tabanı		Kullanılan İnternet Teknolojileri			
	SQL	HTML	ASP	PHP	Apache server	FTP
Oral, O.		+	+			+
Karagöz, Ö.						
Tanyıldızı, E., Orhan, A.	+	+	+			+
Tuncer, A., Yıldırım, M.				+	+	
Bozkurt, E.		+				+
Bal, G., Bayhan, S.		+				+
İşgüzar, S.		+				+
Topuz, F.			+			

Ayrıca yapılan çalışmalar, kullanılan yazılım diline ve sanal laboratuvarların geliştirilmesine yardımcı olan programlara göre incelendiğinde özet olarak Tablo 1.2.'de yer verilmiştir.

Tablo 1.2. Yapılan uygulamalarda kullanılan programlama dilleri ve programlar

Yazar	Yazılım Dili			Program		
	MATLAB	C++	Java	Macromedia Flash	LabView	Crocodile Physics 401
Bayhan, D.	+					
Ayas, M.		+				
Savaş, K.	+					
Karagöz, Ö.						+
Kiraz, A.	+					
Bozkurt, E.			+	+		
Bayrak, A., Bekiroğlu, E.		+				
Cheng K.W.E. vd.					+	

Günümüzde birçok önemli konunun simülasyon programları oluşturulmuş ve internet üzerinden kişisel veya ticari yapılar için kullanıma sunulmuştur. Simülasyon yazılımları kullanıcıyı maliyet ve tehlikelere karşı koruduğu için en çok kullanıldığı alanlardan biri Metalürji ve Malzeme bilimidir. Genel anlamda bu programlar açık kaynak, ücretli ve ücretsiz olarak kullanıma sunulmaktadır (Kurt ve ark., 2006).

Literatür araştırması sonucunda kullanılan bilişim teknolojileri ve uygulamaları açısından yapılması planlanan sanal basma test laboratuvarına uygun en yakın çalışma, Kubat, C. ve Kiraz A. tarafından yayınlanan makale olduğu tespit edilmiştir. İlgili çalışmada çekme deneyi modellenmiş farklı hızlarda çekme deneyi yapılarak elde edilen çekme kuvveti ve uzama miktarları verilerinden yola çıkarak, farklı çekme hızlarında % uzama miktarlarının tahmin edilebilirliği araştırılmıştır. Kullanılan malzemeye farklı çekme hızları uygulanarak ortaya çıkan uzama miktarlarından yola



çıkılarak, yapay sinir ağıları yardımıyla oluşturulan bir model kurulmuş, böylece deneyi yapılmayan ara değerlere ait uzama miktarları bu model üzerinden tahmin edilmiştir. Geliştirilen bu model web ortamına aktararak öğrencilerin ve araştırmacıların kullanımına açılmıştır (Kubat ve Kiraz, 2012).

### 1.3. Çalışmanın Amacı

Günümüzde hızla gelişen teknoloji artık her alanda internet kullanımını yaygın hale getirmiştir. Sanal laboratuvar sayesinde uzaktan eğitim zaman ve mekan bağımlılığı olmaksızın öğrenme faaliyetlerinin yürütülmesine imkan sağlayacaktır. Bu tür uygulamaların geleceğin bilgi toplumunda eğitim anlamında büyük gelişmeler sağlayacağı gerçektir (Erkan ve Altun, 2003).

Toplumda bilişim teknolojileri vasıtasıyla ortaya konulan web tabanlı eğitim, öğretim ve bilgi yönetimi faaliyetleri sürekli olarak gelişmekte ve üzerinde yoğun ilgi gözlemlenmektedir. Mühendislik eğitiminde hızla gelişen etkileşimli öğeler ve internet bileşenlerinin kullanımına ilgi literatürde yoğun olarak bahsedilmektedir (Melsa, 1997; Iskander ve Magdy, 2002).

Geleneksel laboratuvarlar ekonomik değildir. Laboratuvarların kurulması, malzemelerin temini ve gözlemlenmesi oldukça maliyetlidir. Bilgi aktarımı ve konuların işlenmesi zaman bakımından elverişli değildir. Okulların laboratuvar imkanları yetersiz olduğundan dolayı az sayıda öğrenciye imkan tanımaktadır. Yapılan deneylerde de makine ve malzemelerin yetersiz oluşu herhangi bir arıza durumunda belirli bir süre kullanılamaması her öğrencinin kendi isteğine göre deney yapamayıp tek bir makine veya düzende deney yapmaya çalışmalarını gibi çeşitli sorunlar oluşmaktadır. Bir arıza durumunda oluşabilecek maliyetten dolayı uzun süreli duruşlar yaşana bilmekte deney esnasında gözetmenlerin deneyin yapılışını anlatıp uygulamasının yanı sıra oluşabilecek kazaları önlemek içinde tedbirli olmaları gerekmektedir. Bu sebeplerden dolayı deneylerin sanal ortamda yapılması durumunda geleneksel laboratuvarlarda oluşabilecek tüm bu sorunların önüne geçilip ortadan kalkmasını sağlamaktadır. Sanal laboratuvarlar iyi bir kullanıcı ara yüzü ile tasarlanıp

geliştirildiğinde görsel açıdan öğrenciye uygun öğrenme ortamı sağlayabilmektedir. Gerçek laboratuvarlar gibi modeli kullanan kişilerin deney üzerinde parametre ve benzeri değişiklikler yapmasına izin vermektedir.

Eğitim ortamı, yalnızca geleneksel fiziki sınıf ortamını değil aynı zamanda internet üzerinde ki sanal sınıf alanlarını da içerisine alarak genişlemektedir. Ancak sanal laboratuvarlar birçok eğitim kurumunun eksikliğidir. Uzaktan eğitim konusunda Sakarya Üniversitesi ülkemizin lider üniversitelerindendir. 90 bine yakın örgün ve uzaktan eğitim öğrencisine sahiptir. Çok sayıda öğrenciye geleneksel laboratuvar ortamı yeteri kadar sağlanamamaktadır. Öğrenci ve araştırmacıların sanal laboratuvar ortamında başarılı ve etkin bir şekilde kullanması Tezin öncelikli hedeflerindedir. Tezin tamamlanması ile geliştirilen sanal laboratuvarın ülkemizin diğer üniversitelerine, eğitim ve araştırma kurumlarına tanıtılması ve sanal ortamda paylaşılması ve kullanıcılara destek verilmesi de mümkün olabilecektir. Bu amaç doğrultusunda sanal laboratuvarlar hem öğrencilerin hem de araştırmacıların öğretme pratiklerini geliştirebilecekleri yeni ortamları tanımalarına olanak sağlanacak; hem de öğrencilerin zamandan ve mekândan bağımsız öğrenme ortamları ile geleneksel laboratuvarlarda zor şartlar altında sınırlı sayıda tekrar edilebilen deneyleri sanal ortamda defalarca gerçekleştire bilme imkânı sağlamaktadır.

Bu çalışmada esas alınan amaç uzaktan eğitime kolaylık sağlayacak laboratuvar test ve deneylerin daha verimli ve etkin kullanılmasını sağlayan sanal laboratuvar modeli önermektir. Mekanik test laboratuvarlarında kullanılan makineler yüksek maliyet gerektirmektedir. Kullanılacak malzeme ve kimyasallar, fiziki laboratuvar koşulları, gerekli eleman ihtiyacı ve sürekli artan öğrenci sayısı gibi sebeplerden dolayı uygulaması oldukça güç hale gelen deneylerin sanal ortamda gerçekleştirilmesi durumunda belirtilen tüm bu olumsuzlukların önüne geçerek öğrencinin istediği zaman ve yerde dilediği gibi defalarca deney yapma imkanı sunup konuyu daha iyi anlayıp daha verimli olması amaçlanmıştır. Belirtilen bu çalışma ile ilgili uzaktan eğitim konusunda ilerlemiş olan Sakarya Üniversitesi'nin bu alanda başarısına katkıda bulunmak, aynı zamanda ulusal alanda da benzer eğitim, öğretim araştırma

uygulamaları için gerekli deneysel platformlarının oluşturulmasında yönlendirici ve yol gösterici olması amaçlanmıştır.

#### **1.4. Çalışmanın Önemi**

Geliştirilen sanal test laboratuvarı ile araştırmacılar, örgün ve uzaktan eğitim öğrencileri, basma deneyini internet üzerinden gerçekleştirebilmekte ve oldukça sık kullanılan testlerden biri olan basma testi, bir eksenel basma yükü uygulanırken bir numunenin davranışını belirlemek için uygulanır. Bu tür deneyler, bir malzemenin sıkıştırılma özelliklerini belirlemek için oldukça önemlidir. Deneyi web üzerinden gerçekleştirirken basma hızı parametresini değiştirerek basınç gerilmesi-gerginlik grafiğindeki değişimi gözlemleyebilmektedir. Bilişim teknolojilerinden yararlanarak geliştirilen sanal laboratuvar ile makine, teçhizat, malzeme, maliyetlerine katlanmadan iş güvenliği açısından hiçbir tehlikeye girmeden fiziksel alana gerek duyulmadan uygulamayı kolay ve anlaşılır hale getirerek öğrencilere deney yapma imkânı sunmaktadır. Basma deneyi ile başlayan bu sanal test laboratuvarı birçok malzeme için uygulanabilirliğin önünü açmaktadır.

#### **1.5. Çalışmanın Kısıtları**

Basma deneyi kendi içerisinde çok geniş bir kapsama sahip olmasından dolayı malzemeler farklı davranışlar göstermektedir. Bu sebeple basma deneyinin tamamının modellenip sanal ortama aktarılması oldukça güç olması sebebiyle bu çalışmada basma deneyi davranışını etkileyen sadece hız parametresi ele alınmış olup deneyler sadece tek tip malzeme kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Basma deneyi yapılan cihazda basma plakaları aracılığı ile numuneye yük uygulanır uygulanan bu yük sonrasında malzemenin çapında oluşan büyüme ihmal edilmiştir. Hesaplamalar mühendislik gerilmesine göre hesaplanmıştır. Basma deneyi demir ve demir alaşımları gibi metalik malzemeler ile tuğla, beton gibi metal dışı malzemeler basma kuvvetinin etkin olduğu birçok yerlerde kullanılır fakat bu çalışmanın amacı sanal laboratuvar ortamının oluşturulması olduğundan, veriler sadece metal bir malzeme kullanılarak farklı hızlarda ve oda sıcaklığında elde edilmiştir.

## **BÖLÜM 2. UZAKTAN EĞİTİM**

Günümüzde son yıllarda teknolojinin bize sunduğu olanakların her alanda olduğu gibi sosyal ortamda da yaygın olarak kullanılmasıyla öğretim metotlarının da gelişen bu teknolojiye paralel olarak bir değişim göstermesi kaçınılmaz bir gerçektir. Toplumumuz bilgi toplumu düşüncesi ile değişip gelişen ihtiyaçlara uygun olarak öğretim teknolojilerinin üretilmesine ihtiyaç duymuştur. Eğitim alanında da bilgisayar destekli sistemlerin kullanılma oranı gittikçe artmaktadır. İnternet destekli eğitim modelleri ile uzaktan eğitime imkan sağlayan teknolojiler ilerlemekte ve günümüzde daha farklı uygulamalar ile karşımıza çıkmaktadır. U uygulamalara örnek olarak karma eğitim, sanal sınıf ortamı, uzaktan öğrenme sertifikası, kurs eğitim programları, sanal laboratuvarlar ve buna benzer diğer eğitim modelleri gösterilebilir. Bu kısımda uzaktan eğitimin tanımı, kullanım alanları, amaçları ile ilgili kapsamlı literatür taramasına yer verilmiştir.

### **2.1. Uzaktan Eğitimin Tanımı ve Kapsamı**

Uzaktan eğitimin Türkçe sözlük karşılığı olan “Öğrenci ve öğretmenin yüz yüze olmadan farklı iletişim araçları kullanılarak sistem üzerinden yapılan eğitim biçimi” şeklinde uzaktan eğitim tanımına uygun olarak literatürde birçok araştırmacı uzaktan eğitimi çeşitli bakış açılarıyla yorumlamıştır. Uzaktan eğitim zaman ve mekan bağımlılığı olmaksızın ve bilişim teknolojileri vasıtasıyla ortaya konulan ekonomik ve etkileşimli bir eğitim sistemidir. Bilişim teknolojilerini kullanabilen toplumlarda yaşam boyu eğitim genellikle uzaktan eğitim vasıtasıyla gerçekleşir ve genellikle eğitimini yarım bırakmış veya eğitim sistemine hiç girmemiş kişiler tarafından tercih edilmektedir (Gökçe,2008).

Uzaktan Eğitim terimi, mekan bağımsız bir uygulama olduğu için öğrenci, eğitmen ve eğitim ortamını internet teknolojileri yardımıyla aynı ortama taşıdığı bir eğitim sistemidir (Portway ve ark., 1994).

Verduin ve Clark uzaktan eğitimi, birçok öğrenme işlevinin, eğitmen ve eğitim alanın fiziki olarak aynı ortamda olmadıkları resmi bir eğitim biçimi olarak tanımlamıştır (Verduin ve Clark, 1994).

Holmberg, uzaktan eğitimin, sınıf ortamında ya da tüm eğiticilerin bir arada bulunduğu, tekrarlı bir şekilde, öğrencilerin gözetim altında tutulmadığı, öğrenimi gerçekleştiren kurumun tüm teknoloji olanaklarından faydalanmaya dayalı, öğretim aşamalarında çok çeşitli çalışma alanlarını içerdiğini ifade etmiştir (Holmberg, 1977).

Uzaktan öğretim, eğitim alan kişinin katılımı ile devamlı yerine getirilmesi gereken öğrenme hareketlerini içeren öğretim metodudur. Öğretici ve öğrenen arasındaki haberleşme fiziksel, dijital, mekanik gibi aygıtlarla kolaylaştırılmalıdır (Moore ve Kearsley, 1996).

Uzaktan eğitim, öğrenciler okul ortamında veya herhangi bir ortamda eğitmenlerin hazırlamış oldukları plana göre gerçekleştirilen bir sistemdir. Bu sistemde eğitmenler planladıkları derslere sürekli veya aralıklı bir şekilde rehberlik yapabilir. Böylece uzaktan eğitimin merkezinde kendilerine bir yer bulmuş olurlar (Alkan, 1987).

Hızal, geleneksel eğitimde sunulan uygulamaların öğretim yaşının, belirli bir zaman diliminin ve mekanın, yöntemin, amaçları vb. sınırlara bağlı kalmaksızın; özel olarak tasarlanmış teorik ve multimedya temelli bunun dışında süresi kısa olan yüz yüze eğitimle programları ve kısa süreli yüz yüze öğretimin bir sistem bütünlüğü oluşturularak yürütülen kendi kendine eğitim tekniğini uzaktan eğitim olarak tanımlamıştır (Hızal, 1983).

Yalın çalışmasında uzaktan eğitimi, toplumda ki daha fazla kişilere eğitim hizmeti suna bilmek, eğitimde ki her fırsatın eşitliğini sağlayabilmek amacıyla farklı

ortamlardaki eğitici ve öğreticilerin, çeşitli iletişim teknoloji yardımıyla etkileşim halinde buldukları, eğitim ve öğretim süreçlerin gerçekleştirildiği bir sistem olarak tanımlamıştır (Yalın, 2001).

California Uzaktan Eğitim Enstitüsü tarafından yapılan uzaktan eğitim tanımında öğrenci ile eğitim sistemi arasında bağlantı oluşturularak ortaya konulan bir eğitim sistemi olduğu belirtilmiştir. Uzaktan eğitim programlarının hali hazırda bir eğitim kurumunun ferdi olmayan kişilere de sağlanan eğitim imkanları ile her topluma hitap ettiğinin de altı çizilmektedir (Umut ve Madran, 2004).

United States Uzaktan Eğitim Kuruluşu'nun (USDLA) uzaktan eğitimle ilgili yapmış olduğu tanım şöyle yapılmıştır: Uzaktan eğitim ses, görüntü, multimedya, grafik, bilgisayar gibi çoklu ortam teknolojilerinin bir arada kullanılması ile birlikte eğitimin ilgili kişilere ulaştırılmasıdır (Umut ve Madran, 2004).

Moore ve Kearsley "Distance Education: A Systems View" adlı kitaplarında uzaktan eğitimi zaman ve mekan bağımsız planlanan, elektronik veya basılı yayınların internet tabanlı iletişim araçları vasıtasıyla organizasyonel ve yönetsel düzenlemeler gerektiren insanlara sağlanması için yapılan tüm düzenlemelerdir (Moore ve Kearsley, 1996).

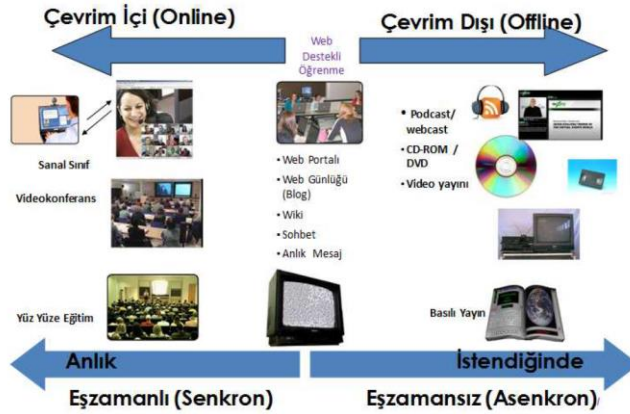
Western Cooperative for Educational Telecommunications (WICHE) uzaktan eğitimi "eğitici ile öğrenci arasındaki zaman, mekan, iletişim güçlüğüne ya da tüm kısıtlamaları ortadan kaldırabilen bir öğretim sistemidir" olarak ifade etmiştir.

## **2.2. Uzaktan Eğitimin Türleri**

Uzaktan olan eğitim faaliyetini yerine getirmek için ilk olarak hedef odaklı bir eğitim modeli kurulup geliştirilmiştir. Bu kurulan modelin teknolojik alt yapıyla doğrulanması gerekmektedir. Uzaktan eğitim için kullanılan model aynı zamanda

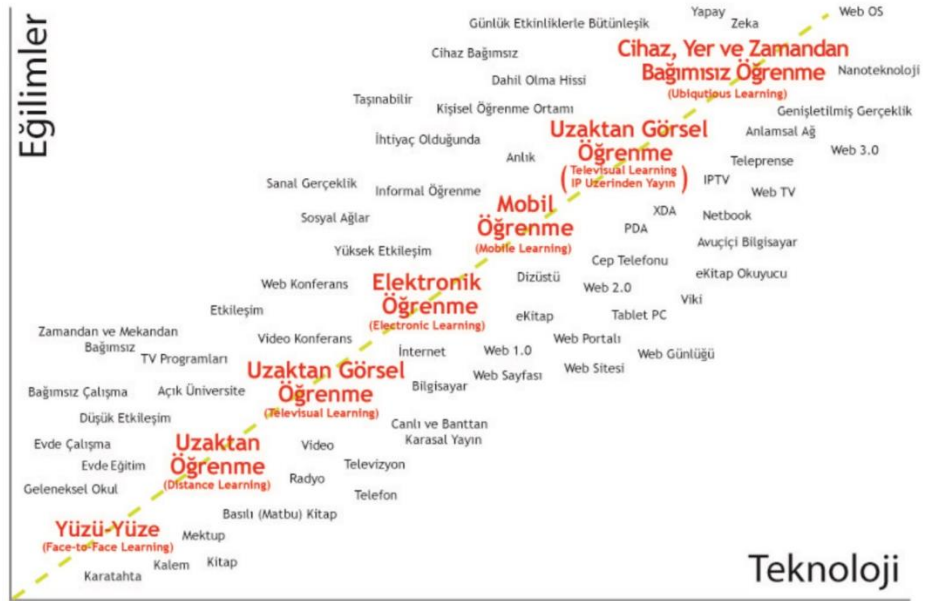
oluşan ve aynı zamanda oluşmayan (senkron ve asenkron) diye iki farklı şekle ayrılır (Romiszowski, 2004)

Gerçek zamanlı modeller canlı veya eş zamanlıdır. Öğrenciler senkron bir şekilde uygulamaya katılır. Webinar iletişim ve online chat buna örnek olarak gösterilebilir. Aynı zamanda oluşmayan asenkron model eş ve gerçek zamanlı değildir. Öğrenci kendine en müsait hissettiği zamanda online olur ve derse katılır. Kişisel online takım da olmak üzere bütün takım grupları bu gruba örnek olarak gösterilebilir. Bahsedilen senkron ve asenkron model grupları Şekil 2.1.'te sunulmaktadır.



Şekil 2.1. Senkron ve asenkron modeller (Özkul, 2010)

Yüz yüze gerçekleştirilen kültürel eğitimin tarihi sürecinin yanı sıra 19. Yüzyılda yaygın olan gazete ve mektup aracılığıyla 20. Yüzyılın başlarında basılı materyallerle, 20. Yüzyılın ortalarında radyo, televizyon, video, 20. Yüzyılın sonlarına doğru bilgisayar ve 20. Yüzyılın sonunda ise yaygın olarak kullanılan internet üzerinden web adlı teknoloji ile eğitim hizmeti verildiği söylenilebilir (Ozan, 2008). 21. Yüzyılın başları bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişme ile birlikte asıl amacı iletişim olan “ses” veri paylaşımı sağlayan “veri” paylaşımı ve etkileşimi destekleyen “video” üçlü oyunu (triple play) ortaya çıkmıştır. Son zamanlarda ise yeni çıkan teknolojilerin “kablosuz erişim” ile ortaya çıkan akım kabiliyeti, (video, ses, akım kabiliyeti) seyyar hale getirmiş, böylece oyuna ek bir bileşen dahil olmuştur. Teknolojinin gelişim hızına bağlı olarak şuana kadar olan seyrini ve geleceğe dönük olarak gösterilen eğilimler Şekil 2.2.'te sunulmuştur.



Şekil 2.2. Teknoloji ve öğrenme eğilimleri (Özlem ve ark.,2018)

### 2.3. Uzaktan Eğitimin Avantajları

Uzaktan eğitimden yararlanılmaya başlanması ile birlikte bu zamana kadar bu terim hakkında birçok açıklama yapılmış ve açıklama genelinde uzaktan eğitimi kültürel eğitimden ayıran belirli üstünlüklerden söz edilmiştir. Uzaktan eğitimin uygulanmasının başlıca sebeplerinin neler olduğu sorusuna yanıt verebilmek için uzaktan eğitimin öğrenci ve eğitimcilere sağladığı fırsatların bilinmesi önemlidir.

Uzaktan öğrenme ile birlikte derslik, okul ve zaman gibi engeller ortadan kalkmakta ve uzaktan öğrenme ile eğitim gören kişiler istedikleri mekan ve zamanda o anda bilgiye ulaşarak eğitimlerini devam ettirebilmektedirler. Bununla birlikte eğitimcilerde hazırlanmış oldukları dersleri ihtiyaca bağlı olarak istedikleri eğitim kurumlarında verebilmektedir. Bu durumdan dolayı öğrenciler talep ettikleri eğitimi dünyanın önde gelen eğitimcilerinden alabilmektedirler. Eğitim birimlerinde ortam kısıtından dolayı kapasite ve kontenjanlar bulunmaktadır. Uzaktan öğrenme ile birlikte mekân kısıtı ortadan kalktığından dolayı kontenjan ve kapasite gibi sorunlar da yok olmaktadır.

Ekonomik açıdan uzaktan eğitimi yorumlamak istediğimizde, eğitim sunan ve eğitim alan her iki taraf için avantajlı olduğu ortadadır. Öğrencilerin örgün öğretimde farklı



illere eğitim almaya giderek ailelerine yurt masrafları, kira bedelleri, öğrenci harçlıkları, yol masrafları, faturalar gibi birçok giderlere neden olmaktadır. Uzaktan eğitim ile belirtilen tüm bu masraflara gerek kalmadan internet erişiminin olduğu her ortamda bilgiye ulaşım sağlanabilmekte ve eğitim-öğretim daha masrafsız olarak gerçekleşmektedir. Eğitim veren kişiler açısından bakıldığı zaman ise öğrenim alan kitle büyüdükçe maliyetler daha çok kişiye bölünmekte ve eğitim maliyetleri azalmaktadır.

Örgün öğretimde sınıfta bulunan öğrencilerin anlama kapasiteleri birbirinden farklı olduğundan dolayı ders veren eğitmen dersi anlatırken sınıfta ki anlama kapasitesine göre ortalama bir hız ayarlamak zorundadır. Ancak bu çaba sınıfın tüm dikkatini toplamaya çalışmak için yetersiz olmaktadır. Çünkü öğretmenin ders anlatım hızı, dersi çabuk anlayan öğrencilerin dersten sıkılıp kopmasına ya da yavaş anlayan öğrencilerin dersi hiç anlayamamasına sebep olmaktadır. Uzaktan eğitim ile öğrenciler anlayamadıkları ya da kaçırdıkları kısımları tekrar tekrar dinleme şansı elde etmektedirler böylece dersin veriminin arttığı görülmektedir. Öğrenciler istedikleri zamanda eğitim gereksinimlerini karşılayabilmekte, bu durumda başka konularda yapılabilecek çalışmalara detaylı vakit planlaya bilmektedirler.

Uzaktan eğitim, deney ortamlarında oluşabilecek tehlikeli durumların önüne geçilerek öğrencilerin deneyleri istedikleri kadar tekrar ederek ve gözlemleyerek uygulamasına imkan sağlar. Uzaktan eğitim ile birlikte eğitimde fırsat bütünlüğü sayesinde daha fazla ön plana çıkmış ve bir söyleyiş olmaktan çıkarak asıl anlamda kullanılmaya başlamıştır. Bununla birlikte her koşuldaki bireylerin eğitim almalarına imkan sağlamış geniş kitlelere ulaşım gerçekleşmiştir. Yaş itibari ile üniversitede eğitim görme ortalamasının üzerinde olan öğrencilerin birçoğu çalıştıklarından dolayı, çalışma saatleri ile ders saatleri çakışmaktadır. Başka bir deyiş ile günümüzde iş dünyasına uyum sağlayan olanakların sunulmasını beklemektedir.

Eğitimden maksimum verim alabilmek için öğretmenler tarafından hazırlanan ders içerikleri profesyonel ekipler tarafından tekrar tasarlanmaktadır. Öğrencinin kolay ve hızlı öğrenmesi için gerekli görsel ve işitsel araçlar ders içeriği ile bütünleştirilerek

eğitimin verimlilik düzeyine katkıda bulunulur. Bununla birlikte günümüz teknolojisinin sağladığı telekomünikasyon sistemleri yardımıyla yapılan telekonferans ve video konferans, görsel açıdan konuya anlam katan animasyonlar, sesli e-posta veya belli başlı konuları kapsayan simülasyon uygulamaları gibi öğrenmeye destek için sayılabilecek uzaktan öğretim materyalleri öğrenciye sunulan eğitim kalitesini en üst düzeye çıkaracaktır. Öğrenciler açısından düşünüldüğünde de bu materyallerin kullanımıyla memnuniyetle orantılı olarak derse olan ilgi ve motivasyon artacaktır.

#### **2.4. Uzaktan Eğitimin Dezavantajları**

Uzaktan eğitim öğretmenlere ve öğrencilere kolaylıklar ve fırsatlar yaratsa da belirli konularda örgün öğretim kadar etkili olamamaktadır. Uzaktan öğretimin üzerinde durulan birçok yararının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Uzaktan eğitim gören öğrencilerin örgün öğretim metotlarının karşısında en önemli etkisi öğrenci-öğretmen ve öğrenci-öğrenci arasında gerçekleşen yüz yüze bir iletişimin gerçekleşmemesidir. Bireylerin kişisel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda birçok insan için bu iletişim önemli bir ihtiyaçtır.

Uzaktan eğitimde kullanılacak materyaller birçok eğitim kurumunda hazırlanmak üzere uzman kadro ekiplerine sahip olmadıkları için, bu olanaklardan tam anlamıyla yararlanamamaktadırlar. Teknolojik gelişmelerin, uzaktan eğitimde tam anlamıyla uygulanıp kullanılabilirliği dikkat çekmesine rağmen, öğretim kurumlarının hemen hemen bir çoğu, online eğitim sunabilecek bir yapıya sahip değildir. Geleneksel öğretim kurumlarında öğrencilerin en çok kullandıkları önemli bir iletişim aracı olan jest ve minikler uzaktan eğitimde kullanılmamaktadır. Bunun gibi hareketlerin uzaktan eğitimde kullanılmasını sağlayabilecek olan video gibi konferans yöntemi ise internetin altyapısındaki yetersizlikten dolayı tam anlamıyla kullanılmamaktadır. Dezavantajlar maddeler halinde özetlenecek olursa;

- a. Öğretmen-öğrenci ilişkisinin sağlanmamasından dolayı gerekli etkileşimin yeterli seviyede kurulamaması.

- b. Sınıfta oluşabilecek iletişimin olmamasından dolayı öğrencilerin sosyal ortamlardan uzak kalması.
- c. Bazı öğrencilerin tek başlarına öğrenmede zorluk çekmesinden dolayı kendilerini ders konusunda planlayamaması ve bu yüzden dersten verim sağlayamaması.
- d. Öğrencilerin öğrenme sırasında karşılaşıacağı herhangi bir olumsuz durumda anlama güçlüklerinden kaynaklı yaşanan soruna anında müdahale edilememesi ve bunun sonucunda oluşabilecek zorluklar.
- e. Çalışan bazı öğrencilerin çalışma sonrasında zihnen ve bedenen dinlenebilecekleri zamanlarını ders çalışmaya ayırması zorunluluğundan sebeple oluşabilecek sağlık problemleri ve diğer zorluklar.
- f. Uzaktan öğrenime gün geçtikçe artan talepten dolayı sistemdeki öğrenci sayısının fazla olmasından dolayı dersi veren eğitmen ile anında iletişime geçememe zorluğu şeklinde sıralanabilir. Bunların yanısıra; uygulamalı gerçekleştirilmesi gereken bazı dersler fizik, kimya ve biyoloji derslerinin online verilmesi, bu tip derslerin esas temelini oluşturan laboratuvar uygulamalarının kullanımını kısıtlamaktadır.

Söz konusu dezavantajın önüne geçilmesi adına, bu çalışmada malzeme derslerinde laboratuvar uygulaması olarak gösterilen bir deneyin sanal ortamda modellenmesi ve son kullanıcılara internet üzerinden erişim imkanı tanınması sağlanması üzerine çalışılmıştır.

## **2.5. Dünya’da ve Türkiye’de Uzaktan Eğitim Uygulamaları ve Tarihçesi**

İlk uzaktan eğitim örneğine 1728 yılında Stenografi derslerinin A.B.D de çıkarılan Boston Gazetesinde yayınlanması sonucu ilgili ders içeriklerinin okurlara ulaştırılmasıyla rastlanmıştır. Uygulanan bu sistemin uzaktan eğitimle ne kadar alakalı olduğu tartışma konusu olsa da, eğitmen ve eğitim alan kişi gruplarının zaman ve mekan bağımsız oldukları düşünüldüğünde ilgili sistemin bir uzaktan eğitim modeli olduğu ve ilk kez uygulandığı için uzaktan eğitimin başlangıcı olduğu söylenebilir. Bu alandaki ilk girişimlerde biride yine Boston’da Evde Gelişmeyi Teşvik Derneği’nin

kurulması olmuştur. 1883’de mektupla eğitim yapan Correspondence Üniversitesi bu alanda ilkler arasında yerini almıştır. Bu tarihten sonra teknolojik gelişmeler hız kazanmış yeni iletişim teknolojileri gelişmiş ve uzaktan eğitime yeni bir boyut kazandırmışlardır. Basılı materyallerin yanına radyo ve teyp gibi sesli iletişim teknolojileri eklenmiştir. Bilgisayar iletişim sistemleri ve televizyon uzaktan eğitim sistemine dahil olduktan sonra uzaktan eğitime görsel zenginlik katan video aracılığı ile kullanıcı gruplarının dikkatini çekmeyi başarmıştır (Irmak, 2007).

İngiltere’de Londra Üniversitesi’ni açıktan okumak isteyenler için hazırlanan programlar uzaktan eğitim literatüründe önemli uygulamalardan biri olarak yer bulmuştur. Almanya’da 1859 yılında başlatılan uzaktan eğitim kavramı Fern Üniversitesi 30 yıldır Alman Üniversiteleri arasında, uzaktan eğitim politikası ile ideal bir alternatif oluşturmaktadır. Uzaktan eğitimi uygulayan ve yöneten kurumlar Almanya Uzaktan Eğitim Enstitüsü kurulması ile faaliyetlerine başlamıştır. 1939 yılında resmi Uzaktan Eğitim Merkezi’nin kurulması, Fransa’da 1907 yılında uzaktan eğitim adına yapılan girişimler sonrasında gerçekleşmiştir. Bu yıllarda Rusya’da uzaktan öğrenmenin, halka yönelik eğitim uygulamaları görülmüştür. Japonya’da ise, uzaktan eğitime yönelik olarak 1986 yılında Havacılık Üniversitesi kurulmuştur. Kanada’nın en büyük uzaktan eğitim kurumudur. On binden fazla öğrenciye yetkilendirilmiş diploma imkanı sağlayan üniversite yüz yüze öğrenme koşulu getirmeyip dünya çapında öğrenci kabul etmektedir. Avustralya’nın en büyük uzaktan eğitim merkezlerinden olan Monash çok geniş bir çapta diploma programları sağlamaktadır. Güney Afrika Üniversitesi’nde İngilizce Konuşulan dünyanın Uzaktan eğitim veren en büyük kuruluşlarından birisinde, hiçbir konaklama şartı olmadan birçok alana yönelik lisans ve yüksek lisans eğitimi, diploma programları sunulmaktadır.

Ülkemizde uzaktan eğitim kavramıyla ilgili teorik ve akademik çalışmalar ilk olarak 1927-1960 yılları arasında görüşülmesine karşın uygulamaya dönmesine yönelik ilk çalışma 1961 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ortaya konulmuştur. Mesleki eğitime katkı sunmak amacıyla yapılan bu uygulama orta dereceli meslek okullarında

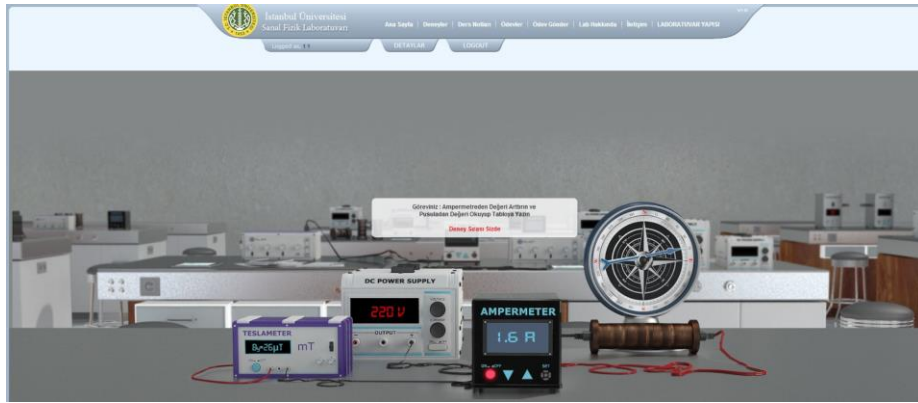
mektupla öğretim hizmeti sunmaktadır. Bu uygulamanın nihayetinde 1966 yılında mektupla öğretim Genel Müdürlük seviyesinde örgütlenmiş ve 1974'te Mektupla Öğretim Merkezi kurulmuştur. Daha sonra bu merkez lise ve dengi okul mezunlarına sanayide ve toplumda ihtiyaç duyulan alanlarda, modern eğitim teknolojilerini kullanarak hizmetine devam etmiştir. Tüm bu faaliyetlere rağmen uzaktan eğitim uygulaması yetersiz kaldığı için başarısız kabul edilmiş ve ülkemizde uygulanan ilk uzaktan eğitim faaliyeti başarısız olmuştur.

Yükseköğretim kanununu düzenleyen 2547 sayılı kanunun 6 Kasım 1981'de güncellenmesiyle ilgili kanunun 5. ve 12. maddelerine istinaden üniversitelere Sürekli ve Açıköğretim yapma imkanı doğmuştur. 20 Temmuz 1982'de oluşturulan 41 numaralı Kanun Hükmünde Kararname ile Açıköğretim yapma hakkı Anadolu üniversitesine verildikten sonra uluslararası standartlarda teknolojik alt yapılar kullanılarak akademik tecrübesi ve alanında uzman personeliyle Anadolu üniversitesi Açıköğretim sistemi ülke düzeyinde yürütülmeye başlamıştır. Bu olayı takiben 1980-1990 yılları arasında TV Okulları ve okullarda radyo yayınları ortaya çıkmış uzaktan eğitim ve açıköğretim desteklenmiştir. Kurulan TV Okulları ve radyo yayınları Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde hizmet vermeye devam etmişlerdir. Bu sayede eğitim almak isteyen her topluluk bu sistem sayesinde yaygın eğitim alma hakkı kazanmıştır. Ülkemizin ozamanki sosyo-ekonomik düzeyine göre örgün eğitimini yarım bırakan kişilere Milli Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü bünyesinde eğitimlerine devam edebilmeleri amacıyla yaygın eğitim hakkı tanınmış ve ortaöğrenim diploması almalarına ön ayak olunmuştur. Aynı zamanda teknik personel ihtiyacını karşılamak amacıyla Mesleki ve Teknik Açıköğretim okulları kurularak elektrik tesisatçılığı gibi programların sertifikaları kişilere kazandırılmıştır.

1990'lı yıllarda internet ve web teknolojileri giderek popüler hale gelmiş, uzaktan eğitim de internet uygulamaları nedeniyle çok daha geniş kapsamlı bir duruma gelmiştir. Ülkemizde uzaktan eğitim çalışmalarını internet üzerinden vermeye çalışan ilk kurum Orta Doğu Teknik üniversitesine bağlı Enformatik Enstitüsüdür. Günümüzde Orta Doğu Teknik üniversitesi dışında birçok üniversitede internet tabanlı

önlisans, lisans, lisansüstü eğitim ve bunların dışında birçok sertifika programı verilmektedir. (Kazu ve Özdemir, 2002; Irmak, 2007).

1996 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde hizmet veren Uzaktan Eğitim Merkezi kurulmuştur. 1996 tarihinden bu zamana kadar İTÜ (UZEM) ve teknoloji tabanlı eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. İTÜ Uzaktan Eğitim Merkezi, kendi öğrenci ve akademisyenleri için uzaktan eğitim programları dışında özel sektöre ve kamuya yönelik çevrimiçi ve karma uzaktan eğitim sertifika ve kurs programları sunmaktadır. İstanbul Üniversitesi tarafından geliştirilen “Genel Fizik Laboratuvarı”na ait bir görsel Şekil 2.3.’te görülmektedir.



Şekil 2.3. İstanbul Üniversitesi Sanal Fizik Laboratuvarı

Robotik ismiyle Fırat üniversitesinde okutulan bir ders sanal ortama aktarılmış ve uzaktan eğitim platformları vasıtasıyla 2000-2001 Eğitim-Öğretim döneminde başka bir eğitim kurumu olan Kahramanmaraş Sütçü İmam üniversitesinde Elektrik-Elektronik Bölümünde okutulmuştur. Ayrıca sonraki yıl Sakarya üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Bölümünde seçmeli olarak okutulmuştur. Bilkent Üniversitesi 1996 yılında video Konferans yapısını kurarak, bazı derslerin ABD’den çalıştırılması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Proje boyutunda New York Üniversitesi’nden belirli öğretim üyeleri bu sistem dâhilinde Bilkent Üniversitesi ders vermiştir (Varol ve Bingöl, 2002).

Gazi Üniversitesi Uzaktan Eğitim Uygulaması ve Araştırma Merkezi 2013 yılında inşa edilmiştir. Asıl amacı çeşitli program eğitimlerinde yer alan dersleri uzaktan öğrenme ile internet ortamında desteklemek, uzaktan öğrenme uygulamalarına ve uzaktan eğitim sistemlerinde geliştirilmesinde katkıda bulunmak. Bunun yanı sıra uzaktan eğitim ile sertifika programları ve ortak ders programları da desteklenmektedir.

Uzaktan eğitim sistemi Sakarya üniversitesinde 2000 yılında yürütülmeye başlanmıştır. IBM-Lotus firması tarafından uzaktan eğitim platformu kurulmuş ve eğitimler Lotus-İtalya'nın eğitimcileri vasıtasıyla verilmiştir. Sakarya üniversitesi bünyesinde uzaktan eğitim sisteminin yürütülmesi amacıyla 2005 yılında Uzaktan Eğitim Araştırma ve Uygulama Merkezi kurulmuştur. 2008-2009 Eğitim-Öğretim Yılı itibariyle gerek Sakarya üniversitesi yönetimi gerekse Uzaktan eğitim Merkezi yöneticilerinin çalışmaları neticesinde ülkemizde ilk kez 3 adet lisans programına lisans öğrencileri alınmaya başlanmıştır. Öğrenci alınan lisans programları İnsan Kaynakları Yönetimi, Bilgisayar Mühendisliği ve Endüstri Mühendisliği bölümleri olmuştur. Lisans programlarının yanı sıra Fen Bilimleri Enstitüsünde Bilişim Teknolojileri ve Mühendislik Yönetimi lisansüstü programları öğrenci almaya başlamışlardır. Halen Sakarya Üniversitesi'nde uzaktan eğitim veren çeşitli diploma programları ve sertifika programları bulunmaktadır.

Bu kısımda öne çıkan belli başlı uzaktan eğitim çalışmalarından bahsedilmiş, Dünya'da ve Türkiye'de var olan üniversiteler ve kuruluşlar tarafından uzaktan eğitim ile ilgili çalışmaların süratli bir şekilde sürdürüldüğü net bir şekilde ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalar hakkında göze çarpan en önemli eksiklik, özellikle teknik anlamda eğitimi zorunlu olan bazı uygulama ve laboratuvar faaliyetlerinin uzaktan eğitim altında ayrıntılı bir şekilde değinilmemiş olunması ve tamamen web tabanlı fakat sadece teorik anlatımlara yer veren bir alt yapının kullanılmasıdır. Yukarıda bahsedilen örnekler uzaktan eğitim faaliyetlerinin aktif laboratuvar kullanan programların bütününe yakını, etkili bir eğitim vermesine rağmen uygulama eksikliği olan modellerdir.

Üniversitelerin teknik anlamda eğitim veren programları laboratuvarları etkin olarak kullanmaktadırlar. Bu programların uygulamalı olarak yaptıkları çalışmalarını teorik bilgi ile birleştirilerek, pratik deneyimlerle desteklenmektedir. Yapılan pratikler bu programların etkin ve verimli olması bakımından büyük önem arz etmektedir. Uzaktan eğitim programı için düşünüldüğünde eğitim alan kişilere sunulan uygulama ortamının hazır hale getirilmesi zor gibi görülse de teknolojinin ve bunun yanında iletişim sektörünün gelişmesi sonucunda teknik sanal laboratuvarların kurulması mümkün kılınmıştır. Uzaktan eğitimden daha etkin bir sonuç almak için, uygulama alanı ihtiyacı duyan fakat bu olanakları sağlayamayan programlarda fiziki mekânlarda yapılan deneylere yardımcı olan interaktif uygulama alanlarının ortaya konulması uzaktan eğitiminin önemli bir parçasını oluşturan sanal laboratuvarlar aracılığı ile sağlandığı görülmektedir.



## **BÖLÜM 3. SANAL TEST LABORATUVARLARI**

Bilim ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler yeni laboratuvar uygulamalarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tüm bunların arasında bilgisayar yazılımları veya daha bütün bir hali ile sanal laboratuvar gelmektedir (Kennepohl, 2010). Sanal laboratuvar bir proje ya da bilimsel etkinlikte ihtiyaç duyulan malzeme, metod danışman gibi her türlü desteğin altına bileceği sanal ortamdır. Öğrenciler sanal laboratuvarları kullanarak herhangi bir gözlemci olmaksızın gerçek araç gereçler kullanmadan laboratuvar çalışmalarını gerçekleştirebilirler. Bu sebepten dolayı disipline ait laboratuvar maliyetli laboratuvar cihazlarını kullanmadan tecrübe kazanmaları sağlanabilmektedir. Aynı zamanda laboratuvarda disiplin ile ilgili tecrübeli eleman yetiştirme sorunuda kısmen ortadan kalkmıştır.(Lyall ve Patti, 2010).

### **3.1. Sanal Laboratuvarların Tanımı**

Sanal laboratuvarlar, gerçek laboratuvarların birçok kusurlarını ve eksikliklerini ortadan kaldırarak öğrencilere zaman ve mekan fark etmeksizin bilişim teknolojileri ile birleşik bir şekilde deney ortamı mümkün kılan ve öğrencilerin etkin olarak içinde bulunduğu öğrenme ortamlarıdır. Gelişmekte olan ülkelerde laboratuvar alanında eksiklikler göze çarpmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte eksik olan yanları ortadan kaldırmak ya da minimum seviyeye indirebilmek için alternatif metotlar geliştirilmektedir. Sanal laboratuvarlar verilen teorik bilginin yanında uygulama deneyimi de kazanılması için yapılan deneylerde etkin ve gerçek zamanlı benzetim olanağı sağlayan bilgisayar destekli sanal ortam olarak belirtilebilir.

Sanal laboratuvarlar çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Taşdelen sanal laboratuvarı; eğitimde uygulama etkinliği kazanmak için uygulanması gereken deneylerde aktif bir asıl zamanlı simülasyon olanağı sağlayan bilgisayar ortamında ve gerçek laboratuvar

ortamında uygulanabilecek deneylerin internet üzerinden yapılabilmesini sağlayan bir uygulama olarak tanımlamıştır (Taşdelen, 2004).

Alkouz ve arkadaşları; sanal laboratuvarı öğrencilerin mekan ve zaman kısıtlaması olmadan istedikleri her anda deneylere ulaşma imkanı sağlamak ve mobil araçlarla öğrenimi gerçekleştirebilen ortamlar olarak tanımlamıştır (Alkouz ve ark., 2008). Kaba; klasik laboratuvar ortamlarının kusurlarını giderme amacıyla yararlanılabilecek, öğrenenlere istenilen mekânda ve zamandan bağımsız deney yapma olanağı veren, bilgisayar ve öğretim teknolojinin bütün imkânları ile hazırlanmış aynı zamanda öğrenenlerin etkin rol aldıkları etkileşim bakımında güçlü öğrenin gerçekleştiği ortamlar olarak tanımlamıştır (Kaba, 2012).

Sanal laboratuvarlar başka bir tanımda; çeşitli animasyonlar ve simülasyonlar oluşturularak hazırlanmış, matematiksel modellerin uygulandığı simülasyonlar yardımıyla geliştirilmiş ortamlardır (Martin-Villalba ve ark., 2008). Hatta öğrencilere belirli bir mekân ve vakitte deneylere ulaşma olanağı sunmak ve mobil araçlarla eğitim öğretim ortamı sağlamak amacıyla ortaya konmuş ortamlar olarak tanımlanmıştır (Alkouz, 2008).

Sanal laboratuvarlar bir başka tanımda, geleneksel laboratuvar etkinliklerini sayısal ortama aktarmak için, çeşitli bilişim teknolojilerini, simülasyonlarını ve birçok eğitim öğretim teknolojilerini kullanan aktif öğretim ortamıdır (Scheckler, 2003). Çoğu araştırmaya baktıktan sonra, kendine göre bir tanım ortaya koyan Prieto-Blazquez göre ise, tatbiki olan deneyleri gerçekleştire bilmek için; teknolojik, pedagojik ve insana ait kaynakların tümünü içeren, eğitim alanının ve eğitim verenin ihtiyaçlarına göre uyarlanmış aktif sanal eğitim öğretim platformlarıdır (Prieto-Blazquez, 2009). Bahsedilen tüm bu açıklamalardan sonra sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarların eksikliklerinden meydana gelmiş olup tüm eksiklikleri giderilmesine yönelik öğrencilere istenilen mekân da istenilen saatte deney yapma imkânı sağlar. Çeşitli öğretim teknolojilerinin ve bilişim teknolojilerinin tüm imkânları ile ortaya konulmuş ve eğitim alanların etkin olarak katıldıkları aktif eğitim öğretim ortamlarıdır.

### 3.2. Sanal Laboratuvar Uygulamaları Literatür Taraması

Literatür tarandığında teknolojilerde yaşanan gelişmeler paralelinde yurtiçinde ve yurtdışında sanal laboratuvarlar ile ilgili tez ve makalelerin son yıllarda ağırlık kazandığı gözlenmiştir.

Tablo 3.1. Sanal Laboratuvarlarla ilgili ulusal ve uluslararası tez ve makaleler

Yazar	Yıl	Makale veya Tezin Adı
Peter Zeile, Ivonne C. Zelling	2019	Virtual Design and BIM in Architecture and Urban Design – Potential Benefit for Urban Emotions Initiative
LE de Vries, M May	2019	Virtual laboratory simulation in the education of laboratory technicians–motivation and study intensity
Rosa Estriegana José-Amelio Medina-Merodio Roberto Barchino	2019	Student acceptance of virtual laboratory and practical work: An extension of the technology acceptance model
Yun Lin, Sen Wang, Qidi Wu, Lei Chen	2019	Key Technologies and Solutions of Remote Distributed Virtual Laboratory for E-Learning and E-Education
Hui Zhang, Shixing Zhang	2019	Design and Implementation of Virtual Laboratory for Computer Assembly
A.A. Sutchenkov, A.I. Tikhonov	2018	Electrical Engineering Materials Virtual Laboratory
Michael Black, David Chapman, Angela Clark	2018	The Enhanced Virtual Laboratory: Extending Cyber Security Awareness through a Web-based Laboratory
Özden Karagöz Mırçık	2018	Basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7e öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri
Şahadet Zeynep Nur Aydın	2018	Fen bilgisi dersi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının kullanılması ve değerlendirilmesi
Hanife Çivril	2017	Açık ve uzaktan öğrenmede sanal laboratuvarlar: Devre analizi uygulaması
Özden Karagöz Mırçık, Ahmet Zeki Saka	2016	Fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli uygulamaların değerlendirilmesi
Menevşe Şükran Duman, Gülşen Avcı	2016	Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Öğrenci Başarısına ve Öğrenilenlerin Kalıcılığına Etkisi: Mersin-Erdemli Örneği

Tablo 3.1. (Devamı)

A Mutlu	2015	Genel Kimya Düzeyinde Gerçek ve Sanal Laboratuvar Ortamlarında Gerçekleştirilen Rehberli Sorgulamaya Dayalı Etkinliklerin Öğrenme Sürecine Etkisi
Mehmet Ekici	2015	Fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar hakkındaki görüşleri ve bu yöntemden faydalanma düzeyleri
Ayhan Çinici, Mustafa Özden, Abuzer Akgün, Mehmet Ekici, Harun Yalçın	2013	Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarılarının üzerine etkisinin karşılaştırılması
Osamah Fadhil Taher, Ömer Faruk Bay	2013	Bulut Bilişim Platform ve Yazılım Hizmetini Dağıtmak için Web-tabanlı Sanal Laboratuvar Tasarımı
Zeynep Tatli, Alipasa Ayas	2013	Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement

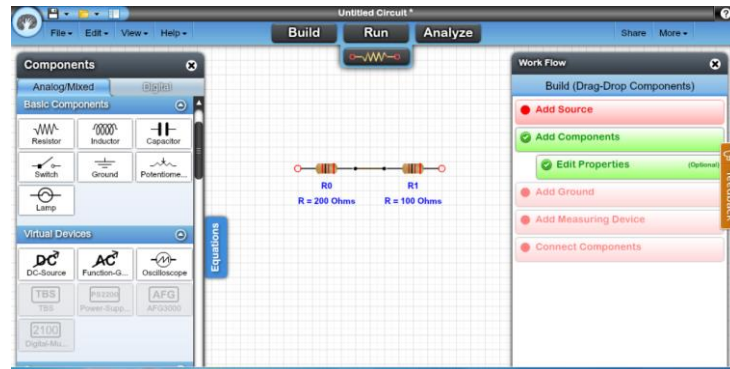
### 3.3. Sanal Laboratuvarların Türleri

Chaturvedi ve Dharwadkar, sanal laboratuvarları hareket seviyesine göre hareketli ve hareketsiz olarak sınıflandırmaktadır. Öğrenen kişilerin herhangi bir görevi olmayan, yalnızca gözlem yapmasına müsaade veren hareketsiz sanal laboratuvarlar, karışık fiziksel durumların ortaya konulması için oldukça yararlı olabilmektedir. Hareketli olan laboratuvarlar ise eğitim alanların bilgisayar ekranı üzerinden sadece bilgisayar bileşenleri vasıtasıyla laboratuvar uygulamalarını kontrol edebildikleri laboratuvarlardır (Chaturvedi ve Dharwadkar, 2011). Ayrıca sanal laboratuvarlar uygulanan yazılımlara bağlı olarak iki veya üç boyutlu sanal laboratuvarlar olmak üzere iki şekilde gruplanabilir. Şekil 3.1.'de Labster firmasının hazırlamış olduğu üç boyutlu sanal gerçeklik laboratuvarı görülmektedir. Hazırlanan bu laboratuvar, sadece eğitim kurumu olarak düşünülmeden tüm yaşam fonksiyonlarının öğretilmesi için kullanılmaktadır. Sanal Laboratuvarların geliştirilmesine Avrupa, Amerika ve Asya'dan bir çok üniversite geliştirilmesine yardım etmiştir ([www.labster.com](http://www.labster.com)).



Şekil 3.1. 3 boyutlu sanal laboratuvar örneği[www.labster.com]

Şekil 3.2.'de ise Circuits firması tarafından hazırlanan iki boyutlu sanal test laboratuvarı görülmektedir. Bu laboratuvar Elektronik alan için kullanılmakta olup tek amacı eğitim olmayan elektroniğe ilgisi olan herkesin erişebileceği bir ortamdır.



Şekil 3.2. 2 boyutlu sanal laboratuvar örneği [www.circuitlab.com]

İki boyutlu sanal test laboratuvarları ile üç boyutlu sanal test laboratuvarları karşılaştırıldığında, iki boyutlu sanal test laboratuvarlarında gerçeklik hissini olmayışından kaynaklı aktif ve navigasyon sınırlılıklarının oluşması, üç boyutlu sanal test laboratuvarlarında ise modellerin daha gerçekçi sunulamayışı gibi belirli eksiklikler göze çarpmaktadır (Georgiou ve ark., 2007; Onyesolu, 2009).

Sanal laboratuvarların insanlar üzerinde pozitif olgu ve düşünceler bırakabilmesi için mümkün olduğunca gerçek sistemlere yakın olması ve gösterişli teknolojilerle donatılmış olması gerektiğini bilmekteyiz. Gerçek laboratuvarlar yerine alternatif olabilecek sanal gerçekliğin bunu gerçekleştirebileceği düşünülmektedir. Gerçeğe yakın uygulamalar eğitim ortamı için önemli bir alternatiftir. Günümüzde etkileşimli

ve gerçekçi üç boyutlu sanal laboratuvar ile uygulamalarının yüksek seviyede güvenilir simülasyonları yapabilmektedir (Couture, 2004; Muthusamy ve ark., 2005).

### **3.4. Sanal Laboratuvarların Avantajları**

**Lojistik:** Öğrenci sayılarının fazla olduğu kurumlarda fiziki laboratuvar ortamlarının sağlanması oldukça büyük bir problemdir. Bu problemin ortadan kaldırılması için sanal laboratuvar uygulamaları uygun bir tercih olarak görülmektedir (Muthusamy ve ark., 2005).

**Düşük Maliyet:** Gerçek laboratuvarların çoğalan masrafları ile başa çıkmada sanal laboratuvarlar etkin bir yol olarak izlenmektedir. Gerçek laboratuvarların sanal laboratuvarlara göre kurulum, kullanım, bakım ve onarım maliyetleri açısından daha avantajlı olduğu bir gerçektir. Gerçek laboratuvarların tersine, sanal laboratuvarlar günlük bakım-onarıma gerek duyulmaz. Gerçek laboratuvarlarda ortaya çıkan cihazların arızalanması vb. durumlar sanal laboratuvar ortamlarında meydana gelmez. Bahsedilen tüm bu durumlar maliyeti azaltsa da üç boyutlu ya da gerçekçi sanal laboratuvarların tasarlanıp dizayn edilmesinin ve geliştirilmesinin zaman ve masraf bakımından oldukça dezavantajlı olma durumu maliyetleri artıracaktır (Muthusamy ve ark., 2005; Ma ve Nickerson, 2006).

**Açık ve Uzaktan Öğrenme:** Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde, birçok disiplinde eğitim açık ve uzaktan eğitim yolu ile sürdürülebilir hale gelmiştir. Laboratuvarlar, öğrencilerin teorik bilgiyi uygulamaya çevirmeye öğrendiği temel yollardan biridir. Açık ve uzaktan eğitimde laboratuvarda uygulanması gereken deneyler sanal laboratuvar ile ortaya konulabilir. Sanal laboratuvarlar, açıktan ve uzaktan okuyan öğrencilere fiziksel laboratuvarlara girmeden, normal şartlarda laboratuvarda gerçekleştirilecek deneyleri yürütmelerinde sonsuz fırsatlar sunar. Öğrenciler belirli saatler içerisinde gerçekleştirilen laboratuvar saatlerinden bağımsız olarak kendi arzularına göre seçtikleri bir zaman diliminde deneyleri yapmalarına izin verirler (Muthusamy ve ark., 2005; Onyesolu, 2009).

Güvenlik: Sanal laboratuvarlar, deney esnasında tehlikeli durumların ortaya çıkmaması açısından oldukça avantajlıdır. Örneğin, lazerler, nükleer testler, kimyasallar, kesici ekipmanlar öğrenciler için tehlike arz edebilecek durumlar oluşabilir. Örneğin çeşitli eğitim kurumları kimya dersinde tehlike arz eden reaksiyonları inceleme olanağı sunan sanal laboratuvarlar ortaya koymuşlardır. Geleneksel laboratuvarlarda, birçok güvenlik önlemi alınması gerektiğinden dolayı bu gibi deneyler öğrencilerin eğitimi için uygun olmayacağından deneyleri yapmaları imkansızdır (Muthusamy ve ark., 2005; Onyesolu, 2009).

Öğrenme Fonksiyonları, Eğitim Bilimi ve Kullanıcı Dostu: Kimi öğrenciler, gerçek laboratuvarlarda belirli terimleri anlamakta zorluk çekebilir. Fakat araştırmalar sonucunda, sanal laboratuvarla öğrenilmesi güç kavramların daha kolay bir şekilde öğrenildiğini iddia etmiştir (Muthusamy ve ark., 2005; Onyesolu, 2009). Sanal laboratuvar ile öğrenci istediği deneyi istediği kadar tekrar edebilir. Bunun yanı sıra öğrenciler bazı değişkenler üzerinde diledikleri gibi değişiklik yaparak, bu değişkenlerin deneyi ne şekilde etkilediğini anında görebilmektedirler. Ayrıca sanal laboratuvarların defalarca tekrar sonucu sonuçları daha hızlı bir şekilde elde etme, deneylerle ilgili daha yoğun anlam geliştirmek gibi bazı avantajları da vardır. (Kennepohl, 2010). Sanal laboratuvar öğrencilerin kendilerinin anlaya bileceği hızda ilerlemesini sağlamaktadır. Öğrencilerin bu fırsatlardan dolayı kendilerine güvenleri gelir ve öğrenme için motivasyonu yükseltir. Herhangi bir engeli olan öğrencilerin teknik uygulamalara dahil olmalarına izin verir. Etkileşimli sanal laboratuvarlar, öğrencilerin çekinmesinden kaynaklı oluşabilecek problemleri ortadan kaldırıp aktif katılıma teşvik etmektedir.

Karmaşık Problemler: Geleneksel laboratuvarlarda genellikle ortaya konmazı mümkün olmayan uygulaması için çok fazla makine veya malzemeye ihtiyaç duyulan karmaşık ve zorluktaki deneyler, öğrencilere bilgisayar ekranı aracılığı ile sunulabilir (Kennepohl, 2010). Bunun yanı sıra geleneksel laboratuvar ortamında, öğrencilerden uygulanacak olan deney hakkında bütün denklem sistemlerini çözmeleri istenebilir ve bundan dolayı öğrenen kişiyi sıkabilir hatta deneyleri yarıda bırakmasına sebep olabilir. Sanal laboratuvarlar, öğrenen kişilerin sıkıcı buldukları sıradan olan

görevlerin belirli bir kısmını ortadan kaldırır ve bunun sonucunda öğrenenler daha çok probleme odaklanırlar ve çözüm odaklı düşünüp çalışırlar. Bu sayede öğrenenlerin yapılan deneye ilgisi artar ve onları motive etmeye devam eder (Muthusamy ve ark., 2005; Onyesolu, 2009; Lindsay ve Good, 2005).

**Öğreten Açısından Yararları:** Sanal laboratuvarlardan faydalanan kişiler sadece öğrenenler değildir. Öğreten kişilere de çeşitli kolaylıklar sunulmaktadır. Gerçek laboratuvarlarda yapılan deneylerin değerlerini değiştirmek oldukça zaman alıcı olmakla birlikte tekrar başa dönmek oldukça sıkıcı bir durumdur. Ancak bu durum sanal laboratuvarlarda oldukça kolay ve zaman almadan değiştirilebilmektedir. Öğreten kişiler öğrenen kişilerin süreçlerini sürekli gözlem yaparak kayıt altına alıp performanslarını gözlemleyebilirler. Aynı şekilde eğitim alan kişiler kendi proseslerini takip edebilirler. Gerçek laboratuvarların aksine sanal laboratuvarlarda oluşabilecek herhangi bir sorunda öğrenen kişiler ivedilikle sanal laboratuvar ortamında düzenlemeler ve iyileştirmeler oluşturarak müdahalede bulunabilirler (Muthusamy ve ark., 2005).

### **3.5. Sanal Laboratuvarların Dezavantajları**

Muthusamy ve arkadaşları, sanal laboratuvarın ortaya koyabileceği dezavantajlar başlıklar halinde aşağıda gruplandırılmıştır.

**Bilgi ve Teknoloji Becerisi İhtiyacı:** Öncelikle öğrenciler, bilgi teknolojisini anlayıp kullanabiliyor olmalıdır. Bilgisayar ve internet kullanımı açısından tecrübesiz olanlar sanal laboratuvarın sunduğu özelliklerden ve fırsatlardan tam anlamıyla faydalanamazlar. Sanal laboratuvarlardan maksimum sonuçlar almak için öğrenen kişilerin yazılımın nasıl kullanılması gerektiğini anlamasına bağlıdır. Yazılımın kullanımını açık ve net bir şekilde anlayan öğrenciler, anlamayanlara göre optimum sonuçlar elde edeceklerdir ve aynı zamanda yazılımı kullanma becerileri de önemli bir etken haline gelecektir (Muthusamy ve ark., 2005; Alhalabi ve ark., 2000).



İnternet ve Bilgisayar Donanımı İhtiyacı: Sanal laboratuvarlar için multimedya kullanımını destekleyen bilgisayarların olması şarttır. Bazen sanal laboratuvarlar, yüksek bant genişliği isteyen internet bağlantısına ihtiyaç duyarlar. Bu durum, bant genişliği düşük olan veya hiç olmayan ortamlarda kullanıcıların ihtiyacı olan bağlantıyı kuramamaları nedeniyle büyük bir dezavantajdır (Muthusamy ve ark., 2005).

İhtiyaç Duyulan Yazılım: Sanal laboratuvardaki yazılımlar sürekli olarak bilişim teknolojilerindeki ilerlemelerine bağlı olarak yenilenmektedir. Bu dönemsel yenilemeler yeni yapılacak yatırımlar gerektirir. Bunun yanında tüm laboratuvar uygulamaları sanal laboratuvar haline getirilemez. Bu gibi durumlarda açıktan ve uzaktan öğrenenler için büyük bir problem olabilir. Sanal laboratuvarları geliştirme maliyeti, yapılacak olan deneyin türüne ve karmaşık olmasına göre çok maliyetli olabilir. Lisanslama süreleri ve telif hakkı sorunları ise diğer önem verilmesi gereken alanlar arasında gelmektedir (Muthusamy ve ark., 2005).

Akreditasyon Sorunları: Sanal laboratuvarın akreditasyon süreçlerinin akreditasyon merkezleri tarafından değerlendirilmesinin nasıl yapılacağı tahmin edilememektedir. Teknik ve uygulamalı bilimler alanında akreditasyon çalışmaları yapan Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu teknik bölüm laboratuvarları için eğitim öğretim amaçlarını oluşturduğu bir standart ortaya koymuştur. TS EN ISO 17025 standardı, laboratuvarların kaliteli teknik eğitim için denetlenmesi amacıyla oluşturulmuştur. Bu standart ölçüleme hizmeti sunan aynı zamanda örnek malzeme çıkarma işlemi yapan laboratuvarın yeterliliğinin tanınması için gerekli şartları ihtive eden bir standarttır. Bu kriterler geleneksel laboratuvarlarda karşılaşılabileceği gibi sanal laboratuvarlarda da karşılaşılabilmektedir. Sanal laboratuvarlarda yapılan deneyde kullanılan metot ve araçların ne olduğuna bakmaksızın ortaya konulan programın çıktılarını belirlemektir. Bunun sonucunda uzaktan ve açık eğitim veren kuruluşun eğitim alanlara gerçek öğrenme süreci içerisinde olanlar ile aynı öğrenme süreci ile eşit olarak öğrenme ortamı sağlaması önemli bir gerekliliktir (Muthusamy ve ark., 2005; Balamuralithara ve Woods, 2009; Peterson ve Feisel, 2002; Chang ve del Alamo, 2002; Bourne ve ark., 2005; Campbell ve ark., 2008).

Gerçeklik: Kullanılan sanal laboratuvar uygulamasının iki boyutlu olması, üç boyutlu olmasına nazaran daha az gerçeğe dönüktür. Tüm sanal laboratuvarlar üç boyutlu olmadığı için bu durum kısıt olarak düşünülebilir (Muthusamy ve ark., 2005).

## **BÖLÜM 4. BASMA DENEYİ**

### **4.1. Basma Deneyine Genel Bir Bakış**

Mühendislik malzemelerinin uygulama alanında nasıl davranacağını nasıl şekil değiştireceğini anlamak için birden fazla test gerçekleştirilmektedir. Testler genellikle mekanik özelliklerin tespiti şeklinde olup sertlik, yük altında uzama ya da basınç altında ezilme gibi davranışları incelenerek uygulama alanına göre tercihleri yapılmaktadır. Basma deneyi, mekanik özelliklerin değerlendirilmesinde kullanılan bir test olup malzemenin basınç altında şekil değişimi incelemektedir. Yapı malzemelerinde ve makine parçalarında, malzemelerinin şekillerinin değişmesi, deforme olmaları istenilmeyen bir durum olduğu için kullanılacak malzemenin doğru seçilmesi açısından birçok malzemeye ait bu eşik değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Basma testi, bir malzemenin sıkıştırma kuvvetini veya ezilme direncini belirlemede, belirli bir kuvvet uygulandıktan sonra malzemenin geri kazanılma kabiliyetini belirlemede çok yaygın kullanılan bir yöntemdir. Uygulanan kuvvet altında malzemenin davranışını ölçmede kullanılır. Bunun yanı sıra malzemenin yük altında belli bir süre devam edebileceği maksimum stres basma testi ile belirlenir. Basma testi genellikle kırılma sınırını bulmada da kullanılır. Uygulanan yükü malzemenin türüne göre kırılma tespit edilebilir.

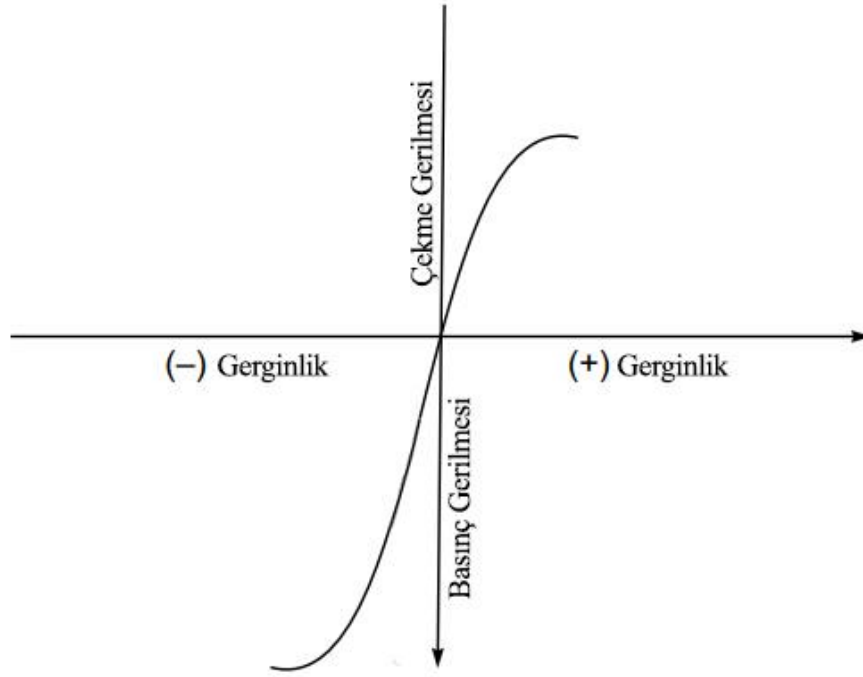
Basma testi, bir malzemenin karşıt taraflarından içeriye doğru itilmesi sonucu karşıt kuvvetle karşılaştığı bir testtir. Test numunesi genellikle uygulanan yükü, test numunesinin iki karşıt yüzünün tüm yüzey alanı boyunca dağılmasına sebep olan iki plaka arasında gerçekleşir. Daha sonra plakalar numunenin düzleşmesine neden olan

yük vasıtasıyla itilir. Sıkıştırılmış numune genellikle uygulanan kuvvetler yönünde kısalır ve kuvvete dik yönde genişler.

Basma testi malzemenin kırılma yükleri altındaki davranışını belirler. Numune sıkıştırılması sonucu numune uygulanan yüke bağlı olarak deformasyona uğrar. Kullanılan malzeme çeşidine göre basınç gerilemesi, elastik sınır, oransal sınır, akma noktası, akma dayanımı ve bazı malzemeler için basınç dayanımını belirlemek için kullanılan gerilim-uzama diyagramı hesaplanır ve çizilir.

Bir malzeme sıkıştırma yüküne maruz kaldığında elde edilen gerileme, çekme yükü uygulandığında elde edilen gerilmeye benzerdir. Fakat bu sonuçların elde edilmesinde uygulanan yük miktarı basma işlemi için çok daha fazladır. Bunun yanı sıra numunenin bükülmeye bağlı herhangi bir burkulmaya uğramaması için daha büyük bir kesit alanına sahip olması gerekmektedir. Deformasyon ilerledikçe zorlanma sertleşmesine maruz kalan numunenin enine kesiti deformasyon ile beraber artar dolayısıyla uygulanan yükte önemli bir artış gerektirir. Burkulma hareketine bağlı kararsızlık yüksekliğin az tutulmasıyla önlenabilir. Zorlanma sertleşmesine bağlı uygulanan yükü azaltmak ize numunenin çapı ile doğru orantılıdır. Yani basınç dayanımı yükseklik ve kesit alanına bağlıdır. Bu nedenle daha büyük yükseklik-kesit alanı oranı daha küçük sıkıştırma mukavemeti anlamına gelir.

Basma deneyinin diğer bir avantajı da küçük ebatlı malzemeler ile çalışabilmesidir. Çekme testinde parçaya uygulanacak kuvvetin verilmesi için tutucuların arasında kalması beklenmektedir. Ancak basma deneyinde iki piston arasına yerleştirilmiş küçük bir numune dahi kullanılabilir. Çok pahalı malzemeler (Renyum, Platinyum vb) için testler gerçekleştirilmesi gerektiğinde çekme testi yerine basma testi de uygulanarak malzemenin mekanik özellikleri hakkında bilgi sahibi olunabilir.



Şekil 4.1. Basınç Dayanımı

#### 4.2. Basma Deneyinin Amacı, Türleri ve Uygulama Standartları

Bir basma testinin amacı, gerilme, stres ve deformasyon gibi temel değişkenleri ölçerek, basınç yükünü ölçerken bir malzemenin davranışını veya tepkisini belirlemektir. Basma testinde bir malzemenin test edilmesiyle, tüm parametreler arasında sıkıştırma mukavemeti, akma dayanımı ve nihai mukavemet belirlenebilir. Bu farklı parametrelerin ve numune ile ilişkili değerlerin anlaşılmasıyla, malzemenin belirli uygulamalar için uygun olup olmadığı veya belirtilen baskılar altında başarısız olup olmayacağı belirlenebilir.

Genel olarak, bir malzeme için bir basma testi, numunenin sıkıştırılması için test örneğinin karşıt yüzüne uygulanan birbirine karşı yönlendirilmiş en az iki karşıt kuvvet içerir. Bununla birlikte, bu temel test kurulumunda farklı değişkenlerin herhangi bir kombinasyonunu içeren birçok farklı varyasyon vardır. Basma deneyleri genellikle, numunenin birden fazla eksenine uygulanan kuvvetleri ve ayrıca numunenin yükseltilmiş ve alçaltılmış sıcaklıklarda test edilmesini içerir. Tek eksenli, çift eksenli,

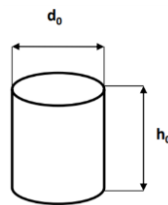
üç eksenli, soğuk-sıcaklık, yüksek sıcaklık, yorulma ve sürünme, bir malzeme üzerine yapılabilecek farklı basma testlerinin örnekleridir.

Basma testine tabi tutulan malzemeler, genel olarak yüksek kabul edilen bir sıkıştırma mukavemetine ve daha düşük bir değer olarak kabul edilen gerilme mukavemetine sahiptir. Hemen hemen tüm malzemeler uygulama alanlarına bağlı olarak sıkıştırıcı kuvvetlere maruz kalabilirler. Fakat en yaygın malzemeler metallere, betonlar, ahşap, taş, tuğla, harçlar, polimerler, plastikler, köpük ve kompozit malzemelerdir.

Basma testleri yapılırken kullanılan standartlar aşağıda sıralanmıştır.

- a. ASTM D575 Kauçuk Basma Testi
- b. ASTM D6641 Polimer Matris Kompozit Laminatlar için Basma Testi
- c. ASTM D695 Sert Plastikler için Basma Testi
- d. ASTM D905 Ahşaplar için Basma Testi
- e. ASTM E9 Oda Sıcaklığındaki Metalik Malzemeler için Basma Testi
- f. ISO 14126 Elyaf Takviyeli Plastik Kompozit Malzemeler için Basma Testi
- g. ISO 1856 Polimerik Malzemeler için Basma Testi
- h. ISO 604 Plastik Malzemeler için Basma Testi
- i. ISO 844 Sert Plastikler için Basma Testi

Yapılan uygulamada ASTM E9 Oda Sıcaklığındaki Metalik Malzemeler için Basma Testi standardı kullanılmıştır. Bu standart:



Şekil 4.2. Numunenin çapı ve yüksekliği

$$1,5 \leq h_0 / d_0 \leq 10$$

Metalik malzemelerde  $h_0 / d_0 = 2$

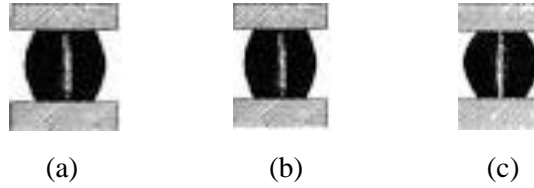
$$\delta_b = F_b/A \quad (4.1)$$

$$\% \varepsilon_b = [(h_1 - h_0) / h_0] * 100 \quad (-) \quad (4.2)$$

$$\% \text{ kesit değişimi} = [(A_1 - A_0) / A_0] * 100 \quad (4.3)$$

### 4.3. Basma Deneyinin Yapılışı

Basma deneyi Şekil1’de Őematik olarak gösterildiği üzere, biri sabit diğer hareketli iki çene arasına yerleştirilmiş genellikle silindirik formlu numunelerin sabit deformasyon hızı altında Şekil değişimi ve yk değişiminin incelenmesidir. Basma makinalarında basma plakaları aracılığı ile numuneye yk uygulanır. Bu tür deneylerde dikkat edilmesi gereken en önemli etken yükün uygulandığı her iki yüzeyinde bir birbirine paralel olmasıdır. Numune yüzeyi paralel hazırlanmış ise Şekil 4.3.’de verildiği üzere malzeme yanal yüzeylerden Őiřerek filaşma adı verilen Şekil değişimine uğrar. Şekil değişimi sırasında malzemenin kesit alanının artması uygulanan yükün artmasını da sebep olmaktadır.

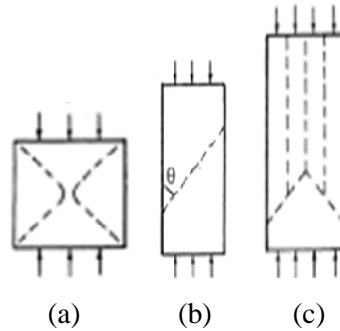


Şekil 4.3.Basma Kuvveti uygulanan sünek malzemelerdeki fi oluşumu

Yukarıdaki Şekilde, (a) deney ilk anını, (b) deneyin devam ettiği sırada filaşma oluşumunu ve (c) filaşmanın sonunu göstermektedir. Burada;  $d_0$ , numunenin çapını,  $d$ , numunenin son çapını,  $h_0$ , numune yksekliliğini ( $1,5 d_0$ ) ve  $h$  ise numunenin son yksekliliğini göstermektedir.

Basma deneyi sonucunda, malzemeye uygulanan sabit deformasyona bağlı olarak Şekil değişimi / yük grafiği elde edilir. Çekme testinde gözlenen eğrilere benzer bölgeler içermektedir. Akma noktası olarak adlandırılan lineer eğrinin sonlanıp düzensiz eğimin başladığı nokta malzemenin elastik Şekil değişimini sonlandırığı noktadır. Bu noktadan sonra malzemeye verilen Şekil değişimi kalıcıdır. Basma diyagramı, genelde çekme diyagramına benzer. Plastik deformasyon bölgesinde

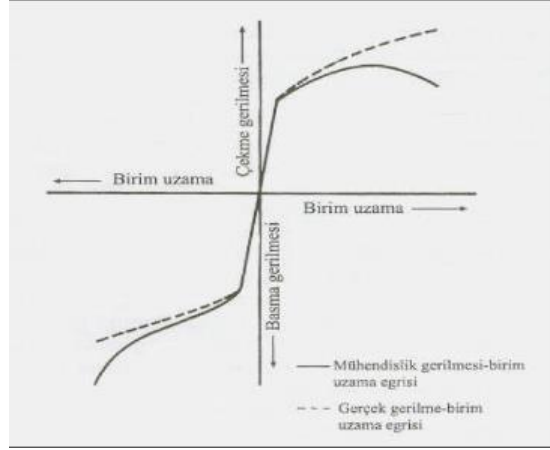
çekme testinde malzemenin deformasyona karşı gösterdiği direnç belirli bir uzamadan sonraya azalmaya başlar. Maksimum çekme bölgesi olarak adlandırılan bu noktadan sonra yükün azalmaya başladığı görülür. Aslında bu durum malzemenin çekme sırasında kesit alanın daralmasından kaynaklanmaktadır. Basma testinde ise bu durum tam tersi şekilde ortaya çıkmaktadır. Malzemede deformasyonla birlikte şekil değişimi artan yönde olduğundan kuvvet artışı da gözlenmektedir. Kısacası basma testinde yük-şekil değişimi grafiğinde bu noktadan sonra yük grafiğinde artış gözlenir. Otomotiv sektöründe olduğu gibi metalik bir malzemeye basma presleme ile şekil verilecekse çekme testinden elde edilen mekanik özelliklere göre hesap yapılmaması tavsiye edilmektedir. Bu durum malzemenin şekil değişimi sırasında gösterdiği kuvvet farkının göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Yük-Şekil değişimi grafiğinden elde edilen mukavemet değerlerinin hesabında malzemenin başlangıç kesit alanı alınarak hesap yapıldığında mühendislik gerilmesi olarak adlandırılır. Mekanik testlerdeki hasar şekli de mühendislik tasarımları açısından öneme sahiptir. Gevrek malzemeler (zayıf plastik deformasyon gösteren malzemeler), genelde kristal kafesteki kayma düzlemlerinden kayma gerilmesinin büyüklüğüne göre üç şekilde kırılır. Basınç altında kuvveti etkisiyle gevrek malzemelerde meydana gelen kırılma şekilleri Şekil 4.4.'de görülmektedir. Şekil 4.5.'te metalik bir malzemenin çekme ve basma testlerinde gözlenen kuvvet-şekil değişimi grafiği verilmektedir.



Şekil 4.4. Çeşitli malzemelerde gözlenen hasar şekilleri.

Şekil 4.4'te (a) kayma konisi veya saat camı oluşumu, (b) kayma düzlemi boyunca kırılma (dökme demir ve betonda görülür) ve (c) kayma konisi oluşumunu (betonda meydana gelir) göstermektedir.





Şekil 4.5. Metalik bir malzemenin çekme ve basma testi sonuçlarını gösterir eğri

Basma deneyi sonucunda malzemenin sahip olduğu bazı mekanik özellikler yük- şekil verme grafiğinden tespit edilebilir. Bu özellikler;

- a. Akma Dayanımı ( $\sigma$ ): Hem basma hem de çekme testlerinde malzemeler plastik deformasyon göstermeden şekil değişimi gösterdiği belirli bir yük aralığı vardır. Malzemeler bu yük aralığında uygulanan yük kaldırıldığında tekrar eski haline dönmektedir. Elastik bölge adı verilen bu kısım plastik deformasyon denilen bölgeye geçiş yaparken malzemeye uygulanan deformasyon miktarı artmasına rağmen uygulanan yük sabit kalmaktadır. Bu geçiş bölgesinde yükün sabit kaldığı ya da eğiminin değişime başladığı bölgeye akma dayanımı adı verilmektedir. Kimi malzemelerde eğimin değişimi önemli ölçüde belirgin fark gösterebilirken kimi malzemelerde bu değişim çok az olmaktadır. Test sonucunda elde edilen grafikte yükün malzemenin başlangıç kesit alanına bölünmesi ile elde edilen mukavmet değerine akma mukavemeti adı verilir ve Denklem 4.4'de gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$\sigma_a = \frac{P_{Akma}}{A_0} \quad (4.4)$$

Burada;  $\sigma_a$ , basmada akma mukavemeti,  $P_{Akma}$ , basmada akma yükü ve  $A_0$  ise numunenin orijinal kesit alanını ifade etmektedir.

- b. Basma Dayanımı ( $\sigma$ ): Çekme testinde gözlenen farklı bir şekilde, basma testinde malzemeye uygulanan yük sürekli bir şekilde artmaktadır. Modern cihazlar yük-uzama verilerini yükte meydana gelen ani düşüş (%80 civarında) numunenin kırılma şeklinde hasar gösterdiğini ifade eder. Malzemenin hasar görmeden dayanabileceği maksimum yük anlamına gelen bu nokta basma dayanımı olarak adlandırılır. Bu mukavemet değeri basma testinde elde edilen yük-şekil değişimi grafiğinde, basma diyagramındaki en yüksek mukavemet değeri olmaktadır. Bu değerler Denklem 4.5’de verildiği şekilde hesaplanabilir.

$$\sigma_b = \frac{P_{max}}{A_0} \quad (4.5)$$

Burada;  $\sigma_b$ , basma mukavemeti,  $P_{max}$ , basmada maksimum yük ve  $A_0$ , numunenin orijinal kesit alanını ifade etmektedir.

- c. Elastik Modül (E): Akma noktasına kadar malzemelerin yük ve deformasyon arasında lineer bir ilişki mevcuttur. Lineer ilişkide gözlenen bir faktör olan ve Hooke Kanunu ile açıklanan sabit değeri Elastik Modül olarak adlandırılmaktadır. Hooke Kanununa göre bu oran gerilme ile birim uzama arasında  $\sigma = E \cdot \epsilon$  bağıntısının akma noktasına kadar olan kısım için geçerlidir. Elastik Modül E ne kadar yüksek ise malzeme şekil değiştirmeye karşı o kadar dirençlidir. Malzemeye uygulanacak herhangi bir işlem (ısı işlem vs) mukavemet değerlerini değiştirse dahi elastik modülünü değiştirmez. Değiştirilemez.
- d. Kopma Uzaması (K.U.): Malzemelere uygulanan basma ya da çekme testlerinde iki farklı şekil değişimi olduğu daha önce de bahsedilmiştir. Elastik şekil değiştirme ve plastik şekil değiştirme birleşik olarak test cihazında kaydedilir. Dolayısıyla malzeme kopma gösterdiği anda cihazda kaydedilen değer hem elastik hem de plastik deformasyondan kaynaklı şekil değişimini içermektedir. Kopma ya da kırılma gerçekleştikten sonra numune kırılan yüzeyleri bir araya getirilerek boyunu tekrar ölçülmesi ile elastik şekil değiştirmeden kaynaklı ilave değerler çıkarılmış olur. Numunelerin bir araya

getirilmesi ile elde edilen boyut değişimi  $\Delta L = L_K - L_0$  formülü ile hesaplanır. Burada  $L_0$  numunenin ilk ölçü uzunluğu,  $L_K$  ise numunenin kırılmadan sonra ölçülmüş boyunu gösterir. Kopma uzaması ise;  $KU (\%) = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$  bağıntısı yardımıyla belirlenmektedir.

- e. Tokluk: Tokluk, malzemenin kırılması için gerekli enerji miktarıdır ve yük-şekil değişimi grafiğinin altında kalan olarak tanımlanmaktadır.

$$A = \int_0^{\epsilon_k} \sigma d\epsilon \quad (4.6)$$

Eğri altında kalan alanın tanımlanması için  $k$  sertleşme sabiti ve  $n$  pekleşme sabitlerinin bilinmesi gereklidir.  $\epsilon$  değeri ise malzemenin gerçek genleme değeridir.

Basma deneyi sonucunda, elde edilen yük-şekil değişimi grafiğinden mukavemet ve yüzde şekil değişimi hesaplamaları genellikle ilk boy ve ilk kesit alanına göre hesaplanmaktadır. Gerçekte test sırasında malzemenin boy ve kesit alanında gerçekleşen şekil değişimi göz ardı edilerek yapılan hesaplamalar daha çok mühendislik genlemesi ya da gerilmesi olarak adlandırılmaktadır. Gerçek genleme değeri ise, (Yük-Şekil Değişimi) basma deneyinde gerçek birim şekil değişirme hesaplanır ve Denklem 4.7 bağıntısı ile hesaplanır.

$$e = \ln\left(\frac{h_0}{h}\right) \quad (4.7)$$

Mühendislik gerilmesi ( $\sigma$ ), uygulanan herhangi bir kuvvetin malzemenin başlangıç alanına bölünmesi ile elde edilmektedir. Ancak test anında malzemedeki kesit daralması (malzemenin hacminin sabit kalacağı yaklaşımı ile) gerçek genleme formüle dahil edilerek gerçek gerilme ( $\sigma_g$ ) Denklem 4.8 ile hesaplanabilir.

$$\sigma_g = \frac{F}{A} (1 + \epsilon) = \sigma (1 + \epsilon) \quad (4.8)$$

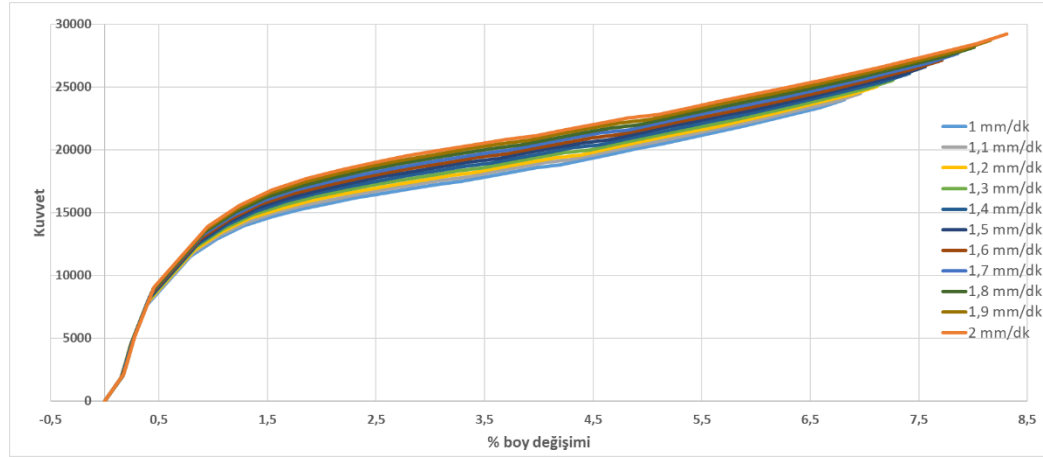
## **BÖLÜM 5. SANAL BASMA TESTİ LABORATUVARI TASARIMI VE UYGULAMASI**

Bu bölümde sanal basma testi laboratuvarının web ortamında uygulanması amaçlı, öncelikle Sakarya Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü basma testi laboratuvarında bir alüminyum numunesine ait farklı hızlarda elde edilen basma kuvveti ve %boy değişimi verilerinin elde edilmesini içermektedir. Kuvvet-%boy değişimi eğrilerinin yapısından hareketle bu eğrinin farklı hızlardaki değişimi incelenmiş ve yapay sinir ağı modeli kullanılarak geliştirilen tahmin modeli ve performans sonuçları hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. Basma testinin sanal ortama aktarılmasında kullanılan yazılım ve teknolojiler hakkında bilgiler sunulmuştur. Son olarak geliştirilen sanal basma testi laboratuvarının web ortamındaki tasarımı ve kullanımı hakkında bilgiler sunulmuştur.

### **5.1. Verilerin Elde Edilmesi**

Basma deneyi bir malzemenin çeşitli mekanik özelliklerinin saptanmasında yaygın olarak kullanılır. Bu çalışmada malzeme verisi olarak kullanılmak üzere malzemenin şekillendirilebilirlik parametrelerinin bulunması amacıyla basma deneyi yapılmıştır. Öncelikle bir alüminyum basma testi numunesi hazırlanmış olup, basma deneyleri Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü laboratuvarında farklı hızlarda gerçekleştirilmiştir. Kullanılan cihazın kapasitesi 10 tondur. Basma hızları değiştirilerek oda sıcaklığında deneyler yapılmıştır. Bilgisayar kontrollü ortamda hassas ölçümler alınmıştır. Bilgisayara eşzamanlı kaydedilen kuvvet-%boy değişimi verileriyle eğriler elde edilmiştir. Elde edilen kuvvet-%boy değişimi bilgileri ışığında numunelere ait nominal kuvvet-birim şekil değiştirme eğrileri, gerçek kuvvet-gerçek birim şekil değiştirme eğrileri ve malzemelere özgü değerler saptanmıştır. Basma deneyinde 1-8 mm/dk hız aralığında,

hız değeri 0,1 kadar artırılarak 71 farklı hızda üçer adet numune ile toplamda 213 adet basma numunesi hazırlanmış ve test sonuçları elde edilmiştir. Şekil 5.1.'de örnek olarak 1-2 mm/dk hızları arasındaki hızlarda basılan numunelerin kuvvet-%boy değişimi eğrileri sunulmaktadır.



Şekil 5.1. Basma hızlarına bağlı kuvvet-% boy değişimi eğrileri

Yapay sinir ağlarının öğrenme performansının yüksek olması için verilerin normalize edilerek ağda kullanılması gerekmektedir. Bu çerçevede veriler Denklem 5.1'deki formülasyon kullanılarak normalize edilmiştir. Tablo 5.1'de çalışmada kullanılan gerçek ve normalize basma verilerine özet olarak yer verilmiştir.

$$Y_{\text{normalize}} = 0,8 * \left( \frac{y - \min}{\max - \min} \right) + 0,1 \quad (5.1)$$

Tablo 5.1. Basma testine ait eğitim ve test setinde kullanılan verilere örnekler

EĞİTİM SETİ						
GERÇEK DEĞERLER				NORMALİZE DEĞERLER		
Veri no.	Kuvvet (kgf)	Hız (mm/dk)	% boy değişimi	Kuvvet (kgf)	Hız (mm/dk)	% boy değişimi
5	7555,156	1	0,3786	0,1450	0,1	0,1079
403	23130,453	2,2	4,7603	0,2380	0,2371	0,1998
762	33842,849	3,3	8,7376	0,3019	0,3628	0,2833
1240	46017,091	4,8	11,234	0,3746	0,5342	0,3357
1595	63972,217	5,9	16,526	0,4817	0,66	0,4467
1835	55509,714	6,7	6,6219	0,4312	0,7514	0,2389
2032	75470,820	7,3	13,432	0,5504	0,82	0,3818
2255	89411,072	8	14,966	0,6336	0,9	0,4139

Tablo 5.1. (Devamı)

TEST SETİ						
123	22291,526	1,3	5,7393	0,2330	0,1342	0,2204
530	24638,734	2,6	4,8598	0,2470	0,2828	0,2019
1388	39869,922	5,3	5,2583	0,3379	0,5914	0,2103
2156	75852,679	7,7	10,0305	0,5527	0,8657	0,3104

## 5.2. Kullanılan Yöntem

Basma hızlarına bağlı olarak Şekil 5.1’de sunulan kuvvet-% boy değişimi eğrileri incelendiğinde doğrusal olmayan bir özelliğe sahip olduğu gözlemlenmektedir. Basma hızından etkilenen bu eğrilerin tahmini için yapay sinir ağı modeli tasarlanmış olup, bu model ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modelidir. Kurulan modele ait modelin türü, girdi-ara ve çıktı katmanı sayıları, girdi-çıkıtı ve test setlerinde kullanılan veri sayıları ile ilgili bilgiler Tablo 5.2.’de sunulmaktadır.

Modellerde girdi katmanı olarak basma kuvveti ve basma hızı verileri, çıktı katmanında ise yüzde boy değişimi verileri kullanılmaktadır. Modellerin uygulaması MATLAB yazılımında bulunan Yapay Sinir Ağları Araç Kutusu kullanılarak yapılmıştır. Öğrenme algoritması olarak TRAINLM (Levenberg-Marquardt eğitim algoritması), transfer fonksiyonu LOGSIG (sigmoid fonksiyon), adaptif öğrenme fonksiyonu LEARNGDM (Geriye yayılım ağırlık/bias öğrenme fonksiyonu) kullanılmış olup, eğitimde iterasyon sayısı 200 olarak belirlenmiştir. Daha test verileri kullanılarak geliştirilen model simüle edilmiş ve sonuçlar elde edilmiştir.

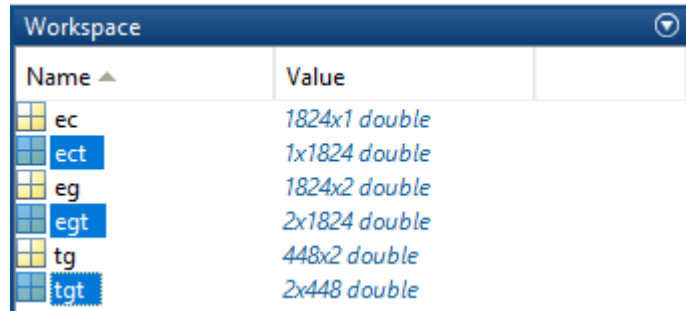
Tablo 5.2. Kullanılan yapay sinir ağı model bilgileri

Yapay Sinir Ağı Modeli	Girdi Katmanı (Nöron Sayısı)	Ara Katman (Nöron Sayısı)	Çıktı Katmanı (Nöron Sayısı)	Girdi Seti	Çıktı Seti	Test Seti
İleri Beslemeli Geri Yayımlı	2	10	1	1824x2	1824x1	448x2

## 5.3. İleri Beslemeli Geri Yayımlı Yapay Sinir Ağı

Basma kuvveti ve basma hızının girdi katmanını, yüzde boy değişimi miktarının ise çıktı katmanını oluşturduğu ANNY adlı ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modelinin ara katmanında 10 adet nöron kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarının paralel

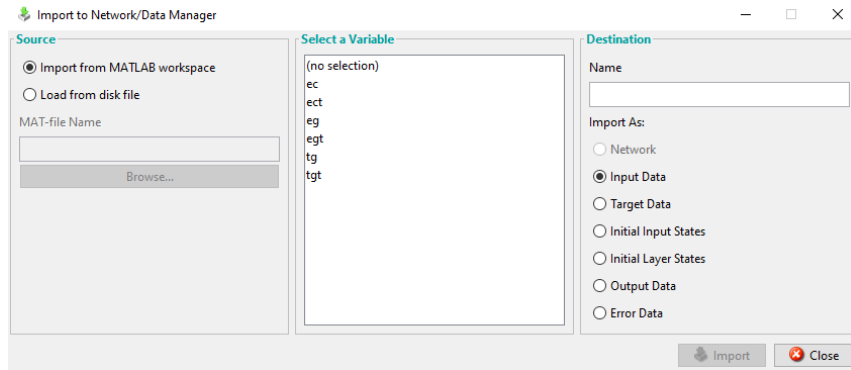
veri işleme özelliği sebebiyle mevcut veri setlerinin transpozese alınmıştır. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra yapay sinir ağında kullanılmak üzere girdi setinin matris büyüklüğü 2x1824, çıktı setinin ise 1x1824 olarak değiştirilmiştir. Bu modelin eğitim setinde 1,3-1,7-2,4-2,6-3,1-3,8-4-4,5-5,3-5,9-6,2-6,6-7,2-7,7 mm/dk hızlarda basılmış numunenin verileri kullanılmamıştır. 2x448 boyutundaki test seti matrisi, bu basma hızlarında basılmış numunenin basma kuvveti ve basma hızı verilerinden oluşmakta, yüzde boy değişimi miktarı ise bu model ile test edilmekte ve gerçek yüzde boy değişimi miktarı değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) kullanılarak hesaplanmaktadır. ANNY modelinde kullanılmak üzere hazırlanmış eğitim ve test veri setleri MATLAB ortamına Şekil 5.2.'de gösterildiği üzere aktarılmıştır.



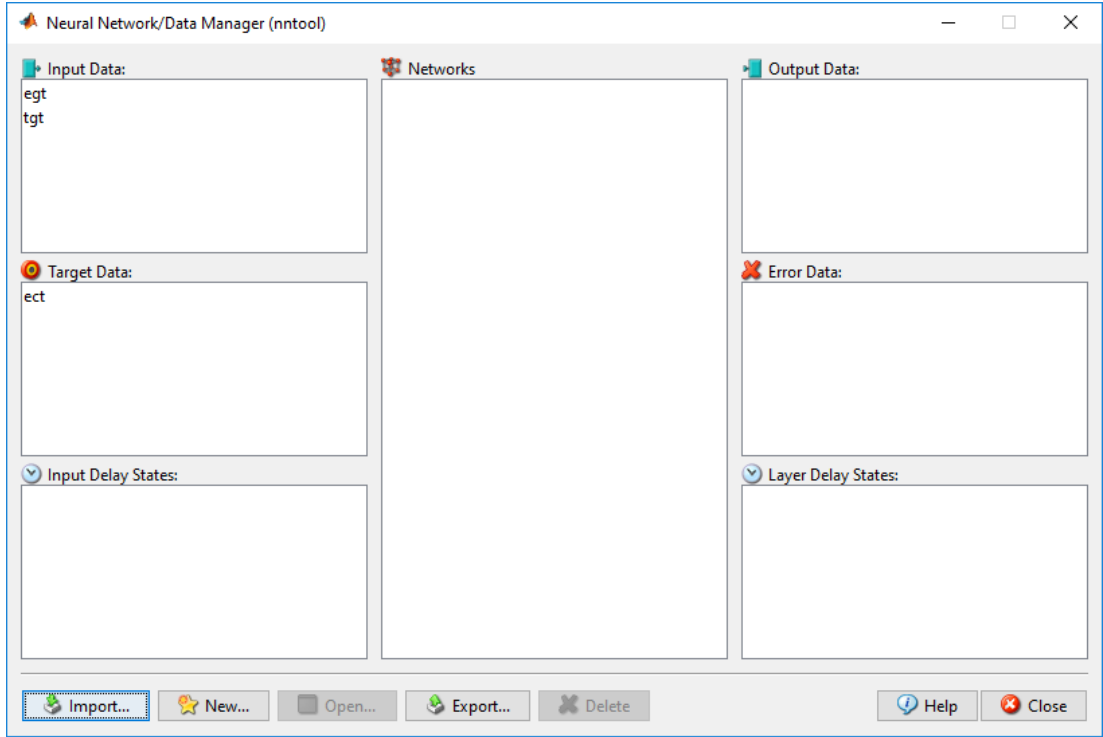
Name	Value
ec	1824x1 double
ect	1x1824 double
eg	1824x2 double
egt	2x1824 double
tg	448x2 double
tgt	2x448 double

Şekil 5.2. Verilerin MATLAB ara yüzüne aktarma ekranı

MATLAB ortamına aktarılan bu verilerden girdi setini oluşturanlar (egt ve tgt) girdi verisi (Input Data) olarak, çıktı setini oluşturan (ect) verisi, de, hedef verisi (Target Data) olarak veri yönetimi modülünden Şekil 5.2.'de sunulduğu gibi ANNY'de kullanılmak üzere aktarılır. Şekil 5.3.'te aktarım sonrası ekran çıktısı gösterilmektedir.



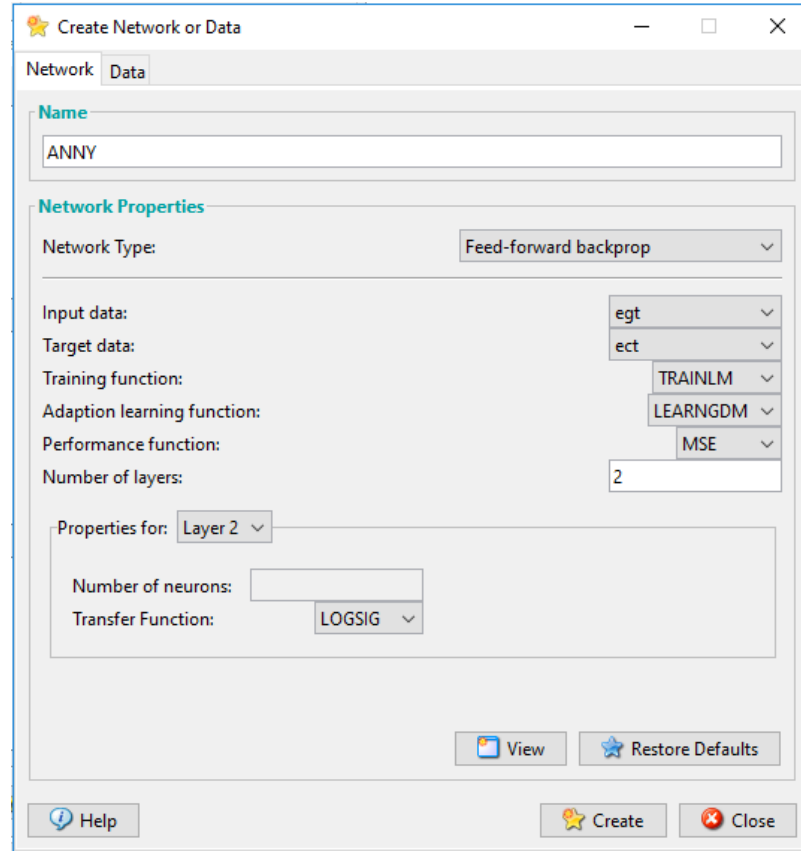
Şekil 5.3. Verileri ANNY modeline aktarma ekranı



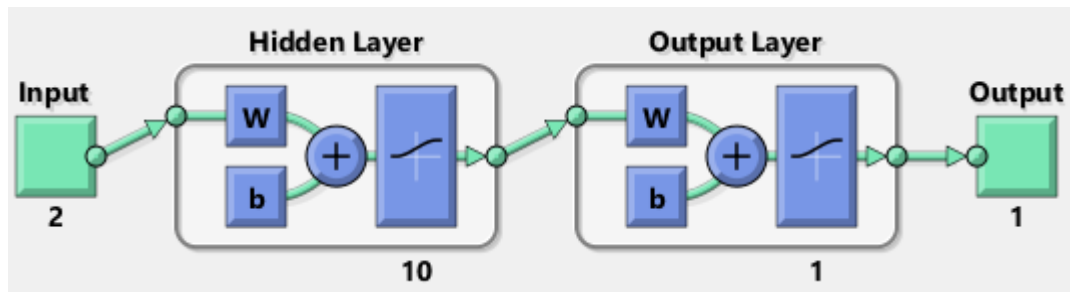
Şekil 5.4. Verileri ANNY modeline aktarma sonucu ekranı

Verilerin modele aktarılmasından sonra yeni (New) butonu kullanılarak Şekil 5.4.'te gösterilen ağ ile ilgili özelliklerin girilmesi ekranına ulaşılır. Burada ağın yapısı, öğrenme algoritması, transfer fonksiyon, adaptif öğrenme fonksiyonu, ara katmanda yer alması gereken nöron sayısı ve benzeri modellerle ilgili özellikler girilerek ağ oluşturulur. Şekil 5.5.'te oluşturulan bu ağın topolojisi sunulmaktadır.





Şekil 5.5. ANNY modeline özgü özelliklerin girilme ekranı



Şekil 5.6. ANNY modeli ağ topolojisi

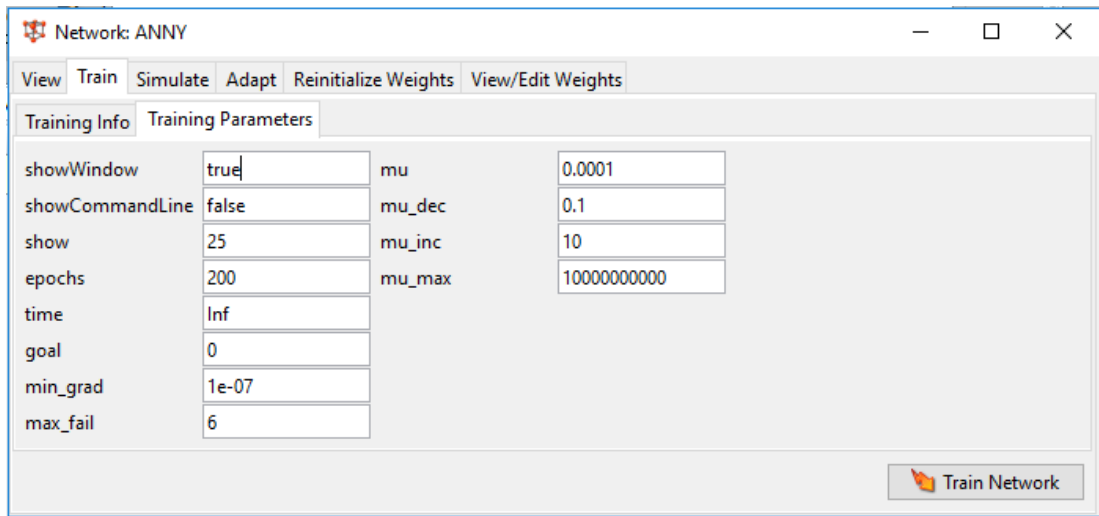
Öncesinde ANNY sinir ağı modeli Matlab arayüzüne aktarılmıştır. Bu ağın ağırlıklarının direkt olarak alınabilmesi ve ilgili transfer fonksiyonları ile gerekli dönüşümler yapılarak arzu edilen çıktıyı vermesi için aşağıdaki kodlar çalıştırılmıştır. Bu sayede sabit olan girdi/hedefler kaldırılmıştır.

```
ANNY.inputs{1}.ProcessFcns={ 'fixunknowns' 'removeconstantrows'}
```

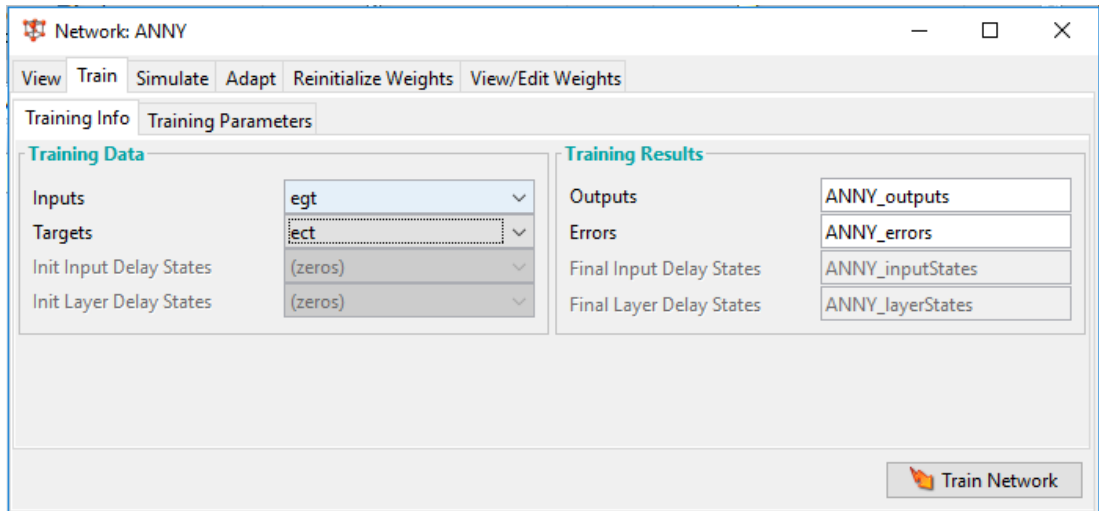
```
ANNY.outputs{2}.ProcessFcns={ 'removeconstantrows'}
```

Sonrasında özelliği değiştirilen ANNY ağı yeniden yapay sinir ağı araç kutusuna gönderilmiştir.

Oluşturulan ANNY ağının eğitim parametreleri Şekil 5.6.'da gösterildiği üzere girilir. Burada iterasyon sayısı 200 olarak ele alınmıştır. 25 iterasyonda bir eğitim gerçekleşirken ki değişiklikler kullanıcıya sunulmak üzere ayarlanmıştır. Şekil 5.7.'de gösterildiği üzere girdi ve hedef verileri seçilerek model eğitime başlatılmak üzere hazırlanır. Ağı eğit (Train Network) butonuna tıklanarak eğitim başlatılmaktadır.

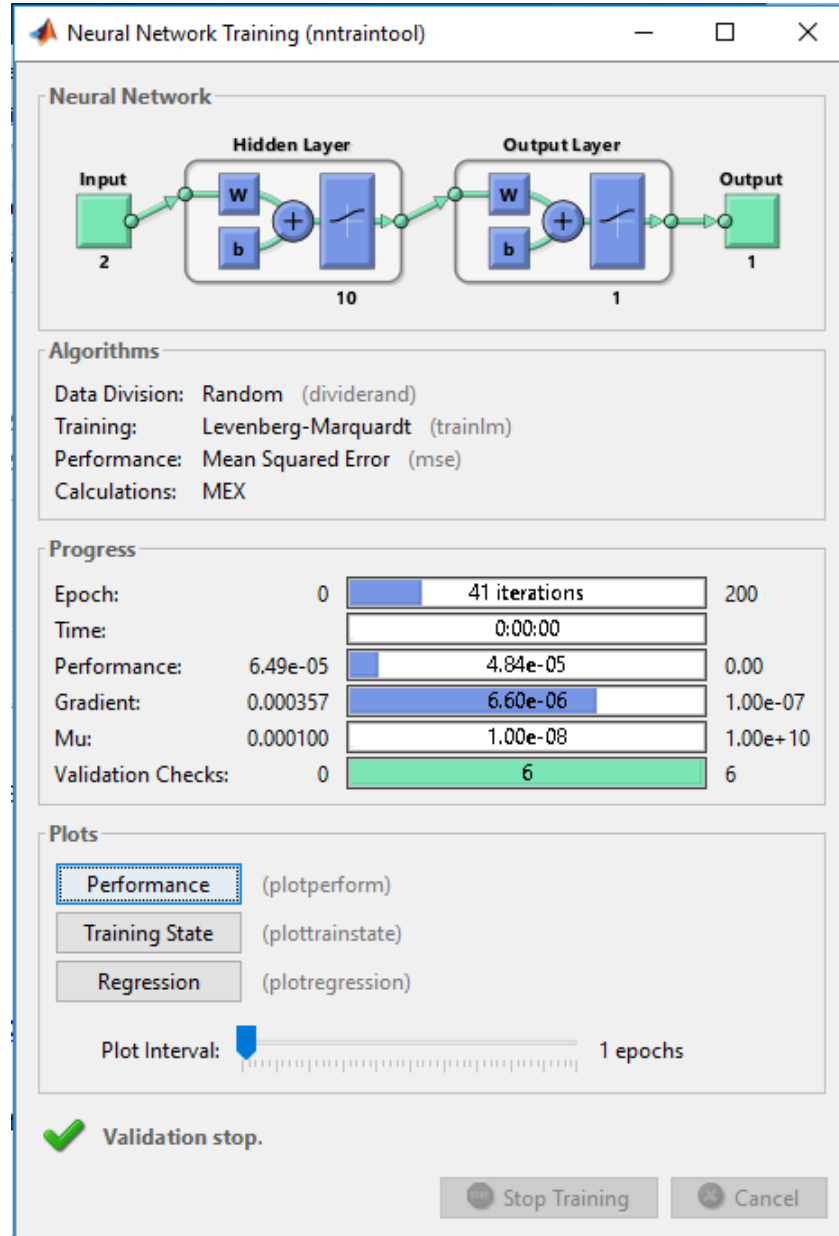


Şekil 5.7. Eğitim parametrelerinin girilme ekranı



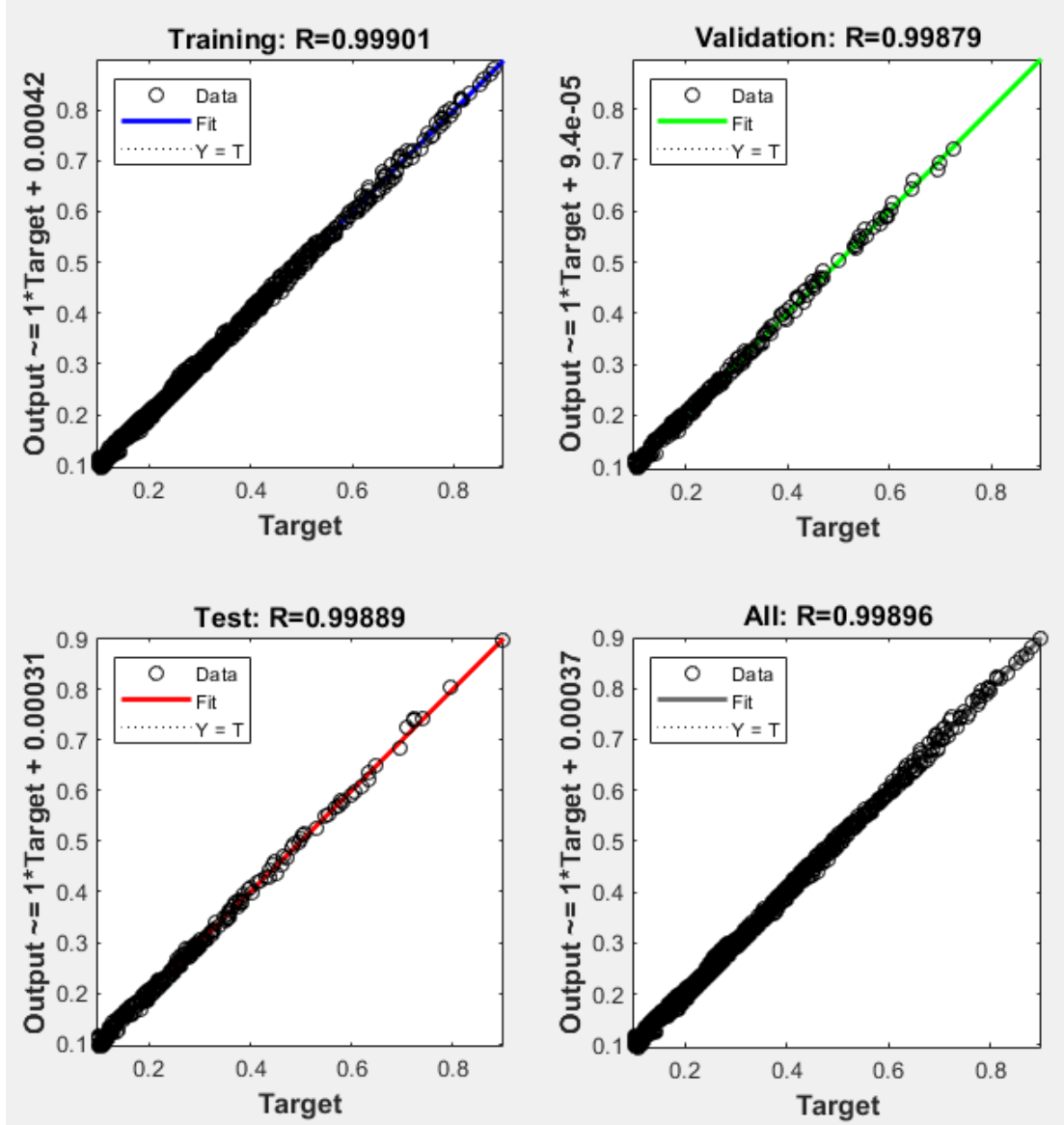
Şekil 5.8. Eğitimin başlatılma ekranı

ANNY modeli önce 200 iterasyon çalıştırılmış, ağ yeterli performansı sağlamadığı için eğitime devam edilmiş ve 41 iterasyon daha çalıştırdıktan sonra eğitim toplamda 241 iterasyon ile tamamlanmıştır.



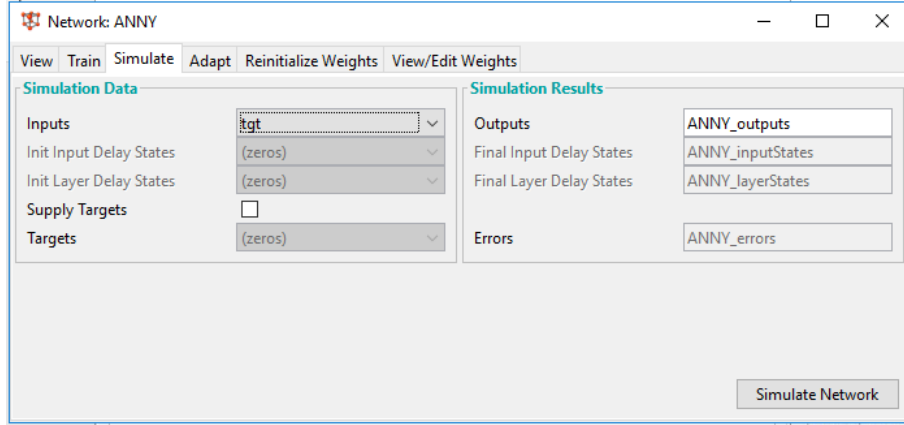
Şekil 5.9. Eğitimin sona ermesi

Eğitim sonrası yapay sinir ağı modelinin öğrenme performansı Şekil 5.10.'da sunulmaktadır.



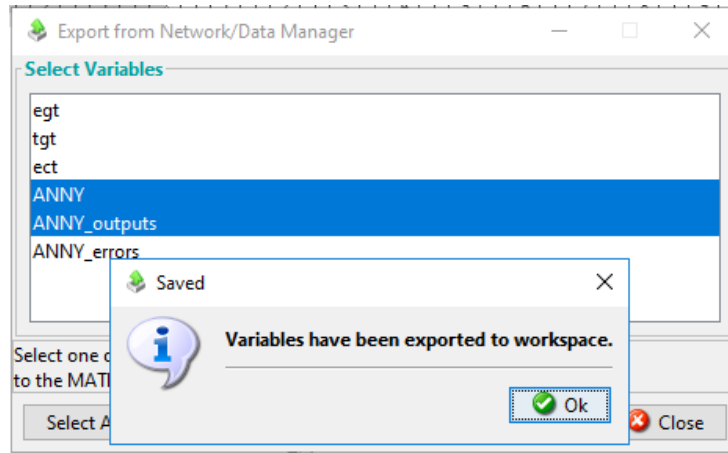
Şekil 5.10. Eğitim tamamlandıktan sonraki performans grafiği

Test verileri (tgt), eğitimi tamamlanan bu ağda simüle edilerek, ağın bu girdi setine karşılık çıktığı verilerini üretmesi sağlanmaktadır. Bu ekran Şekil 5.11.'de (Simulate Network) sunulmaktadır.



Şekil 5.11.ANNY ağının test verileri sunularak simüle edilme ekranı

ANNY ağına test girdi seti (tgt) olarak verilerek simülasyonun tamamlanmasının ardından elde edilen çıktılar MATLAB ortamına Şekil 5.12.'de gösterildiği üzere ANNY ağı ile birlikte aktarılır.



Şekil 5.12.ANNY ağının simüle sonuçlarının MATLAB'a aktarılması ekranı

Daha sonra Matlab kod arayüzüne aşağıdaki kodlar yazılarak ağın ağırlıkları elde edilir. Elde edilen ağırlıklar Tablo 5.3.'te sunulmaktadır.

`IW11=ANNY.IW{1,1}`

`LW21=ANNY.LW{2,1}'`

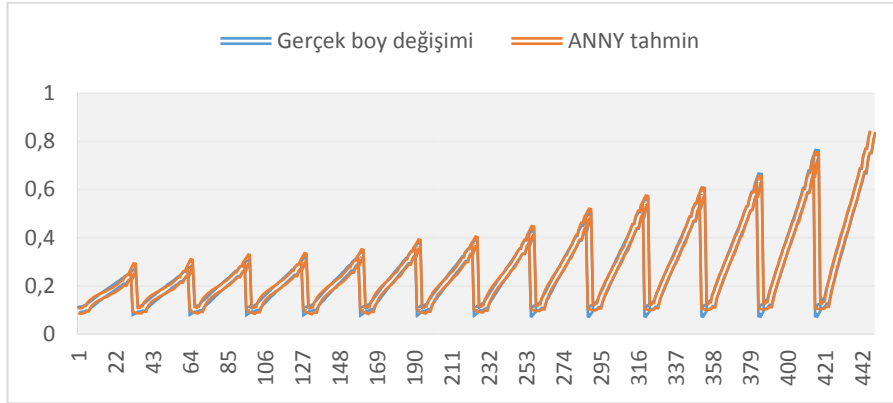
`b1=ANNY.b{1}`

`b2=ANNY.b{2}`

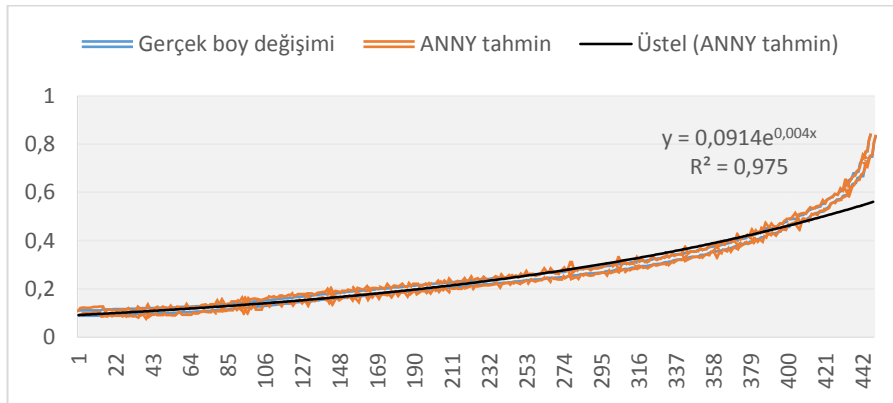
Tablo 5.3. ANNY ağınnn ağırlıkları

IW11 kuvvet	IW11 hız	LW21	b1	b2
13,0945	-12,2385	10,1468	-2,4841	
12,4259	-6,8298	-10,9623	-2,0379	
4,7232	12,2201	11,3705	-1,7366	
11,0324	-7,3796	16,7412	-0,664	
-5,3506	7,4554	9,2486	-0,916	-7,4697
-11,4530	-3,1562	1,2207	-4,8034	
-11,9045	-8,2977	11,7269	2,0209	
0,4249	8,5014	-4,6551	5,422	
7,4292	4,6477	-3,7356	6,9228	
6,3033	6,1762	-6,7761	9,0039	

ANNY modelinin simülasyon sonuçları ile gerçek %boy değişimi değerleri Şekil 5.13.'te karşılaştırılarak sunulmuştur. Ayrıca tahmin performansının istatistiksel açıdan tutarlılığını kontrol etmek amaçlı, Şekil 5.14.'te üstel fonksiyona uyacak şekilde regresyon grafiği çizdirilmiş ve R2 değeri 0,975 olarak bulunmuştur. Bu değer tahmin performansının %97,5 civarında olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.13. Gerçek boy değişimi-ANNY tahmin değerleri karşılaştırma grafiği



Şekil 5.14. Üstel regresyon ile R2 değerinin hesaplanması

#### 5.4. Kullanılan Yazılım ve Teknolojiler

Sanal basma testi laboratuvarı tasarlanırken; web programlama dili olarak PHP, web işaretleme dili olarak HTML5/CSS3, veri tabanı için MySQL, hareketli animasyon (deney makinasının simülasyonu) hazırlamak ve bu makineyi hareket ettirmek için Adobe Flash, bu makinayı hareket ettirirken entegre bir şekilde kuvvet-%boy değişimi grafiğinin çizilebilmesi ve görsel efekt vermek için JavaScript projesi kullanılmıştır.

Sanal çekme testi laboratuvarı internet üzerinden çoklu kullanıcıya hitap edeceği için web tabanlı geliştirilmiştir. Web tabanlı uygulamaları hayata geçirebilmek için web servis sağlayıcılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Sanal basma testi laboratuvarının web ortamına aktarılmasında sunucu olarak Apache tercih edilmiştir. Apache, dünyadaki web sitelerinin %46'sına gücünü veren açık kaynak kodlu, ücretsiz, güvenilir ve stabil bir web sunucusu yazılımıdır. Kolaylıkla yapılandırılabilir ve modül tabanlı yapısı sayesinde esnek bir yapısı bulunmaktadır. Web sitesi sahiplerine içeriklerini internet üzerinde yayınlama olanağı sağlar ve ismi “web server” de buradan gelir. En eski ve güvenilir web sunucularından birisidir.

PHP (Hypertext Preprocessor) kullanıcı sayısı oldukça fazla olan, özellikle internet programcılığında kullanılan kullanıcıların güvenini kazanmış, sunucu tabanlı, HTML içine gömülebilen bir betik dilidir. Aynı zamanda script dili olduğu söylenebilir. Türkçede yazılı olan anlamına gelen betik kelimesinin anlamını biraz daha derinlemesine inceleyecek olursak. Bilgisayar terminolojisinde hazırlanmış olan uygulamaları çalıştıran kod bloklarıdır. PHP'nin yoğun bir kullanıcı kitlesi tarafından kullanılmasının en önde gelen nedeni gelişmiş bir veritabanı desteğinin olmasıdır. Yazılım literatüründe en çok kullanılan veritabanı eklentilerinden biri olan mysql kullanarak PHP ile birçok uygulamayı kolaylıkla ve uyumlu olarak ortaya koymak mümkündür. HTML ile statik web sayfaları oluşturulurken, PHP ile kullanıcılarla etkileşimli dinamik web sayfaları oluşturulmaktadır (www.php.net).

Basma testi simülasyonunun, animasyon içermesi ve gerçeğe daha yakın bir izlenime sahip olması için Adobe Flash programı kullanılmıştır. Birçok alanda kullanılan

Adobe Flash programlı öncelikle web sayfalarının şekillendirilmesi için kullanılmaktadır. Adobe Flash görsel anlamda daha efektif internet sayfaları oluşturmada, sayfaların içerisine çeşitli animasyon oyun ve video entegre etme konusunda web programcılarının sıklıkla kullandığı bir yapıdır.

Betik dili kavramına bir diğer örnekte kullanıcının istek yaptığı web browserlarda sıklıkla kullanılan son zamanlarda web yazılımcılarının olmazsa olmazı haline gelen JavaScript örnek olarak verilebilir. İstemci tarafında çalışan uygulamaları harekete geçiren script betikleri tarayıcılar vasıtasıyla kullanıcıya ulaşmaktadır. JavaScript ile yazılan istemci tarafı betikler, tarayıcının kullanıcıyla etkileşimde bulunması, sunucu ile eş zamansız iletişim kurulması ve sayfanın güncellenmesi gibi işlevler katmaktadır. Etkileşim açısından kuvvetli bir dil olan Javascript genelde göze hitap eden, görsellik açısından sayfada çekicilik oluşturmak için kullanılan animasyonlar ortaya koymak için kullanılır. Kullanıcının bilgisayar başında tarayıcı aracılığı ile vermiş olduğu komutlar simülasyona Javascript kodları vasıtasıyla ulaşmaktadır. Javascript kodları kullanılarak basma testi uygulamasına animasyon desteği sunulması profesyonelce sağlanmıştır.

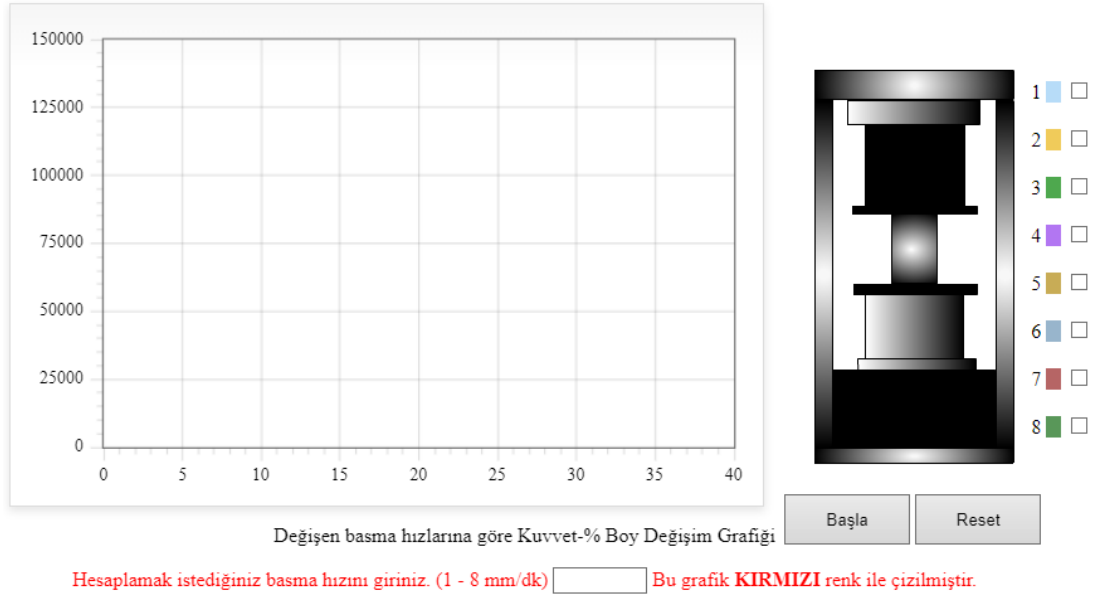
Çalışmada veritabanı gerektiren işlemlerin yönetilmesi ve yürütülmesi için MySQL veritabanı tercih edilmiştir. MYSQL veritabanı erişim süresi oldukça hızlıdır. Ayrıca php sayfalarıyla uyumlu bir şekilde çalıştırılabilmektedir.

Yapılan çalışmada herkese açık ve uzaktan erişilebilir sanal bir laboratuvar oluşturmak için web tabanlı sanal laboratuvar ortamı geliştirilmiştir. Grafiklerin oluşturulmasında ve arayüz tasarımında HTML5/CSS3, JavaScript ve Adobe Flash, basma testi verilerinin depolanmasında JavaScript, kullanıcı ve diğer bilgilerinin depolanmasında MySQL veritabanı kullanılmıştır. Basma deneyi sonucunda elde edilen kuvvet-% boy değişimi eğrilerinin tahmininde yapay sinir ağı modeli MATLAB yazılımı “Yapay Sinir Ağları” araç kutusu aracılığıyla oluşturulmuştur. Kullanıcı ile etkileşimi sağlamak için PHP betik dili kullanılmıştır. Oluşturulan bu web tabanlı basma testi laboratuvarı sayesinde kullanıcılar farklı basma hızı değerlerinde kuvvet-%boy değişim grafiklerindeki değişikliği gözlemleyebilmektedir. Aynı zamanda istenilen

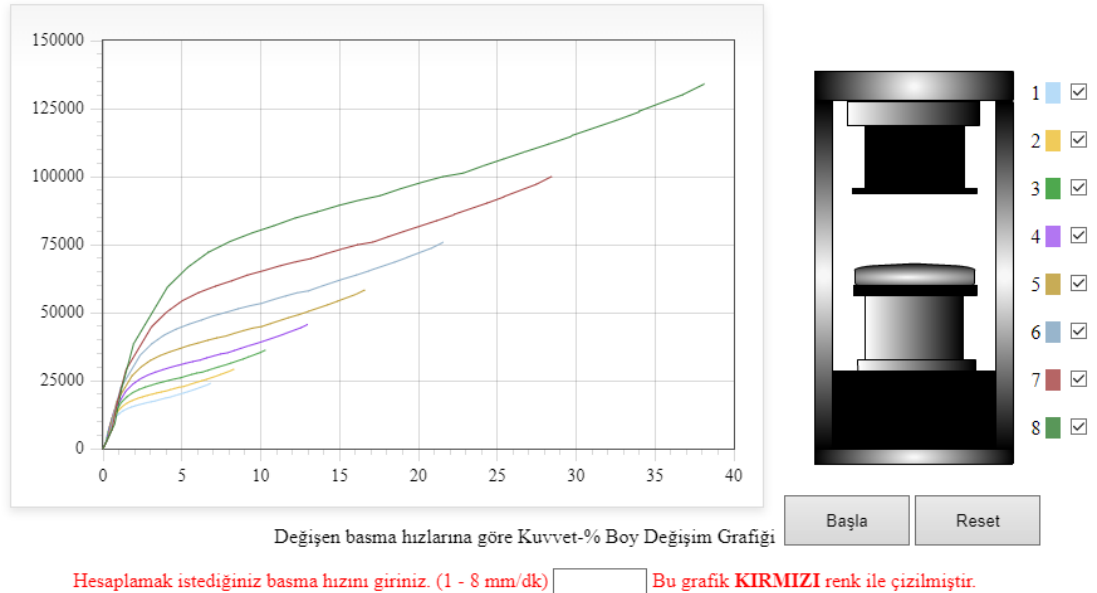


basma hızı değeri sisteme girilerek o değere ait kuvvet-% boy değişim grafiği gözlemlenebilmektedir. Geliştirilen sanal basma testi laboratuvarının genel özellikleri;

- a. Kullanıcıların kendilerini laboratuvar ortamında hissedebilmeleri için görsel efektlerden oluşan sistem tasarlanmıştır.

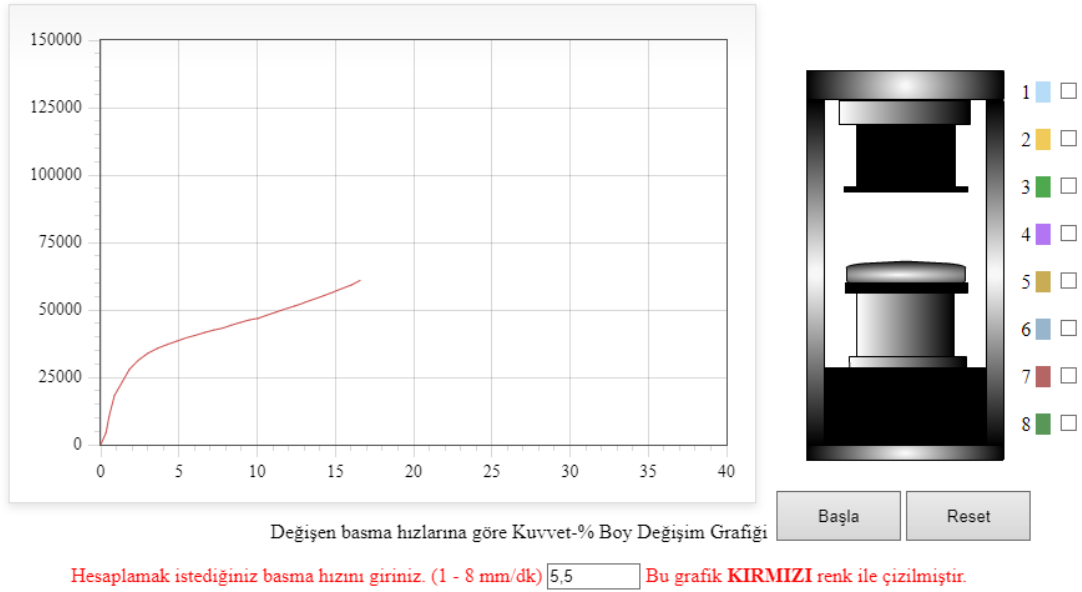


Şekil 5.15. Basma deneyi yapılmadan önceki ekran görüntüsü



Şekil 5.16. 1-8 mm/dk hızlarında elde edilen kuvvet-% boy değişimi eğrileri

- b. Uygulamanın nasıl kullanılacağını açıklayan yardım menüsünden hareketle kullanıcılar, sanal ortamda deneyin nasıl yapılacağı konusunda vakit kaybetmeden uygulamayı doğru bir şekilde tamamlayabilmektedir.
- c. Tahmin yapabilme özelliğine sahiptir.

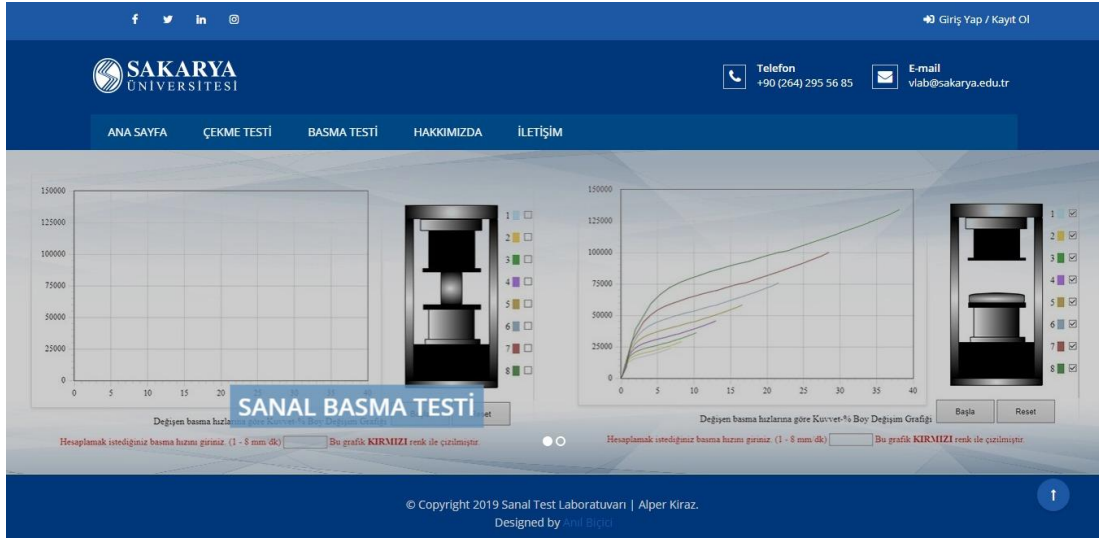


Şekil 5.17. 5,5 mm/dk hızında tahmin edilen kuvvet-% boy değişimi eğrileri

- d. Adobe Flash destekleyen herhangi bir tarayıcıda sistem sorunsuz bir şekilde çalışabilmektedir.

### 5.5. Sanal Basma Testi Laboratuvarı Tasarımı ve Genel İşleyişi

Bu bölümde tasarlanan sanal basma testi laboratuvarının web ortamındaki işleyişine detaylı olarak yer verilecektir. Şekil 5.17.'de Sanal Basma Testi Laboratuvarı web anasayfasına (<http://vlab.sakarya.edu.tr/>) yer verilmiştir.



Şekil 5.18. Sanal Basma Testi Web Sayfası

Sanal çekme testi laboratuvarı ilk açıldığında animasyon halinde 2 adet görsel içeren resim sunulmuştur. Bunun nedeni ziyaretçiye basma testinin çalışma yapısı hakkında genel bir bilgi vermek ve eğlenceli bir görsel arayüz sağlamaktır. Şekil 5.18.'de basma deneyi hakkında genel bilgilerin verildiği ve öneminin vurgulandığı metinlere sitenin "Hakkımızda" menüsünde yer verildiği gösterilmektedir. Bu bölümde proje hakkında genel bilgiler verilmiş ve daha geniş bilgiye ulaşmak için doküman paylaşılmıştır.

Ana Sayfa / Hakkımızda

## Basma Deneyi Hakkında

Sanal laboratuvarlar, geleneksel laboratuvarların dezavantajları ve eksikliklerini ortadan kaldırarak öğrencilere istedikleri mekan ve zamanda bilişim teknolojileri ile bütünlük bir şekilde deney ortamı sağlayan ve öğrenenlerin aktif olarak içinde bulunduğu öğrenme ortamlarıdır. Sanal laboratuvarlar, görsellik açısından uygun nitelikleri sağladığında, gerçek laboratuvarlar gibi kullanıcıların deney üzerinde parametre vb. değişikliklere giderek deney sonuçlarının değişimini gözlemleyebilme imkanı vermektedir.

Sakarya Üniversitesi (SAÜ) Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında, alüminyum bir malzemenin farklı basma hızlarında deneyleri yapılarak kuvvet-%boy değişimi değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerden hareketle, yapay sinir ağı modeli kurularak bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu sayede kullanıcılar istedikleri basma hızlarında görsel etkilerle desteklenmiş kuvvet-% boy değişimi grafiklerindeki değişimi gözlemleyebilmektedirler.

Şekil 5.19. Basma Deneyi Hakkında Bilgi

Ziyaretçilerin sorularına cevap bulmaları, istek ve şikâyetlerini dile getirmeleri amaçlı iletişim sayfası oluşturulmuştur ve Şekil 5.19.'de sunulmuştur. Ziyaretçiler mail

yoluyla yönetici ile iletişim kurabildiği gibi, adrese şahsi başvurabilir veya sesli yanıt sistemini kullanarak da yöneticiden bilgi alabilir veya istek / şikâyetini dile getirebilir.

Ana Sayfa / İletişim

**TELEFON**  
+90 (264) 295 56 85

**E-MAIL**  
viab@sakarya.edu.tr

**ADRES**  
Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü Endüstri Mühendisliği Bölümü

Ad Soyad

E-mail

Konu

Mesaj

29 = 1 = ?

GÖNDER

**Sakarya Üniversitesi**  
Kemalpaşa Mahallesi, Üniversite Cd.  
Esentepe Kampüsü, 54030  
Sakarya/Sakarya  
4,3 ★★★★★ 104 yorum  
Daha büyük haritayı görüntüle

Şekil 5.20. İletişim Sayfası

## BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, mevcut fiziki laboratuvarların cihaz, malzeme, personel ve enerji maliyetleri gibi dezavantaj oluşturan unsurları göz önünde bulundurularak ve öğrenci sayısındaki artış sebebiyle dezavantajlı gruplara aktif öğrenme ortamı oluşturmak amaçlı tekrarlı deneylerin zamandan ve mekandan bağımsız olarak yapılabilmesine imkan sağlayacak bir sanal basma testi laboratuvar ortamı geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmada akademisyenlerin, öğrencilerin ve araştırmacıların kolaylıkla erişebileceği web tabanlı bir sanal basma testi laboratuvarı geliştirilmiştir. Basma deneyi parametreleri olan kuvvet, % boy değişimi ve hız parametreleri arasında doğrusal olmayan ilişki olduğu göz önünde bulundurulduğunda, sistemi modellemek için bu alanda sıklıkla kullanılan yapay sinir ağları yöntemi tercih edilmiştir. Geliştirilen yapay sinir ağı modelinde kuvvet ve hız girdi parametrelerini oluşturmakta olup, çıktı parametresi ise % boy değişimi olarak ele alınmıştır. Ara katmanda 10 nöron kullanılarak geliştirilen yapay sinir ağı modelinde tüm veriler normalize edilerek ağa aktarılmış ve MATLAB yazılımı yapay sinir ağları araç kutusunda model kurulmuştur. R2 değeri değerinin yaklaşık 0,975 olarak hesaplandığı bu ağın web ortamına aktarılmasında veri tabanı MySQL tercih edilmiştir. Web programlama dili olarak PHP, web işaretleme dili olarak ise HTML5/CSS3 teknolojisi tercih edilmiştir. Basma deneyi cihazının modellenmesinde Adobe Flash teknolojisi kullanılmış olup, cihazı hareket ettirebilmek için ise JavaScript projesinden faydalanılmıştır. Sunucu olarak ise Apache web sunucusu yazılımı tercih edilmiştir.

Geliştirilen bu web tabanlı basma deneyi laboratuvarı sayesinde kullanıcılar 1-8mm/dk hızları arasında diledikleri hızda basma deneyi gerçekleştirebilmekte ve kuvvet-% boy değişimi grafiğindeki değişimi gözlemleyebilmektedir.

Özellikle ülkemiz gibi genç nüfusun yoğunluğu nedeniyle, öğrenci sayısının dünya standartlarının ortama 2 kat üzerinde olduğu üniversitelerimizde, maliyetler ve eğitim öğretim programlarının laboratuvar uygulamalarının etkinliği göz önünde bulundurulduğunda, sanal laboratuvarların önemi daha da artmaktadır. Bu çalışmada, sadece alüminyum bir malzemenin % boy değişimi basma hızının 1-8 mm/dk hızları arasında farklılaştığı durumlar için tahmin edilmiş, bu tahmin modeli ile geliştirilen basma testi sanal laboratuvarı uygulaması entegre edilerek web ortamına aktarılmıştır. İlerleyen aşamada sıcaklık vb. parametrelerin de basma deneyine etkisinin gözlemlenebilmesi için çalışma geliştirilebilir. Ayrıca başka metal vb. malzemeler de kullanılarak sanal laboratuvar malzeme çeşitliliği açısından zenginleştirilebilir. Geliştirilen web tabanlı sanal laboratuvar uygulamasının, sanal laboratuvar geliştiricilerine yol göstereceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alhalabi, B., Anandapuram, S., Hamza, K. 2000. Real laboratories: An innovative repartee for distance learning. Proceedings of the 4th Multiconference on Systemic, Cybernetics and Informatics, SCI2000.
- Alkan, C. 1987. Açıköğretim: Uzaktan eğitim sistemlerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi. Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, 157.
- Alkouz, A., Al-Zoubi, A. Y., Otair, M. 2008. J2ME-based mobile virtual laboratory for engineering education. International Journal of Interactive Mobile Technologies, 5(2).
- Ayaş, M. 2012. Doğrusal sistem simülasyonu ve kontrolü için interaktif sanal laboratuvar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bal, G., Bayhan, S. 2010. Internet based virtual electric machine lab: Switched reluctance motor. In Application of Information and Communication Technologies, IEEE, 1-5.
- Balamuralithara, B., Woods, P. C. 2009. Virtual laboratories in engineering education: the simulation lab and remote lab. Computer Applications in Engineering Education, 17(1), 108–118.
- Bayrak , A., Bekiroğlu, E. 2010. Sanal Elektrik Makinaları Laboratuvarı , Senkron Jeneratör Deneyleri., 25.Cilt. Gazi Üniversitesi. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi. Dergisi., , No 2, 405-413.
- Bourne, J., Harris, D., Mayadas, F. 2005. Online engineering education: learning anywhere, anytime. Journal of Engineering Education, 94(1), 131–146.
- Bozkurt, E. 2008. Fizik Eğitiminde Hazırlanan Bir Sanal Laboratuvar Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Çallı, İ., Bayam, Y., Karacadağ, M.C. 2002. Türkiye’de uzaktan eğitimin geleceği ve e-üniversite. Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu, Eskişehir,14-20.
- Campbell, J. O., Bourne, J. R., Mosterman, P. J., Nahvi, M., Rassai, R., Brodersen, A. J., Dawant, M. 2008. The Effectiveness of Simulated Electronics Laboratories for Distributed Online Learning. <http://msdl.cs.mcgill.ca/people/mosterman/papers/jaln04/p.pdf>, Erişim Tarihi: 15.04.2019.

- Chang, V., del Alamo, J. A. 2002. Collaborative WebLab: Enabling Collaboration in an Online Laboratory. 2002 World Congress on Networked Learning in a Global Environment.
- Chaturvedi, S. K., Dharwadkar, K. A. 2011. Simulation and Visualization Enhanced Engineering Education – Development and Implementation of Virtual Experiments in a Laboratory Course. J. Bernardino ve J. C. Quadrado (Ed.), WEE2011. 933-942.
- Cheng, K.W.E., Chan, C. L., Cheung, N. C., Sutanto, D. 2012. Virtual laboratory development for teaching power electronics. In Power Electronics Specialists Conference, IEEE, 461-466.
- Couture, M. 2004. Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(1), 40–49.
- Duman, M. Ş., Avcı, G. 2016. Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-33.
- Erkan, E., Altun, H. 2003. Java ve WEB Tabanlı Uzaktan Eğitim: e-Eğitim için Sanal Sınıf ve Sanal Laboratuvar Projesi, Niğde Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 1, 131-134.
- Feisel, L. D., Rosa, A.J. 2005. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121-130.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K., Manitsaris, A. 2007. A Virtual Reality Laboratory for Distance Education in Chemistry. *International Journal of Social and Human Sciences*, 2(1), 306–313.
- Gökçe, A. T. 2018. Küreselleşme Sürecinde Uzaktan Eğitim., Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 11.
- Guzzi, R., Scarpanti, S., Ballista, G., Di Nicolantonio, W. 2005. An Educational Development Tool Based on Principles of Formal Ontology. *Educational Technology&Society*.
- Hızal, A. 1983. Uzaktan öğretim süreçleri ve yazılı gereçler: Eğitim teknolojisi açısından yaklaşım. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Hofstein, A., Lunetta, V.N. 2004. The laboratory in science education: Foundations for the twenty- first century. *Science education*, 88(1), 28-54.
- Holmberg, B. 1977. *Distance Education. A survey and bibliography*, London.
- [http://iuvirlab.istanbul.edu.tr/?page\\_id=6449](http://iuvirlab.istanbul.edu.tr/?page_id=6449) Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- <http://ouln.org/deguide.htm> Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- <http://www.wcet.info/resources/publications/conguide/conguida.htm> Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- <https://www.labster.com/simulations>, Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- Irmak, E. 2007. Uzaktan eğitim amaçlı internet tabanlı laboratuvar uygulaması., Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.



- Iskander, Magdy F. 2002. Technology-Based Electromagnetic Education, *IEEE Transactions on Microwave Theory & Techniques*, 50( 3), 1015-1020.
- İşgüzar, S. 2010. Sanal robotik laboratuvarı için scorbot-er uygulaması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaba, A. U. 2012. Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiği, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı ,Yüksek Lisans Tezi.
- Karagöz, Ö. 2006. Fizik derslerinde kullanılan farklı sanal laboratuvar programlarının tasarım ve kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi ve farklı öğretim yöntemleriyle kullanılmaları durumunda öğrenci başarısı üzerindeki etkilerinin incelemesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Karagöz-Mırçık, Ö., Saka, A. Z. 2016. Fizik Öğretiminde Sanal Laboratuvar Destekli Uygulamaların Değerlendirilmesi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(43), 388-395.
- Kennepohl, D. 2010. Remote control teaching laboratories and practicals. In D. Kennepohl, & L. Shaw, *Accessible elements: teaching science online and at a distance*, Edmonton, AU Press, pp. 167-187.
- Kiraz, A. 2014. Yapay zeka destekli sanal laboratuvar tasarımı: Çekme deneyi uygulaması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Kubat, C., Kiraz, A. 2012. Yapay Zeka Kullanılarak Sanal Laboratuvar Tasarımında Çekme Testinin Modellenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1).
- Kurt, A. O., Kubat, C., Öztemel, E. 2006. Web-based Virtual Testing and Learning in Material Science and Engineering, *International Journal of Engineering Education*, 22(5), 986-992.
- Lammle, T., Tedder, B. 2000. *CCNA Virtual Lab e-trainer*. SYBEX Inc.
- Lindsay, E. D., Good, M. C. 2005. Effects of laboratory access modes upon learning outcomes. *IEEE Transactions on Education*, 48(4), 619–631.
- Lyall, R., Patti, A. F. 2010. Taking the chemistry experience home – home experiments or “kitchen chemistry”. D. Kennepohl ve L. Shaw (Ed.), *Accessible elements: teaching science online and at a distance* Edmonton: Athabasca University Press. <http://www.aupress.ca/index.php/books/120162> Erişim tarihi: 09.04.2019.
- Ma, J., Nickerson, J. V. 2006. Hands-on, simulated, and remote laboratories: a comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1–24.
- Martin-Villalba, C., Urquia, A., Dormido, S. 2008. Object-oriented modelling of virtual-labs for education in chemical process control. *Computers and Chemical Engineering Journal* (32):3176-3186.

- Melsa, J.L. 1997. Trends in engineering education in the USA, *J. Engrg. Sci. and Educ.*, vol. 7(5), 215-220.
- Moore, M. G., Kearsley, G. 1996. *Distance education: A systems view*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA.
- Muthusamy, K., Kumar, P. R., Latif, S. R. S. A. 2005. Virtual Laboratories in Engineering Education. *Asian Journal of Distance Education*, 3(2), 55–58.
- Onyesolu, M. O. 2009. Virtual Reality Laboratories: An Ideal Solution to the Problems Facing Laboratory Setup and Management. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, 291-295.
- Oral, O. 2005. Sanal Malzeme Bilimi Laboratuvarı Oluşturulması., Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ozan, Ö. 2008. Kırsal Eğitim Ortamlarının Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Yoluyla İyileştirilmesi: Eskişehir Taşınabilir İlköğretim Uygulaması Örneği., Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Özlem, O., Göçmenler, H. 2018. Türkçenin Yabancı Dil Olarak Uzaktan Farklılaştırılmış Öğretimi Projesi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi,31,129-134.
- Peterson, G. D., Feisel, L. D. 2002. e-Learning: The Challenge for Engineering Education. *Proceedings of the 2002 eTEE Conference*, 164-169.
- Portway, P., Lane, C. 1994. *Guide to teleconferencing and distance learning*. San Ramon, Calif.: Applied Business.
- Prieto-Blazquez, J., Herrera-Joancomarti, J., Guerrero-Roldan, A. E. 2009. A virtual laboratory structure for developing programming labs. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, (4):47-52.
- Romiszowski, A. J. 2004. How's the e-learning baby? Factors leading to success or failure of an educational technology innovation., *Educational Technology-saddle Brook Then Englewood Cliffs NJ-*, 44(1), 5-27.
- Savaş, K. 2010. Kontrol eğitimi için MATLAB ile web tabanlı uygulama araçlarının geliştirilmesi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontrol Eğitimi Programı, Yüksek Lisans Tezi.
- Scheckler, R. K. 2003. Virtual labs: a substitute for traditional labs?. *International Journal of Developmental Biology*, (47):231-236.
- Swan, K. 2001. Virtual interaction: Design factors affecting student satisfaction and perceived learning in asynchronous online courses. *Distance education*, 22(2), 306-331.
- Tanyıldızı, E., Orhan, A. 2005. Sanal öğrenme ve uzaktan eğitim. *Bilgisayar Mühendislikleri 2. Ulusal Sempozyumu*, Samsun, 80-85.

- Taşdelen, K. 2004. Mühendislik eğitimi için internete dayalı, interaktif, sanal mikrodenetleyici laboratuvar tasarımı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Topuz, F. 2010. Veri yapıları ve algoritmalar dersi için sanal laboratuvar uygulaması., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Tuncer, A., Yıldırım, M. 2012. Web Tabanlı Sanal Genetik Algoritma Laboratuvarı. Selçuk-Teknik Dergisi, 11(1), 19-31.
- Türk, A., Durmuş, H. 2013. Celal Bayar Üniversitesi, Malzeme Mühendisliği Bölümü, Malzeme Laboratuvarı Dersi Deney Föyü.
- Umut, A. L., Madran, R. O. 2004. Web tabanlı uzaktan eğitim sistemleri: Sahip olması gereken özellikler ve standartlar. Bilgi Dünyası, 5(2), 259-271.
- Verduin, J. R., Clark, T. A. 1994. Uzaktan eğitim: etkin uygulama esasları., Çeviren: İlknur Maviş. Eskişehir: Kibele Sanat Merkezi.
- Yalın, H.İ. 2001. Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 5.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Fatih Albayrak, 20.06.1984'de Erzurum'da doğdu. İlkokulu Kütahya'da orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 2009 Aralık ile 2010 Mayıs ayları arasında askerlik görevini yerine getirdi. 2009 Ağustos'ta Sakarya Üniversitesi'nde idari personel olarak işe başladı. 2015 Şubat'ta Sakarya Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi kadrosuna atandı ve halen Sakarya Üniversitesi'nde görev yapmaktadır.