

## ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON TEKNİĞİ

*Tuncay UZUN*

*Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, İstanbul / Türkiye*

**Öz:** Günümüzde eğitim, güvenlik, ticari, endüstriyel, askeri, sağlık ve benzeri amaçlı birçok alandaki mühendislik eğitiminde simülasyon (benzetim) tekniği kullanılır. Modern bilgisayar teknolojileri, hem öğretmenleri hem de öğrencileri lisans ve lisansüstü düzeylerinde desteklemek için özellikle etkileşimli, tümleşik ve çok seviyeli simülatörler ile simülasyon tekniğinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu tekniğin kısa tarihçesi, tanımı verilmiş ve kavram, yöntem ve teknolojik özellikleri verilmiştir. Ayrıca simülatörlerin sınıflandırması yapılmış, mühendislik eğitiminde kullanılmasının avantaj ve dezavantajı incelenmiştir. Simülasyon tekniğinin başlangıcı olan modellemenin tanımı yapılmış ve mühendislikte modelleme hakkında genel bilgi verilmiştir. Fiziksel dünyadaki gerçek bir sorununun, onu çözmeye yetecek kadar karmaşık olan basit bir modeli, sorun ile ilgili sorulara cevap vermemize ve problemleri çözmeye yardımcı olması açısından çok önemlidir. Bu nedenle simülasyonda kullanılan modeller ve simülatörlerin sınıflandırılması, özellikleri anlatılmıştır. Eğitim amaçlı Simülatörlerin kullanımı genellikle kolaydır. Bazı durumlarda eğitimde oluşabilecek can ve mal kayıplarını önler. Gerçek durumla uğraşmaktan daha ekonomiktir. Problemlerin anlaşılmasını arttırır ve çözüme sistematik bir yaklaşım sağlar. Simülatörler, kullanıcıların bir problem üzerinde matematiğin gücünü kullanmalarını ve bir sorunu analiz etmek için standartlaştırılmış bir süreç ve ortam sağlar. Simülasyonu yapılan sistemi veya süreci öğrenmek için tutarlı etkileşimli bir araç olarak hizmet eder. Yükseköğretimde verilen çeşitli ders programlarında mühendislik eğitiminde simülasyon tekniğinin kullanımı incelenmiştir. Ayrıca simülasyon tekniğinin mühendislik eğitiminde bugünkü kullanımı üzerine bir araştırma ve inceleme yapılarak ortak temel önemli özellikler belirlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mühendislik Eğitimi, Modelleme, Simülasyon, Simülatör

### GİRİŞ ve KURAMSAL ÇERÇEVE

Ülkemizde kurulan ilk yükseköğretim kurumunun 1776 yılında açılan Mühendishane-i Bahrî-i Hümayûn (İmparatorluk Deniz Mühendis Okulu) olduğu resmi kaynaklarda görülmektedir. Günümüzdeki üniversite kavramına uygun olan ilk üniversitenin, Darülfünun-ı Şâhâne, ancak 1900 yılında kurulduğu belirtilmektedir. 1946'da Türkiye'de üç üniversite bulunmaktadır. 1970'li yıllarda Anadolu'da yeni üniversitelerin açılmasıyla, bu sayı 18'e yükselir. Yükseköğretim Kurulu'nun 1981 yılında kurulmasıyla Türkiye'de 2003 yılında 53 olan Devlet üniversitesi sayısı 2018'de 129'a ulaşmıştır. Vakıf üniversitesi sayısı ise 72 olmuştur. Bu bağlamda çok sayıda üniversitenin mühendislik bölümlerinde verilen eğitim-öğretim kalitesinin yükseltilmesi ve denetlenmesi amaçlanırken, Avrupa Birliği Eğitim politikalarına uyum sağlanması çerçevesinde 1999 yılında Bologna Bildirgesi ile yükseköğretim sisteminde çeşitlilik içinde birlik hedeflendiği belirtilmiştir<sup>17</sup>.

Mühendislik Değerlendirme Kurulu (MÜDEK), 2002 yılında Türkiye ve KKTC'de mühendislik eğitimi veren fakültelerin dekanlarından oluşan Mühendislik Dekanları Konseyi (MDK) tarafından, bu fakültelerin mühendislik lisans programlarının değerlendirmesi için ayrıntılı bir program düzenlemek ve uygu-

<sup>17</sup> <https://www.yok.gov.tr/yayinlar/yayinlarimiz>

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

lamak üzere, MÜDEK adı ile bağımsız bir platform olarak kurulmuş, 2003 yılında mühendislik programlarının değerlendirilmesine başlamış ve 2007 yılında dernekleşmiştir. MÜDEK 17 Kasım 2006 tarihinden beri Avrupa Mühendislik Eğitimi Akreditasyon Ağı (ENAAE - European Network for Accreditation of Engineering Education) adlı kuruluşun üyesi ve 15 Haziran 2011 tarihinden beri Washington Accord (WA) imzacısıdır (üyesidir)<sup>18</sup>.

Günümüzde eğitim, güvenlik, ticari, endüstriyel, askeri, sağlık ve benzeri amaçlı birçok alandaki mühendislik eğitiminde simülasyon (benzetim) tekniği kullanılır. 1940'ların sonlarında ve 1950'lerin başlarında Los Alamos'ta, John von Neumann ve Stanislaw Ulam'ın da aralarında bulunduğu Metropolis liderliğindeki bir grup araştırmacı simülasyon tekniğinde yaygın olarak kullanılan Monte Carlo yöntemini geliştirdi. Metropolis, ENIAC bilgisayarı ile Monte Carlo yöntemiyle 1948'de bir nükleer çekirdeğin simülasyonlarını gerçekleştirdi. 1992 yılında Cornell Üniversitesi profesörlerinden Lee W. Schruben simülasyon, grafik modelleme ve analiz kelimelerinin ilk harflerinden oluşan SIGMA programını simülasyon eğitimi kalitesini arttırmak üzere geliştirdi<sup>19</sup> (Çelen, 2017).

Modern bilgisayar teknolojileri, bilgisayar destekli tasarımda, hem öğretmenleri hem de öğrencileri lisans ve lisansüstü düzeylerinde desteklemek için özellikle etkileşimli, tümleşik ve çok seviyeli simülasyonlar ile simülasyon tekniğinin geliştirilmesini sağlamıştır. Simülasyon, benzetim tekniği birçok alanda mühendislik uygulamalarının tasarımında ve gerçekleştirilmesi aşamalarında, tasarımın fiziksel olarak inşasında karşılaşılabilecek sorunların düzeltilmesi, çabukluk ve ekonomi sağlamak amacıyla gerçek sistemlerin matematiksel, elektriksel, sözel ve fiziksel benzer özelliklerini taklit eden sistemler kullanılır. Model, gerçekliğin bir soyutlaması veya gerçek bir nesnenin veya durumun özgün bir örneğidir. Başka bir deyişle, bir model bir şeyin en azından temel özelliklerini içeren basitleştirilmiş bir şeklidir (Magana, 2017).

### MODELLEME ve SİMÜLASYON TİPLERİ

Fiziksel, matematiksel, süreç ve kombinasyon olmak üzere dört tip model vardır. Bunlar:<sup>20</sup> Fiziksel bir model, fiziksel özellikleri modellenen sistemin fiziksel özelliklerine benzeyen bir modeldir. Matematiksel model, özellikleri matematiksel semboller ve ilişkilerle ifade edilen sembolik bir modeldir. Matematiksel modeller, sonuçları ölçmek, sorunları çözmek ve davranışları tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır. Matematiksel modele basit bir örnek, düz bir çizgiyi temsil eden denklemdir:  $y=mx+b$ . Süreç modelleri, bir süreç veya sistemdeki adımları tekrarlamak için tasarlanmıştır. Tüm süreç modelleri, kullanıcıların süreçlerini, iş akışlarını veya sistem dinamiklerini tanımlamasına olanak tanır. Örneğin bir sistem üzerinden bilgi akışı ve bir montaj hattı kullanarak üretimdir. Kombinasyon modeli, tüm verilerden tek bir modelin öğrenilmesine ilişkin yaygın uygulamanın aksine, birden çok veri grubundan öğrenilen modelleri birleştirme yaklaşımı (veri birleştirme yaklaşımı) olarak tanımlanabilir<sup>21,22</sup> (Pott ve diğ., 2009; Stevenson, 2002; Vonderembse ve diğ., 1996).

<sup>18</sup> <https://www.mudek.org.tr/tr/belge/doc.shtm#>

<sup>19</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Monte\\_Carlo\\_method#Monte\\_Carlo\\_simulation\\_versus\\_%22what\\_if%22\\_scenarios](https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_method#Monte_Carlo_simulation_versus_%22what_if%22_scenarios)

<sup>20</sup> <https://acqnotes.com/acqnote/tasks/model-types>

<sup>21</sup> <https://acqnotes.com/acqnote/tasks/model-types>

<sup>22</sup> [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Modeling\\_and\\_simulation&oldid=1042840029](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Modeling_and_simulation&oldid=1042840029)

### MÜHENDİSLİK EĞİTİMİNDE MODELLEME ve SİMÜLASYON TEKNİĞİ

Günümüzde, eğitim-öğretimde modelleme ve simülasyon tekniği, öğrencilerin kavraması genellikle zor olan kavramların derinlemesine anlaşılmasını kolaylaştırmayı amaçlayan birçok pedagojik özellik ile görsel ve kullanıcıya öğrenme motivasyonu veren bir süreç ve ortam sağlar. Teknolojik değişimin mühendislik eğitim-öğretim ortamı üzerinde geniş bir etkisi vardır. Teknoloji ile eğitimdeki kullanımları arasındaki olanakları anlamalı ve yönetmeliyiz. Bu bakış açısıyla, daha etkili eğitim-öğretime yönelik sistem değişimi için Teknolojinin mühendislik programları kültürlerine ve yükseköğretim kültürüne nasıl uyduğunu belirlemek gereklidir<sup>2324</sup> (Magana, 2017, 2019).

Modern mühendislik işyerleri, özellikle Ar-Ge merkezleri, uzmanlık alanlarındaki sistemlerin analizine ve tasarımına yardımcı olmak için hesaplama araçlarıyla birleştirilmiş modelleme ve simülasyon tekniğini yaygın olarak kullanır. Bunun sonucunda, modelleme ve simülasyon becerileri, karmaşık işlevlerin incelenmesini destekleyen analitik araçlar ve yeni tasarımların uygunluğunu tahmin edebilen tahmin araçları olarak birçok bilim ve mühendislik disiplinine entegre edilmiştir. Mühendislik eğitimi mezunlarının (1) mühendislik uygulamaları için gerekli olan teknikleri, becerileri ve modern mühendislik araçlarını tanımlamak; (2) bu tekniklerin, becerilerin ve modern mühendislik araçlarının mühendislik uygulamalarında nasıl kullanıldığını açıklamak; ve (3) problemleri çözmek için ilgili teknikleri, becerileri ve modern mühendislik araçlarıyla uygulamak için gerekli birikime sahip olmaları beklenmektedir. Aynı zamanda, bilim ve mühendislikteki uzmanlar, buluş ve yenilik süreçlerine yönelik deneysel ve teorik yaklaşımları etkin bir şekilde tamamlamak için gelecek nesil mühendislerini eğitmek amacıyla yeni ve modern bir yaklaşıma duyulan ihtiyacı belirtmektedir (Magana, 2017).

Bilim ve mühendislikte modelleme ve simülasyonun rolünün artan önemine rağmen, fakülteler ve eğitimciler, özellikle bu karmaşık beceri setine sahip özellikle lisans düzeyinde mezunlara olan ihtiyacı karşılamıyorlar. Benzer şekilde, bu alanda ileri dereceler (Yüksek Lisans veya Doktora) yapmayı hedefleyen lisansüstü öğrencileri, uygun ön hazırlıkları olmadan gelirler. Sonuç olarak, bu bilim adamları ve mühendisler, disiplinler arası, yüksek hesaplama gerektiren bilimsel zorluklardan yararlanmaya veya bunlara katkıda bulunmaya yeterince hazır değildir. Alana özel yazılım, sayısal ve bilimsel hesaplama, programlama dilleri ve hesaplama araçlarında yeterlilik, mühendislik problemlerini çözme sürecine katkıda bulunmak için temel bir okuryazarlık biçimi haline gelmiştir.

Mühendislik eğitimi toplulukları, politika yapımcılarla birlikte, bu becerilerin önemini anlamaya başlamış ve lisans mühendisliği müfredatına alınmasını önermiştir. Ülkemizde de Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (MÜDEK) mühendislik eğitimi mezunlarının modelleme ve simülasyon tekniği konusunda bilgi ve beceri sahibi olması önemli değerlendirme ölçütlerindedir (Mühendislik Lisans Programları Değerlendirme Ölçütleri MÜDEK 2020). Öğrencilerin problem çözmeyi desteklemek için hesaplama araçlarını kullanma yeteneklerine çok değer verilmektedir. Mühendislik uygulamaları için gerekli olan teknikleri, becerileri ve modern mühendislik araçlarını kullanma becerisini öğrenci kazanımı olarak belirtilmiştir. Ek olarak, Washington Accord (Uluslararası Mühendislik İttifakı 2011), öğrencilerin matematik, fen bilgisi ve mühendislik temellerini mühendislik modellerinin kavramsallaştırılmasına uygulama becerisini bir yüksek lisans özelliği olarak tanımlamıştır. Ayrıca, öğrencilerin sınırlılıklarını anlayarak, tahmin ve modelleme de dahil olmak üzere, uygun teknikleri,

<sup>23</sup> <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Simulation&oldid=1077476576>

<sup>24</sup> [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer\\_simulation&oldid=1073957596](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer_simulation&oldid=1073957596)

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

kaynakları ve modern mühendislik araçlarını yaratma, seçme ve karmaşık mühendislik etkinliklerine uygulama becerisini istenen bir nitelik olarak tanımlamıştır<sup>2526</sup>. Bu uygulamaları başarılı bir şekilde mühendislik lisans eğitimine entegre etmek için, gerekli modelleme ve simülasyon becerilerinin yanı sıra öğrencilerin yeterlilik düzeylerini ve bu becerileri başarılı bir şekilde edinmeleri için öğrenme yollarını belirlemek için bir ilk adıma ihtiyaç vardır. Geleceğin mühendislerini, uygulamaya hazır hesaplamalı düşünme ile donatabilecek etkili pedagojik yöntemler ve öğrenme stratejileri ile birlikte uygun bir müfredatı belirlemek için öğrenme bilimleri ve mühendislik eğitiminin kesiştiği noktada eğitim araştırmalarına ihtiyaç vardır. Bu disiplinler arası yaklaşım, mühendislik eğitiminde hesaplama, modelleme ve simülasyon tekniğinden daha erken, daha iyi ve daha büyük bir güvenle yararlanmayı sağlayabilir<sup>27</sup>.

Mühendislik eğitimcileri, lisans ve lisansüstü düzeyde ihtiyaç duyulan modelleme ve simülasyon becerilerinin genişliğini ve derinliğini belirlemeye başladılar. Bu amaçla iki ana yaklaşım izlenmiştir: Bir yaklaşım, anket çalışmaları yaparak sektör ihtiyaçlarını belirlemek olmuştur. Çalışma, işverenlerin, öğrencilerin “mühendislik ilkelerini anlama ve hesaplama araçlarını çözmelerine olanak tanıyan hesaplama ilkelerini anlama” yeteneklerini çok önemli gördüklerini ortaya koymuştur. Fiziksel sistemler ve soyutlamalar arasında hareket edilerek mühendislik problemleri çözümler (Vergara, 2009). Öğrencilerin sahip olması beklenen önemli yetenekler şunlardır: 1. Fiziksel ve sanal dünya arasında geçiş yaparak, işlemsel ve kavramsal seviyelerde problemleri tanımlama ve çözme becerisi; 2. Verileri yönetme (toplama, saklama, güvenceye alma), bilgilerden anlam çıkarma ve bu bilgileri anlamlı bir şekilde başkalarına iletme becerisi; 3. Çoklu yazılım ve hesaplama sistemlerini öğrenme yeteneği; ve 4. İş üretkenliğini artırmak için bilgi teknolojisini (işbirliği araçları, anlık mesajlaşma) kullanma becerisidir (Vergara, 2009; Magana, 2017). İkinci yaklaşım, bu becerilerin lisans ve lisansüstü mühendislik müfredatına entegrasyonuna sağlamak için eğitimcilerin amaçlanan öğrenme çıktılarını belirlemek olmuştur. Hesaplama, modelleme ve simülasyon araçları, lisans ve lisansüstü derslerine entegre edildiğinde; eğitimcilerin analizleri o sırada öğrettikleri derslere öğrenme etkinlikleri olarak simülasyon araçlarını dahil ederken başarmak istedikleri sekiz farklı hedefi ortaya çıkarmıştır. Bu sekiz kategori iki ana öğrenme hedefinde özetlenmiştir: (1) cihazların, malzemelerin ve diğer eserlerin temel fiziksel ilkelerini veya davranışlarını yöneten; ve (2) mühendislik tasarım görevlerine yaklaşmak için modelleme ve hesaplama tekniklerini uygulamak için simülasyonlar oluşturmak (Magana, 2017).

Sonuç olarak eğitimcilerin öğrencilerinde geliştirmeyi hedeflediği belirli beceriler, 1. Belirli bir bilim ve mühendislik alanında hesaplamalı simülasyonların potansiyel rolünü tanımak ve farkında olmak; 2. Laboratuvar deneyinde olduğu gibi veri toplayarak malzeme veya cihazları ölçmek; 3. Belirli bir temel modelin neden-sonuç ilişkisini açıklamak; 4. Belirli bir modelin ve/veya uygulamasının doğruluğunu test etmek; 5. Bir tasarım görevinin ürününün sonuçlarını doğrulamak için; 6. Bilgisayar modellerinin oluşturulması için hesaplama tekniklerini uygulamak; 7. Bir tasarım görevinde bir deneyin sonuçlarını tahmin etmek; ve 8. Belirli bir fiziksel fenomeni temsil etmek için modeller arasında ayırım yapmak, olarak sıralanmıştır (Magana, 2017).

Modelleme ve simülasyon, bir sistemin davranışının indirgeyici bir hesaplama gösterimi ile gösterildiği veya tahmin edildiği süreçlerin bir kombinasyonunu olarak ifade edilebilir. Bu süreçler son derece bir-

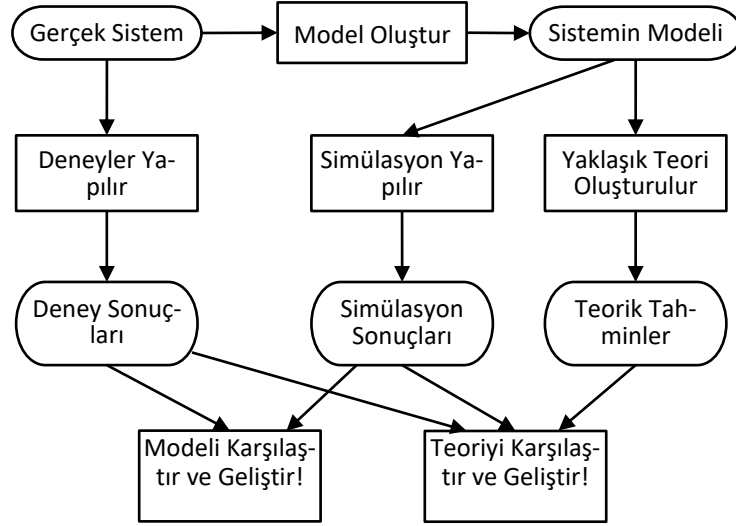
<sup>25</sup> <https://www.yok.gov.tr/yayinlar/yayinlarimiz>

<sup>26</sup> <https://www.mudek.org.tr/tr/belge/doc.shtm#>

<sup>27</sup> <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Engineering&oldid=1079996985>

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

biriyle ilişkilidir ve zaman zaman birbirinin yerine kullanılır. Bunları birbirinden ayırt etmek için modellemeyi bir sistemin iç işleyişini temsil edecek bir modelin üretimi olarak ve simülasyonu yeniden yapılandırılabilen ve keşfedilebilen bir modelin çalışması olarak tanımlanabilir. Modelleme, “doğal sistemler, insan sistemleri ve yeni mühendislik teknolojisi gibi belirli bir sistemin soyut bir modelini simüle etme girişimi” olarak tanımlanırken, simülasyon “test için kullanılan bir teknik, modelin bir 'gerçek dünya' sistemi veya konseptini temsil ettiği analiz veya eğitim” olarak da tanımlanmıştır<sup>28</sup> (Magana, 2017).



Şekil 1. Modelleme ve simülasyon sürecinin bir akış diyagramı<sup>29</sup>

Modelleme ve simülasyon sürecinde yer alan adımlar beş ana aktivitede özetlenebilir. Bunlar: “model geliştirme, deney tasarımı, çıktı analizi, sonuç formülasyonu ve incelenen sistemi değiştirmek için kararlar almak.” Olarak belirtilebilir. Bir diğeri bunları altı ana adımda tanımladı: sorunu analiz et, bir model formüle et, modeli çöz, modelin çözümünü doğrula ve yorumla, modeli rapor et ve modeli koru. Modelleme ve simülasyon sürecinin bir akış diyagramı Şekil-1’de gösterilmiştir. Analiz aşamasında bireyler öncelikle sorunu anlamalı, bir amaç belirlemeli ve sorunun sınıflandırmasını belirlemelidir. Model oluşturma aşaması sırasında, genellikle mevcut veriler veya teori tarafından bilgilendirilen, sistemin bir soyutlaması ve basitleştirilmesi oluşturulur. Bu aşamada ilgili değişkenler, birimler ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerle birlikte bir model oluşturulur. Tüm bu bileşenler, modelin denklemlerini belirlemeye yardımcı olacaktır. Modeli çözme adımında, uygun bir çözüm uygulanmadan önce farklı araçlar, yöntemler ve teknikler düşünülmelidir. Doğrulama ve yorumlama aşamasında, çözümünün mantıklı olduğunu doğrulamak için model incelenmeli ve orijinal problemi çözebilmesi için geçerli kılınmalıdır. Sadeleştirme ve iyileştirme arasındaki indirgeme bu noktada yapılmalıdır (Magana, 2017).

<sup>28</sup> <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Simulation&oldid=1077476576>

<sup>29</sup> [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer\\_simulation&oldid=1073957596](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer_simulation&oldid=1073957596)

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

### EĞİTİM-ÖĞRETİMDE SİMÜLASYON TEKNİĞİNİN KULLANIMI

Bir Elektrik-Elektronik Fakültesi (EEF), Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği (EHM) Bölümünde verilen modelleme ve simülasyon tekniği kullanılan Lisans (L) ve Lisansüstü (Yüksek Lisans/Doktora, YL/D) dersler Tablo-1’de verilmiştir.

**Tablo 1. EHM Bölümünde verilen modelleme ve simülasyon tekniği kullanılan dersler<sup>30</sup>**

S	D	Kodu	Ders Adı	Ders	Uygu	Lab	Kredi	AKTS
L	Z	EHM3132	Otomatik Kontrol	3	0	0	3	5
L	Z	EHM3141	Mikroişlemci Sistemleri	3	0	0	3	4
L	S	EHM4140	Elektronik Tasarım Otomasyonu	3	0	0	3	5
L	S	EHM4230	Mikrodalga 2	3	0	0	3	5
L	S	EHM4310	Mikrodalga Elektroniği	3	0	0	3	5
L	S	EHM4380	Tümdevre Tasarımı	3	0	0	3	5
L	S	EHM4540	Yeni Nesil Haberleşme Sistem Laboratuvarı	2	0	2	3	6
L	S	EHM4820	Mikrodenetleyiciler	3	0	0	3	5
L	S	EHM4830	Programlanabilir Lojik Devre Tasarımı	3	0	0	3	5
L	S	EHM4870	Mikrodalga Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Analizi ve Modellenmesi	3	0	0	3	5
L	S	EHM4740	Bilgisayar Destekli İşaret ve Görüntü İşleme	3	0	0	3	6
YL	S	EHM5109	Programlanabilir Denetleyiciler	3	0	0	3	7,5
YL	S	EHM5305	Elektronik Tasarım Optimizasyonu	3	0	0	3	7,5
YL	S	EHM5401	Bilgisayar Destekli Devre Tasarımı	3	0	0	3	7,5
YL	S	EHM5427	Bilgisayar Destekli Sayısal Analiz Yöntemleri	3	0	0	3	7,5
D	S	EHM6307	Bilgisayar Destekli Devre Analizi	3	0	0	3	7,5
L	Z	EHM2162	Lojik Devre Laboratuvarı	0	0	2	1	2
L	Z	EHM2171	Elektrik Devre Temelleri Laboratuvarı	0	0	2	1	2
L	Z	EHM3142	Elektronik Devreler 2 Laboratuvarı ve Proje	1	0	2	2	3

<sup>30</sup> <http://bologna.yildiz.edu.tr/index.php?r=course/courselist&aid=5>

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

L	Z	EHM3151	Elektronik Devreler 1 Laboratuvarı	1	0	2	2	3
L	Z	EHM3152	Haberleşme Laboratuvarı	0	0	2	1	2
L	Z	EHM3162	Mikrodalga ve Anten Lab.	0	0	2	1	2
L	S	EHM4400	Elektronik Laboratuvarı	2	0	2	3	6
L	S	EHM4410	Mikroişlemcili Sistem Tasarım Laboratuvarı	2	0	2	3	6
L	S	EHM4420	Endüstriyel Elektronik Laboratuvarı	2	0	2	3	6

(L) Lisans, (YL) Yüksek Lisans, (D) Doktora, (Z) Zorunlu, (S) Seçimlik.

Tablo 1’de, derslerin uygulamalarında ve laboratuvar deneylerinde elektronik ve haberleşme devre elemanlarının ve sistemlerinin modellerinin kullanıldığı ve simülasyonunun yapıldığı görülmüştür. Derslerin 3 saat, uygulama ve laboratuvarların ise 1-2 saat gibi daha kısa süreli olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca bir bütün olarak hazır donanım ve yazılımların kullanıldığı, özellikle tasarım, test ve gerçekleştirme amacıyla modelleme ve simülasyon tekniği analizi ve tasarımı dersinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Mühendislik ve teknoloji eğitim-öğretim müfredatının tasarımını bilgilendirmek için Delphi yöntemi bir mekanizma olarak kullanılabilir. Delphi yöntemi, mühendislik eğitiminde kavramları ve mühendislikteki zor kavramların önemini belirleme mekanizması olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda Delphi tekniğiyle konu ile ilgili uzman kişilere bir takım anketler gönderilerek bu anketlerin verileri incelenerek ihtiyaç duyulan eğitim-öğretim sisteminde modelleme ve simülasyon tekniği dersinin nerede, nasıl ve ne zaman kullanılacağına karar verilebilir. Ayrıca benzer durumlara ilişkin görüş farklılıklarının olduğu ortamlarda uzlaşma sağlama aracı olarak da kullanılır. Mühendislik lisans programlarına Delphi yöntemi uygulanarak bir mühendislik eğitim-öğretim müfredatı belirlemenin yanı sıra, uygun sunum stratejileri de belirlenebilir (Şahin, 2002).

### SONUÇ

Bu çalışmada, yapılan araştırma sonuçlarından elde edilen bilgilerden mühendislik eğitim-öğretimde modelleme ve simülasyon tekniği uygulamaları ve kullanımı hakkında ayrıntılı bilgi edinilmiştir. Lisans ve lisansüstü mühendislik eğitiminde modelleme ve simülasyon için bu çalışmada elde edilen sonuçlar, modelleme ve simülasyon yeterliliğine yönelik eğitim-öğretim yöntemlerinin tanımlanması, modelleme ve simülasyon uygulamalarının öğrenilmesi ve başarılması hakkında gelecekteki araştırmalar için bir bakış açısı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Mühendislik eğitim-öğretiminde, modelleme ve simülasyon tekniği uygulamalarının büyük bir bölümünde bilgisayar destekli olarak simülatör yazılımlarının kullanıldığı anlaşılmıştır. Bu alanda öğrenme ilerlemesinin gelişimini bilgilendirebilecek anlayış ve becerileri belirlemek için mühendislik eğitiminde sınırlı ön çalışma olduğu ve bu tür bilgiler için uygun bir kaynak, araştırma ve yenilik için modelleme ve simülasyon tekniğinde kapsamlı deneyime sahip tecrübeli öğretim elemanları ve mühendislik uzmanlarının görüşlerinin alınmasının faydalı olacağı anlaşılmaktadır.

## TAM METİN SÖZEL SUNUMLAR

### KAYNAKÇA

- Vergara, C. E., (2009). Aligning computing education with engineering workforce computational needs: New curricular directions to improve computational thinking in engineering graduates. *Frontiers in Education Annual Conf.*, IEEE, San Antonio.
- Magana, A. J., KORETSKY M.D., (2019). “Using Technology to Enhance Learning and Engagement in Engineering” *Advances in Engineering Education*, ASEE.
- Magana, A. J., (2017). Modeling and Simulation in Engineering Education: A Learning Progression. Article in *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*.
- Pott LM1, Budde AO, Murray WB., (2009). A proposed classification of simulators. *Middle East Journal of Anaesthesiology*, 20(2):179-185
- Çelen, S., (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon, *International Journal Of 3d Printing Technologies and Digital Industry* 1:1 9-26.
- Stevenson W.J., (2002). “Operations Management”, McGraw Hill,
- Vonderembse M., WHITE G., (1996).“Operations Management: Concepts, Methods and Strategies”, West Publishing Company.
- Uzun, T., (2019). *Mikroişlemci Sistemleri*, EFEAKADEMİ, ISBN 9786052308714.
- Şahin A.E., (2002). Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği ve Kullanımı Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 20: 215-220.

### İNTERNET KAYNAKLARI

- <https://www.yok.gov.tr/yayinlar/yayinlarimiz> (E.T. 28.03.2022)
- <https://www.mudek.org.tr/tr/belge/doc.shtm#> (E.T. 28.03.2022)
- <https://acqnotes.com/acqnote/tasks/model-types> (E.T. 05.04.2022)
- [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Modeling\\_and\\_simulation...](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Modeling_and_simulation...) (E.T. 05.04.2022)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Monte\\_Carlo\\_method..simulation...](https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_method..simulation...) (E.T. 05.04.2022)
- <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Simulation&oldid=1077476576> (E.T. 05.04.2022)
- [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer\\_simulation...](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer_simulation...) (E.T. 05.04.2022)
- <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Engineering...> (E.T. 05.04.2022)
- <http://bologna.yildiz.edu.tr/index.php?r=course/courselist&aid=5> (E.T. 11.04.2022)