

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ÖĞRENİMİ VE YENİLEŞİMCİLİK

Burhan Çuhadaroğlu

Prof. Dr.,

Karadeniz Teknik Üniversitesi,

Makine Mühendisliği Bölümü,

Termodinamik Ana Bilim Dalı,

Trabzon

burhan@ktu.edu.tr

ÖZ

Makina mühendisliği disiplini sahip olduğu çok yönlü ve zengin içeriği nedeniyle teorik olarak yoğun sayılabilecek bir öğretim programına sahiptir. Ülkemizde endüstriyel gelişmenin temel bileşenlerinden olan makina mühendisliğinde öğrenim, uzun yıllardır bilinen klasik yapısı dâhilinde yapılmıştır. Özellikle, yenileşimin (inovasyon) bütün mühendislik alanlarında büyük önem kazandığı günümüzde bu yeni kavram ile öğrenim programlarının tanıştırılması konusunda önemli eksiklik olduğu görülmektedir. Ülkemizde belli başlı vakıf üniversitelerinde makina mühendisliği öğrenim programlarının öğrencilere yenileşimci üretim yeteneği kazandırabilecek şekilde belirli ölçüde iyileştirilmesine rağmen, devlet üniversiteleri bünyesinde bu konuda yapılmış bir çalışma henüz yoktur. Yenileşim modeli uygulanan makina mühendisliği öğrenim programının ana unsurları; (1) temel dersler kapsamında kavramsal bakış kazandırmak, (2) diğer disiplinlere ilgi uyandırabilmek, (3) gerekli pratik becerileri yeterince kazandırabilmek, (4) tasarım çalışmalarında patent odaklı düşünmeyi benimsetmek şeklinde sıralanabilir. Bu çalışmada, mevcut dört yıllık makina mühendisliği lisans öğrenim programının her bir döneminde yer alan teorik ve uygulamalı bazı derslerin içeriklerinin yeniden düzenlenmesi, yeni ders ve uygulamaların programa eklenmesi tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makina mühendisliği öğrenimi, yenileşim, patent odaklı tasarım

MECHANICAL ENGINEERING UNDERGRADUATE PROGRAMS AND INNOVATION

ABSTRACT

Mechanical engineering education has a theoretically intensive program due to its multidisciplinary and rich content. In Turkey, mechanical engineering education which is one of basic component of industrial development is done with its known classical system. It is clear that although innovation has important role in all engineering areas, innovation concept has not been included to engineering education programs sufficiently. At the present, some major foundation universities of Turkey update their undergraduate engineering programs in order to enhance of innovation ability of their students. However, state universities of Turkey have not been making effort in this regard. It may be said that the main elements of innovative mechanical engineering program are: (1) to gain conceptual perspective, (2) to be of interest to other disciplines, (3) to gain necessary practical abilities, (4) to adopt thinking about as patent focused in design studies. In this context, it should be attempted that syllabuses of courses of mechanical engineering education program should be rearranged and some new courses should be included to the undergraduate education programs mechanical engineering.

Keywords: Mechanical engineering education, innovation, patent focused design

Geliş tarihi : 19.03.2016

Kabul tarihi : 11.10.2016

Çuhadaroğlu, B. 2016. "Makina Mühendisliği Öğrenimi ve Yenileşimcilik," Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 680, s. 51-58.

1. GİRİŞ

Dünyadaki ilk resmi mühendislik okulu 1757 yılında Fransa’da açılmıştır. Yine Fransa’da Ecole Polytechnic 1794’te kurulmuştur. ABD’de ise askeri mühendislik alanındaki ilk mesleki eğitim, 1817 yılında West Point Askeri Akademisi’nde verilmiştir. Harvard, Yale ve Dartmouth üniversiteleri, 19. yüzyıl ortalarında mühendisliği eğitim programlarına almışlardır. Daha sonraki yıllarda Harvard Üniversitesi mühendislik eğitimini programından çıkartmıştır, ancak Rensselaer Polytechnic Enstitüsü ve MIT gibi yeni teknik okullar açılmıştır. 1870’e gelindiğinde ABD’de mühendislik eğitimi yapan okul sayısı 70’e, 1990’da ise 250’ye ulaşmıştır [1].

Ülkemizde mühendislik öğreniminin kurumsal bir kimlik ile olan başlangıcı; günümüzdeki İTÜ’nün doğuşunu simgeleyen ve 1773’te Haliç tersanesinde kurulan Mühendishane-i Bahr-i Hümayun ile olmuştur. Ülkemizde 1950’den sonra açılmaya başlanan yeni teknik üniversiteler ile hız kazanan mühendislik ve mimarlık öğretiminden geçerek mezun olan mühendis ve mimar sayısı 2004 itibarıyla 480.000 civarında olup, günümüzde bu sayının 500.000’i aştığı söylenebilir. Yapılmış olan bir anket çalışmasına göre; ülkemizde çalışan mühendislerin %19,6’sı imalat sanayinde faaliyet gösterirken, %18,8’i inşaat, %15,9’u kamu, %11,3’ü tarım ve ormancılık, %8,2’si finans ve sigorta ve geri kalan kısım da madencilik elektrik, gaz, su, ulaşım gibi alanlarda faaliyet göstermektedir [2].

Günümüze değin geçen süreç içerisinde küresel ölçekte ortaya çıkmış olan ekonomik, siyasal ve iklimsel değişimlerin mühendislik uygulamaları ve teknoloji üzerindeki etkisi yadsınmaz. Ayrıca kültürel ve bölgesel özelliklerin mühendisliğin ilgi alanları üzerinde belirli ölçüde etkili olduğu da söylenebilir. Örneğin fosil kaynakların tükenme eğilimi gösterdiği ve çevresel sorunlara olan duyarlılığın artmakta olduğu bir süreçte, yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji dönüşüm sistemleri üzerinde daha fazla mühendislik çalışmasının yapılması kaçınılmazdır. Yüksek dış hava sıcaklığına sahip bölgelerde soğutma ve iklimlendirme, düşük dış sıcaklıklı bölgelerde verimli ve konforlu ısıtma tasarımları ilgi çekici olmaktadır. Denize kıyı bölgelerde deniz taşıtlarının tasarımına yönelik mühendislik çalışmaları öne çıkarken, iç kara bölgelerde hava ve kara taşıtlarına yönelik tasarımlar daha çok ilgi çekebilir. Yaş sebze ve meyve üretiminin yoğun olarak yapıldığı yerlerde soğuk hava deposu ve sebze-meyve kurutma sistemlerine ait mühendislik tasarımlarına mutlaka gereksinim duyulur. Daha da artırılabilir olan bu örneklerden; mühendislik uygulamalarının, gerçekleştirildiği bölge özellikleri ile doğal bir etkileşim içerisinde olduğu sonucuna varmak mümkündür.

Öte yandan, teknolojik gelişmelerdeki yönelimlerin mühendislik faaliyetleri üzerinde çok önemli bir işleve sahip olduğu

da açıktır. İletişim ve haberleşme elektroniğindeki hızlı gelişmeler ve artan piyasa talebi bu konudaki mühendislik çalışmalarının da artması anlamına gelmektedir. Aynı şekilde, konforlu ve enerji etkin yapılara olan talep artışı bu alandaki inşaat, tesisat ve mimarlık çözümlerinin de çok iyileşmesini ve doğal olarak daha kaliteli tasarımların yapılmasını gerektirmektedir. Bu yönü ile mühendisliğin teknolojik gelişmeler ile doğrudan bağlantılı olduğu ve bu bağlamda mühendislik öğrenim programlarının yeterince dinamik ve yenilikçi bir yapıda olması gerektiği anlaşılır.

2. MÜHENDİSLİK ÖĞRENİM PROGRAMI ÖLÇÜTLERİ

Mühendislik öğrenimi ile ilgili geleneksel uygulama ile ilgili olarak, öğretim üyesinin derslikte elindeki ders notlarından yararlanarak tahta başında öğrenciye bilgi aktardığını söylemek yanlış olmaz. Bu tablo içerisinde öğrenciler derslikte pasif olarak yer alıp tahtada yer alan bilgileri not ederken, belirli bir kısım öğrencinin başka şeyler okuduğu ya da ev ödevini yaptığı bilinen davranışlardır. Öğretim üyesinin sorduğu sorulara dersliğin ön kısmında oturan birkaç öğrenci yanıt verme çabasına girerken, derslikteki geri kalan çoğunluk, öğrenci öğretim üyesi ile göz temasından bile kaçınır. Bu durum bütün dönem boyunca her derste tekrarlanır. Bu geleneksel uygulama, uzun yıllar boyunca bazı küçük değişiklikler ile yakın zamana kadar bütün dünyada devam etmiştir. Mühendislik öğreniminde yaşanan küçük değişiklikler olarak elektronik hesap makinelerinin kullanıma girmesi, dersliklerde data-show kullanımının yaygınlaşması ve ders notu dokümanlarının zenginleşmesi söylenebilir [3].

Ancak, son yıllarda dünyada bu geleneksel anlayışın değişmekte olduğu bir sürece girilmiştir. 2001 yılında ABD’de yapılan “Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu (ABET)” mühendislik öğrenimi yapan kurumlarda öğrencilerin bilgi, beceri ve profesyonel değerler bakımından değerlendirmesini yapmakta ve bu durumu belgelemektedir. Lisans düzeyindeki mühendislik öğreniminde ABET; öğrenciler, program eğitim amaçları, öğrenci çıktıları, sürekli iyileştirme, müfredat, akademik kadro, eğitim araçları ve kurumsal destek olmak üzere toplam sekiz ölçüt üzerinden inceleme yapmaktadır. Bu ölçütlerden çalışma konusuyla ilgili olan öğrenci çıktıları ise (a)’dan (k)’ya kadar toplam 11 (üzeri de olabilir) farklı yeteneğin öğrencilere kazandırılmasını öngörmektedir [4]. Bunlar içerisinde “(c) ekonomik, çevresel, sosyal, politik, etik, sağlıklı ve güvenli, üretilebilirlik ve sürdürülebilirlik gibi gerçekçi kısıtlar içerisinde kalarak istenilen gereksinimleri karşılayacak şekilde bir sistem, bileşen ya da süreci tasarlayabilmek” yeteneği esas olarak öğrencilere yenilikçi olabilmek yeteneği kazandırmayı amaçlamaktadır. Zira günümüzde yaşanmakta olan hızlı teknolojik gelişmeler

nedeniyle mühendislik tasarımları da sürekli bir değişkenlik içerisinde. Diğer bir deyişle, mühendislik tasarımları temel sınırlamalar dışında standartlar ve yönetmelikler ile kısıtlanamayacak kadar yeniliklere açık bir seyir izlemektedir. Bu nedenle, günümüzde artık bütün mühendislik tasarımlarında güncel çözümlerin ve yenilikçiliğin büyük önemi vardır. Her bir tasarım içerisinde mutlaka “fikri koruma” altına alınabilecek (patent alınabilecek) çözümlerin elde edildiği bir yöne doğru gidiş vardır.

Dünyanın gelişmiş birçok ülkesinde mühendislik öğrenim programlarında yeni paradigmanın benimsenmesi konusunda bazı akademik ve endüstriyel çevrelerin oldukça etkin bir şekilde çalışmakta olduğu görülmektedir. Örneğin “Amerikan Mühendislik Eğitim Derneği (ASEE)” tarafından periyodik olarak düzenlenmekte olan konferanslardan 2011 yılındakine ait makina mühendisliği bölümü altındaki konu başlıklarından ilki “yenileşimci öğretim ve öğrenme stratejileri”dir. Ayrıca ABD’deki “Ulusal Bilim Vakfı (NSF)” üniversitelerdeki yenileşimci mühendislik öğrenim programlarının yaygınlaşmasını gittikçe artan bir şekilde desteklemektedir. Vakıf öncülüğünde oluşturulmuş olan “mühendislik eğitim koalisyon programı” ABD’deki elliden fazla mühendislik okulunda programların geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapmaktadır [5].

Cambridge ve MIT arasında 2000 yılında ortaklaşa olarak oluşturulmuş olan CMI (Cambridge-MIT Institute); üniversiteler ve endüstri arasında bilgi alışverişini artırmak suretiyle üniversitelerde yenileşimciliği hızlandırmak amacıyla taşımaktadır [6]. CMI yenileşimci öğrenim programları; lisansüstü programlara yatırım yapmak, yeni dersler açmak ve lisans düzeyinde öğrenim konusundaki araştırma programları ile geliştirilmiştir. Ayrıca CMI’nın yenileşimci programları içerisinde çeşitli çalıştaylar ve öğrenciler ile profesyonellere yönelik çeşitli seminerler de yer almaktadır. Üniversitelerin, öğrencilerini yenileşimci mühendisler olarak yetiştirmek üzere üç temel alanda yoğunlaşmaları gerekmektedir: (1) Üniversite, öğrencilere verilen temel bilgilerin kavramsal bir şekilde anlaşılmasını sağlamalıdır, bu sayede öğrenci almış olduğu bilgiyi daha sonra yeni kavramlar geliştirmek üzere kullanabilir. (2) Üniversite, öğrencilerin uygun becerileri öğrenmesini sağlamalıdır. (3) Üniversite, ön-girişimcilik için fırsatlar yaratmalıdır. Bu çerçevede, donatılan öğrencilerin öz güvenlerinin gelişmesi ve yenilikçiliğin bir özelliği olan risk almayı da öğrenmeleri mümkün olacaktır [6].

Silveira vd. [7] tarafından sunulmuş olan çalışmada, mühendislik bölümlerinde yenileşim odaklı öğrenimin genel çerçevesi olarak: (a) bugünkü ham teknolojinin gelecekte gelişmesini sağlayacak olan takım çalışmasının özendirilmesi, (b) buluşların çevresel etkilerinin tam olarak anlaşılması, (c) problem çözme becerisi, (d) girişimci mantıkla sosyal ve

ekonomik gereksinimleri tahmin edecek piyasa vizyonu, (e) yenileşimci iletişim yaratma ve bilgi üretiminde ikinci bir yolda çalışma konusunda kişisel beceriler gibi yeni işlevler sıralanmaktadır. Aynı çalışmada, girişimci/yenileşimci mühendis nasıl yetiştirilir sorusuna verilen yanıtlar içerisinde derslerin uygulamalı, rekabetçi ve esnek olması, endüstride stajların periyodik olması ve bitirme projelerinin bu kapsamda yapılması, yeni ürünler/patentler/fikri mülkiyet geliştirmeye odaklanmış uygulamalı disiplinlerin başlatılması yer almaktadır.

Ülkemizdeki mühendislik öğrenimi ile ilgili olarak; Türkiye ve KKTC’deki mühendislik eğitimi veren fakültelerin dekanlarından oluşan Mühendislik Dekanları Konseyi (MDK) tarafından 2002 yılında kurulmuş olan Mühendislik Değerlendirme Kurulu (MÜDEK), farklı disiplinlerdeki mühendislik eğitim programları için akreditasyon, değerlendirme ve bilgilendirme çalışmaları yaparak Türkiye’de mühendislik eğitiminin kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. MÜDEK tarafından gözetilen program ölçütleri ABET tarafından ortaya konulmuş olan ölçütler ile paraleldir. MÜDEK program çıktıları arasında 10. sırada yer alan “proje yönetimi ile risk yönetimi ve değişiklik yönetimi gibi iş hayatındaki uygulamalar hakkında bilgi; girişimcilik, yenileşim ve sürdürülebilir kalkınma hakkında farkındalık” [8] ifadesi ile mühendislik programlarının yenileşim özelliğini de içermesi gerektiği dile getirilmektedir. Bütün bu olumlu ve yapıcı yönlerine rağmen, dünyadaki diğer örgütler gibi MÜDEK de genel ilkeler ortaya koymakta ve programların içeriklerindeki iyileştirmeler ve değişiklikler konusunda detaylara girmektedir.

3. MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ YENİLEŞİMCI ÖĞRENİM PROGRAMI

Makina mühendisliği öğreniminde yeni paradigmanın uygulamaya girebilmesi ve etkinlik kazanabilmesi için, programlar konusunda belirlenmiş olan genel ilkelere uygun olarak bazı somut düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda önerilen yeni programın içeriğinde yapılması gereken iyileştirmelerin dayanağı olan argümanlar açık bir şekilde ortaya konulmalıdır. Diğer bir deyişle, yenileşimci bir makina mühendisliği öğrenim programında yer alacak olan yeni bileşenler (ders, uygulama, deney vb.) için somut örnekler üzerinde değerlendirme yapılmalıdır.

Yenileşimci makina mühendisliği öğrenimi konusunda dünyada ortaya çıkmış olan yeni paradigmanın ana unsurları olarak; temel dersler kapsamında kavramsal bakış kazandırmak, diğer disiplinlere merak uyandırabilmek, gerekli pratik becerileri (el becerisi, problem çözme becerisi vb.) kazandırabilmek, tasarım çalışmalarında patent odaklı düşünmeyi benimsetmek sıralanabilir. Bu kapsamda, ülkemizde yürütülmekte olan ortalama bir makina mühendisliği öğrenim programı

referans olarak seçilerek, yukarıda sıralanan yenileşimci paradigma bileşenlerinin bu programa nasıl ve hangi aşamalarda uyarlanması gerektiği üzerinde durulacaktır.

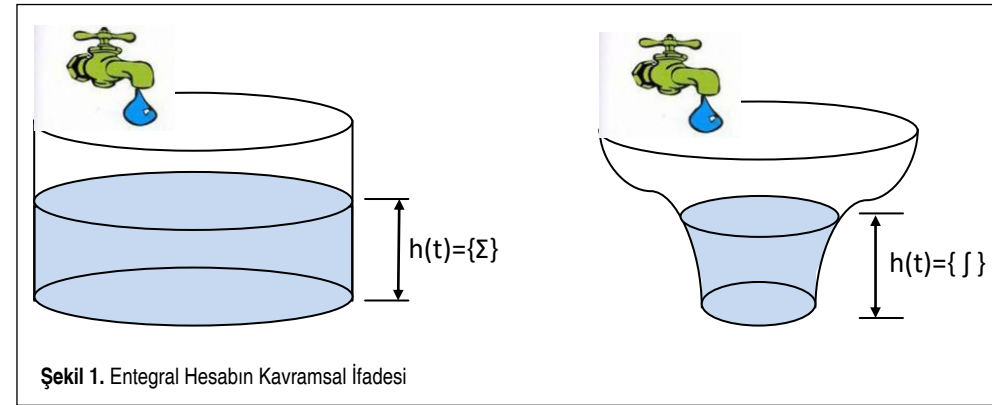
3.1 Tasarım Zekâsı

Herhangi bir konuda tasarım çalışması yapabilmenin ön koşulu doğal olarak o konuda yeterli bilgi birikimine sahip olmaktır. Test edilmiş ve denemeden geçirilerek olgunlaştırılmış olan bilgi, iyi bir tasarım için gereklidir. Ancak orijinal tasarımlar için mutlaka farklı bakış açısına sahip olmak ve kavramsal düşünebilmek gibi özelliklere gerek duyulur. Öğrencilere bu özellikleri kazandırabilmek amacıyla, mühendislik öğrenim programında birinci sınıftan başlayan bazı düzenlemeler yapılmalıdır.

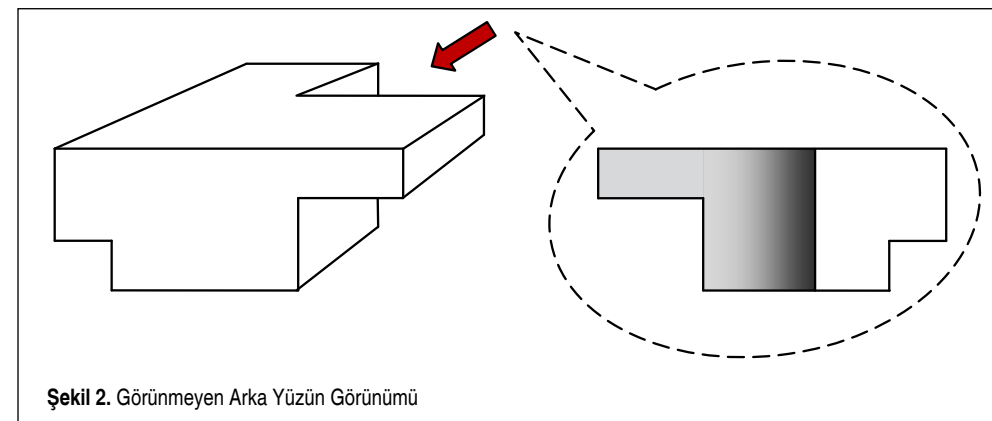
Ülkemizdeki mevcut makina mühendisliği lisans programlarının birinci sınıflarında verilmekte olan matematik, fizik, kimya, teknik resim, bilgisayar gibi temel dersler için yazılmış olan içerikler oldukça tatmin edici görünmektedir. Ancak bu derslerin yenileşimci olmayı hedefleyen bir program dâhilinde yürütülmesi konusunda eksiklikler vardır. Makina mühendisliği programındaki temel dersler, ilgili üniversitelerin fen fakültelerindeki öğretim üyesi kadrosu tarafından servis dersi olarak yürütülmektedir. Bu durumda temel ders, mevcut içeriğine bağlı bir şekilde ve bütün mühendislik bölümlerinin ortalaması olacak şekilde soyut örnekler üzerinde ve kavramsal olmaktan uzak kalarak yürütülmektedir. Oysaki temel ders paketi içerisinde yer alan diferansiyel ve entegral hesap, iş, enerji, güç, kuvvet gibi kavramların somut mühendislik örnekleri seçilerek bunların üzerinden aktarılması (Şekil 1), Taylor ve Fourier serilerinin mühendislik uygulamalarındaki kullanım yerlerinin öğretilmesi gibi noktaların üzerinde dikkatle durulmalıdır. Temel derslerde anlatılan konuların uygulamada nerede kullanıldığının öğrenciye anlatılması onda merak ve öğrenme ihtiyacı doğurur ve teorik konular gereksiz ve sıkıcı olmaktan çıkar. Bunu gerçekleştirebilmek için temel bilimlerde (matematik, fizik, kimya vb.) ders anlatacak öğretim üyeleri, ilgili mühendislik alanlarında doktora yapmış olanlardan seçilebilir. Bu nedenle, bu dersleri yürütecek özel bir kadronun fen fakülteleri içerisinde oluşturulması şeklinde bir planlamanın yapılması gerekmektedir.

Öte yandan, makina mühendisliği programlarında yer alan mevcut birinci sınıf derslerinin yanı sıra, üç boyutlu düşünebilmenin önünü açan, tasarı-derinlik-arka plan-izdüşüm-mantık gibi kavramların geliştirilmesine yönelik bir dersin programa alınması önemlidir. Bu ders ile öğrencinin üç boyutlu düşünebilmesi ve belirli bir perspektif görüntü için görünen yüzlerden yola çıkarak görünmeyen yüzün zihinde tam olarak canlandırılabilmesi amaçlanmalıdır (Şekil 2). Perspektif görüntülerin belirli düzlemlerdeki izdüşümleri ve kesit görüntülerin canlandırılabilmesi gibi ufuk açıcı çalışmalara yer verilmelidir. Önerilen bu ders; kısıtlı sayıda veri kullanarak sonuca ulaşma, analitik düşünme, bulanık mantık, algoritma geliştirme vb. gibi içerikler ile de zenginleştirilmeli ve öğrenciler için ilgi çekici ve zevkli bir yapıda sunulmalıdır.

Öte yandan, makina mühendisliği programlarında yer alan mevcut birinci sınıf derslerinin yanı sıra, üç boyutlu düşünebilmenin önünü açan, tasarı-derinlik-arka plan-izdüşüm-mantık gibi kavramların geliştirilmesine yönelik bir dersin programa alınması önemlidir. Bu ders ile öğrencinin üç boyutlu düşünebilmesi ve belirli bir perspektif görüntü için görünen yüzlerden yola çıkarak görünmeyen yüzün zihinde tam olarak canlandırılabilmesi amaçlanmalıdır (Şekil 2). Perspektif görüntülerin belirli düzlemlerdeki izdüşümleri ve kesit görüntülerin canlandırılabilmesi gibi ufuk açıcı çalışmalara yer verilmelidir. Önerilen bu ders; kısıtlı sayıda veri kullanarak sonuca ulaşma, analitik düşünme, bulanık mantık, algoritma geliştirme vb. gibi içerikler ile de zenginleştirilmeli ve öğrenciler için ilgi çekici ve zevkli bir yapıda sunulmalıdır.



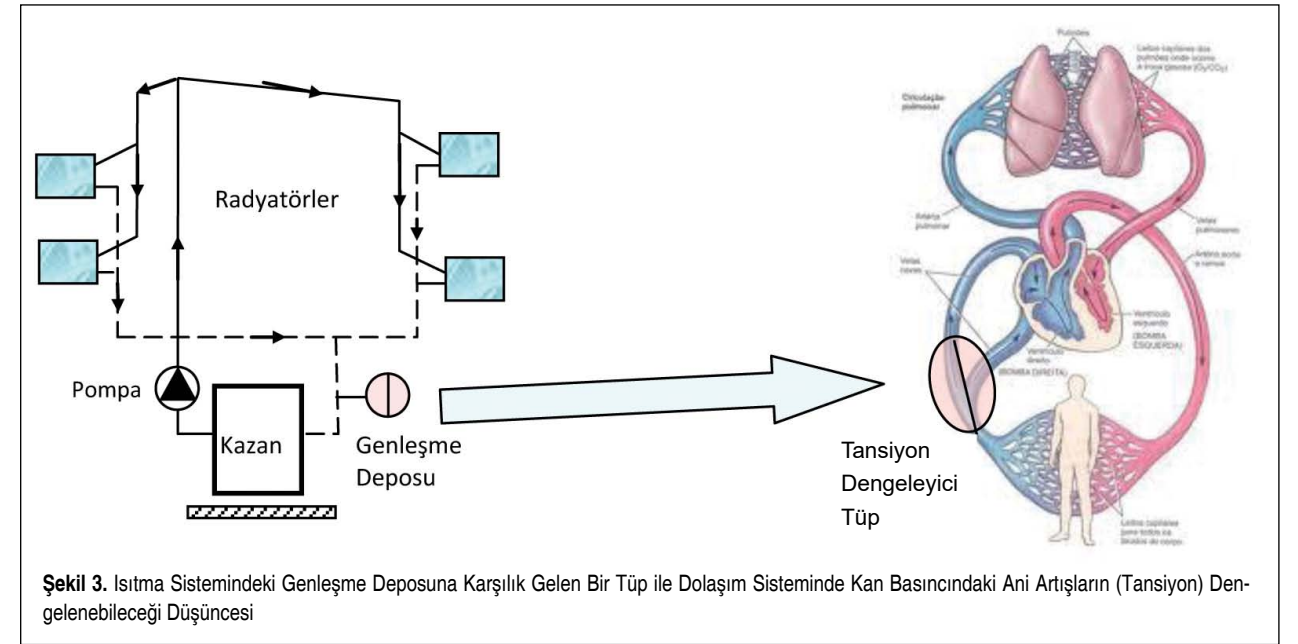
Şekil 1. Entegral Hesabın Kavramsal İfadesi



Şekil 2. Görünmeyen Arka Yüzün Görünümü

3.2 Farklı Disiplinlerden Beslenmek

Günümüzde kullanılan teknoloji ürünleri ve yenilikçi tasarımlar büyük ölçüde disiplinler arası çalışmalar sonucunda geliştirilmektedir. Yeni gelişmekte olan biyoteknoloji, mekatronik, nano mühendislik, gen mühendisliği, biyomekanik vb. alanlar, klasik disiplinlerin birbirine yaklaşması ile ortaya çıkmıştır. Yeni disiplinler arası çalışma alanları gelecekte de artan bir hızla orta-



Şekil 3. Isıtma Sistemindeki Genleşme Deposuna Karşılık Gelen Bir Tüp ile Dolayım Sisteminde Kan Basıncındaki Ani Artışların (Tansiyon) Dengelenebileceği Düşüncesi

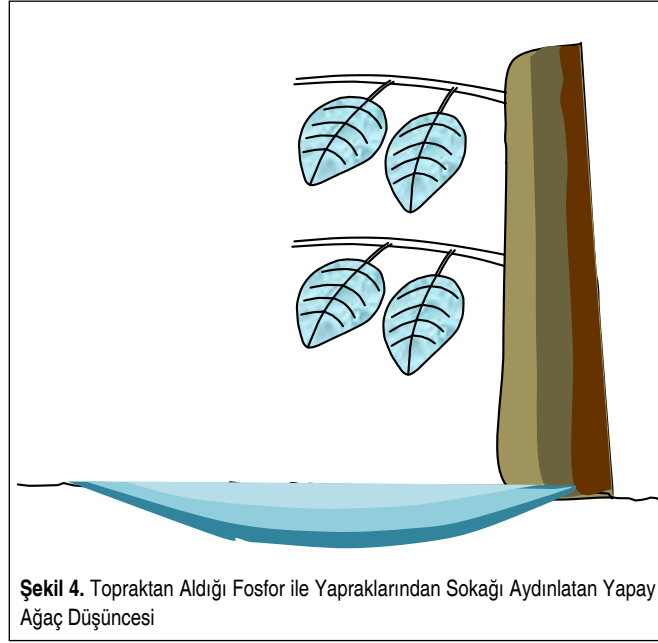
ya çıkmaya devam edecektir. Örneğin biyoloji-makine mühendisliği, ziraat-elektronik mühendisliği, tıp-havacılık-uzay, mekatronik-biyoloji gibi yeni disiplinler arası alanların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Dolayısıyla bu süreç, iyi analiz edilerek mühendislik öğrenim programları ile ilişkilendirilmeli ve klasik programlar yeni ve dinamik bir görünüme kavuşturulmalıdır.

Yenileşimci makina mühendisliği programlarının yenileşimci tasarım anlayışı kazanmış mühendisler yetiştirmesinde öngörülmesi gereken ikinci aşamada, öğrencilerin farklı disiplinlere ilgi duymalarını sağlamak gerekmektedir. Salt mühendislik bilgileri ile donatılmış bir mühendisin diğer disiplinlere ait temel bilgileri de gerektiren yenilikçi ürünler tasarlaması için gerekli olan altyapıya tam olarak kavuştuğu söylenemez. Bu nedenle, makina mühendisliği lisans öğreniminin ikinci sınıf düzeyinde ve üçüncü sınıfın bir döneminde, öğrencilerin hem mühendislik disiplini içerisinde fakat farklı bölümlerin programlarında yer almakta olan elektronik, termodinamik, ulaşım, gemi elemanları, uydu teknolojisi vb. gibi dersleri, hem de mühendislik disiplini dışında kalan biyoloji, botanik, anatomi, kuantum fiziği, biyokimya vb. gibi dersleri seçmeli olarak almaları sağlanmalıdır. Bu derslerin seçiminde, öğrencinin üst sınıflarda yapacak olduğu tasarım çalışmalarında ele alacağı konuya olan yakınlık ile ilgili olarak öğrenciler yeterince bilinçlendirilmeli, bu derslerin mesleki yetkinlik konusundaki önemli rolü mutlaka vurgulanmalıdır.

Mühendislik öğrencilerinin ilgi duyduğu diğer disiplinlerden alacağı derslerin öğrencinin kendi mesleki gelişimi ile olan ilişkisi Şekil 3'te görülen somut bir tasarım düşüncesi üzerinde görülmektedir. Buradaki örnekte yer alan kan basıncı

(tansiyon) dengeleyici tüp, klasik bir ısıtma sisteminde yer alan genleşme deposunun karşılığıdır. Kendi mühendislik disiplini içerisinde ısıtma tesisatında ortaya çıkan basınç artışlarını karşılayarak, tesisatın yüksek basınçtan etkilenmesini önleyen genleşme tüpünün işlevini iyi bilen bir öğrencinin, insan kan dolaşım sistemi ile benzerlik kurması ve bu çözümü orada da uygulayabilmesi için kan dolaşım sistemini tanıması ve burada yaşanan sorunları bilmesi gerekir. Bu örnekte yer alan tansiyon dengeleyici tüpün boyutları, malzemesi, çalışma prensibi, dolaşım sisteminde uygulanacağı yer gibi tasarım parametrelerine yanıt verebilmek için belirli bir anatomik bilginin olması gerekmektedir.

Yenileşimci mühendislik öğrenim programında farklı disiplinler ile tanışmanın önemi üzerine verilebilecek diğer bir orijinal (henüz uygulanmayan) örnek; Şekil 4'te görülen ve topraktan aldığı fosfor ile geniş yapraklarından sokağı aydınlatan yapay ağaç düşüncesidir. Bu düşüncenin gerçeğe dönüşmesi ve uygulamaya girmesi şüphesiz ki oldukça geniş bir botanik, biyoloji, elektrik, makina, kimya bilgisi ve çalışmasını gerektirir. Bu türden yapay bir ağacın herhangi bir ek enerji kullanmadan sadece güneşten alacağı ışınım ile bütün bu işlemi yapabilecek şekilde bir tasarımın yapılabilmesi için biyoloji ve makina mühendisliği formasyonu gerekirken, köklerden yaprağa kadar fosforun yürümesi ve toprağın içeriğinin belirlenmesi konusunda botanik bilimine gereksinim duyulacaktır. Bu "sihirli ağaç" aydınlatma yaparken gerek duyulacak olan fosfor miktarı hesabı için elektrik mühendisliği bilgisi kullanılacaktır. Bu tür bir tasarım çalışmasında ortaya çıkacak olan zorlukların ötesinde önemli olan unsur, yenilikçi düşünce anlayışının öğrencilerde yerleşmesini sağlayacak şekilde



Şekil 4. Toprakтан Aldığı Fosfor ile Yapraklarından Sokağı Aydınlatan Yapay Ağaç Düşüncesi

mühendislik öğrenim sisteminin geliştirilmesi ve uygulanmasıdır.

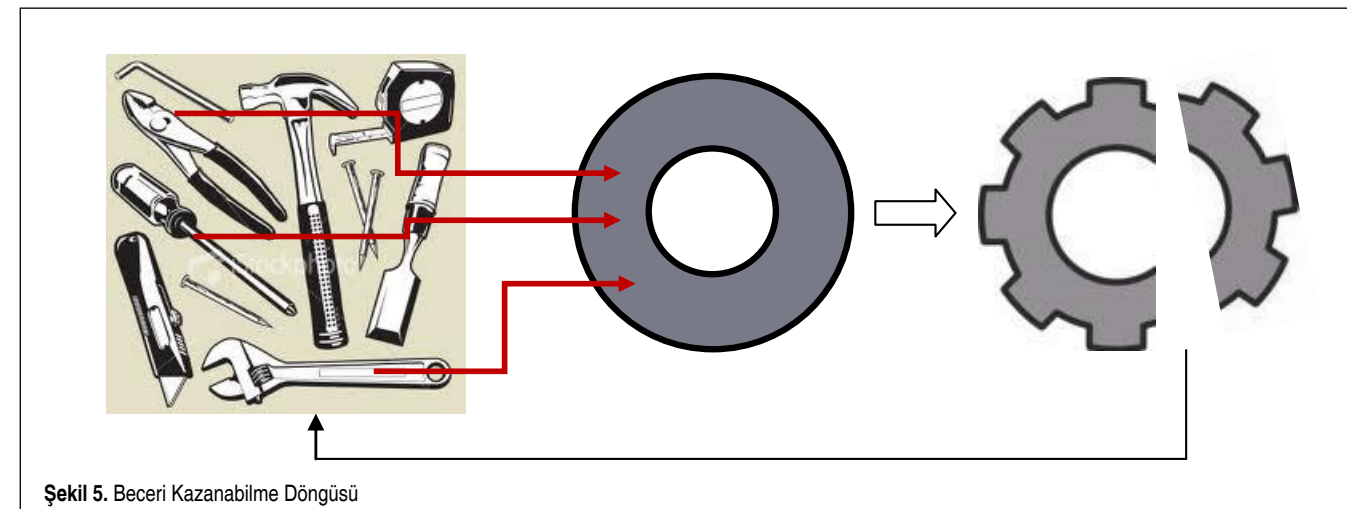
3.3 Üretim Becerisi

İnsan düşüncesinin ürünü olan tasarımların uygulamada yer bulması ve ticarileşebilmesi için uygun yöntemlerle üretilmesi ve piyasaya sunulması gerekmektedir. Yenilikçi ürünler için en önemli kısıtlardan bir tanesi de kolay üretilebilirliktir. Dolayısıyla, yenilikçi düşünce ürünlerinin endüstriyel anlamda üretimlerinin yapılabilmesi için üretim teknikleri hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Klasik makina mühendisliği öğrenim programlarında üretim yöntemleri ile ilgili olarak öğrencilere yeterli teorik bilgilendirme yapılmaktadır. Bu dersler kapsamında metal işleme, döküm, kaynak, plastik şekil verme, malzeme geliştirme vb. konular yer almakta ve

öğrencilere üretim teknikleri konusunda temel bilgiler kazandırılmaktadır. Bu dersler üretim teknikleri ile ilgili genel bilgileri içermekte olup, bir kısmında laboratuvar uygulaması da yapılmaktadır.

Klasik makina mühendisliği öğrenim programlarında teorik derslerin yanı sıra, öğrencilere pratik kazandırmayı amaçlayan staj, deney ve laboratuvar uygulamaları da yer almaktadır. Ancak üniversitelerin yapısal sorunlarından kaynaklanan nedenlerle bu uygulamaların önemli bir kısmı gereken düzeyde yapılamamaktadır. Özellikle staj konusunda işletmelerin isteksiz yaklaşımı ve öğrencilerin çoğunluğunda var olan motivasyon eksikliği nedeniyle amacın dışına çıkılarak sadece formalite yerine getirilmektedir. Bu konuda ülkemizdeki büyük endüstri kuruluşları ile üniversitelerin mühendislik fakülteleri arasında çok daha yakın ve gerçekçi bir işbirliğine gidilmesi ve konuya yasal düzenlemeler esasında bakılması ile amaca uygun sonuçlar elde etmek mümkündür. Makina mühendisliği öğreniminin tam anlamı ile yenilikçi bir içerik kazanabilmesi ülkemizdeki üniversite-sanayi işbirliğinin gelişmesine doğrudan bağlıdır.

Üniversitelerimizin finansal kaynak sorunları ve kısıtlı bütçesi nedeniyle, mühendislik öğreniminde gereksinim duyulan laboratuvar sarf malzemeleri ve deney gereçlerinin temini konusunda sorunlar yaşanmaktadır. Herhangi bir konuda tasarım projesi yapan bir öğrencinin bu tasarımını uygun malzemeler ile bir laboratuvar modeli olarak ortaya koyması sonucunda, öğrencinin hem el becerisi gelişecek hem de bu küçük özel üretimden çok büyük dersler çıkarılacaktır (Şekil 5). Tasarım projesine ait uygulamada öğrenci, kaynak, yapıştırma, sıkı geçme, perçin, pim gibi bağlantı elemanlarının kullanılmasını öğreneceği gibi, malzeme seçiminde gerçekçi olmayı kavrayacak ve daha da önemlisi yapacak olduğu basit hatalardan ders çıkartarak gelecekteki mühendislik yaşamının kalitesine yatırım yapmış olacaktır.



Şekil 5. Beceri Kazanabilme Döngüsü



Şekil 6. Merkezi Bir Klima Santraline Kokulandırma Sisteminin Eklenmesi

3.4 Patent Odaklı Tasarlamak

Günümüzde mühendislik için; çevre ve ekonomi kısıtları içerisinde kalarak, insan yaşamını kolaylaştıran ve yaşama kalite katan tasarımlar yapmak, bu tasarımların üretimini ve gerektiği gibi işletilmesini sağlamak tanımı yapılabilir. İnsan yaşamında kalite arayışı ucu açık bir süreç olduğuna göre, mühendisin yapacağı tasarımların da zaman içerisinde değişim ve gelişim göstermesi doğaldır. Günümüzde her alanda inanılmaz düzeye ulaşmış olan ürün çeşitliliği içerisinde yenileşimci ürünlerin payı her geçen gün daha da artmaktadır. Önceden bilinmeyen ve yeni bir düşüncenin ürünü olarak geliştirilen tasarımlar için varılması gereken son nokta, bu ürünün patentlenmesi ve bu sayede fikri koruma altına alınması olmalıdır. Bu bağlamda, yenileşim ile patent arasında çok yakın bir ilişki vardır. Günümüzde kullanıma girmiş olan ve patenti alınmamış olan, ancak içeriği gizliliğini koruyan çok az sayıda ürün de mevcuttur. Ancak çalışma prensibi ve bütün tasarım detayları açıkça görülebilen yenileşim ürünlerinin patent koruması altına alınması bir zorunluluktur.

Makina mühendisliği öğrenim programlarındaki tasarım ve uygulama dersleri özellikle dördüncü yılda seçmeli dersler olarak yer almaktadır. Dört yıllık programın kendi hiyerarşik yapısına uygun bir şekilde son sınıf programında yer alan bu seçmeli derslerde, mühendislik bilgilerine dayalı olarak yapılan özel uygulamaların detayları öğretilmektedir. Makina mühendisliği disiplininde yer alan "Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme" ya da "Buhar Kazanları ve Isı Değiştirgeçleri" gibi dersler bu kapsamdadır. Mühendislik programlarında tamamlayıcı işlev üstlenen bu türden derslerde amaca yönelik teorik bilgiler ve tasarım ilkeleri öğrencilere aktarılmakta ve sınavlarında öğrencilerin almış oldukları bu bilgiler ölçülmektedir. Ancak, ülkemizdeki bazı istisnalar hariç olmak üzere, öğrencilerin almış oldukları bu tasarım bilgilerini "kullanabilme becerisi" konusunda herhangi bir ölçme ve değerlendirme yapılmamaktadır. Diğer bir deyişle, tasarım dersleri ile hedeflenen amaca ulaşılamamaktadır.

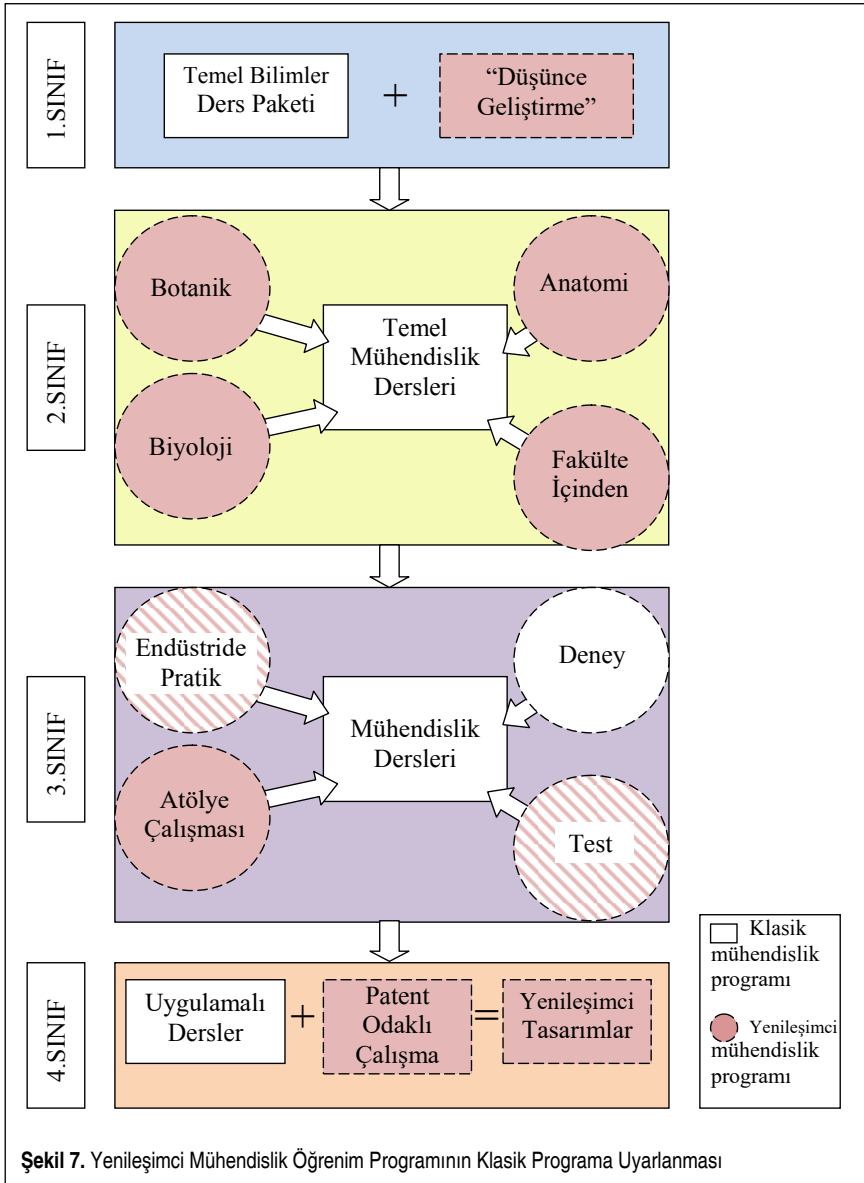
Yenileşimci makina mühendisliği öğrenim programında öncelikli olarak, ısıtma tasarımı ve mekanik tasarımı grupları altında yer almakta olan tasarım dersleri kapsamında her bir öğrencinin kesinlikle bir tasarımı kendi yetenekleri ölçüsünde yapması sağlanmalıdır. Bu sayede, öğrencinin kazanmış olduğu mühendislik altyapısının test edilmesi sağlanacaktır. Bu ilkenin yanı sıra, yenileşimci özellik kazanmış bir program içerisinde, öğrencilerin yapacağı tasarımların mutlaka "orijinal" ve hatta patentlenebilir unsurlar taşıması özendirilmeli ve desteklenmelidir. Diğer bir deyişle, herhangi bir konuda, öğrenciler tarafından yapılacak olan tasarımların mühendislik ilkelerine ve teknik verilere uygun olması ön koşuluna ek olarak, daha önceden bilinmeyen ve "hiç düşünülmemiş olan" çözümleri de içermesi hedeflenmelidir. Örneğin herhangi bir AVM için ısıtma-havalandırma-iklimlendirme projesini yapacak olan bir öğrenci grubundan daha önce hiç uygulanmayan ve kullanımda olmayan yenileşimci çözümler üretmesi ve bu projede uygulaması beklenmelidir (Şekil 6). Bu hedefi benimseyerek tasarım projesine başlayan öğrencilerin proje hazırlama süreci içerisinde mutlaka iyi ya da kötü orijinal çözümler üretmesi beklenmelidir. Bu türden bir uygulamanın üst makamlarca özendirilerek ve desteklenerek yaygınlaşip kök salması ile zengin bir yenileşimci çözüm sürecine girilmesi kuvvetle olasıdır. Öğrencilerin üretecek oldukları yenileşimci çözümlerin karşılığını kendi adlarını taşıyan patentler ile alması mühendislik öğrenimini de "çok ayrıcalıklı ve özel bir yere" taşıyacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, üniversitelerin mühendislik fakültelerinde yürütülmekte olan eğitim-öğretimin yenileşimci bir içeriğe kavuşturulması konusunda yapılması gereken ek düzenlemeler kuramsal olarak incelenmiştir. Dört yıllık lisans öğreniminin her bir yılında yapılması gerekenler ve atılması gereken adımlar Şekil 7'de yer alan şemada görülmektedir. Buna göre, mevcut mühendislik öğrenim programının yenileşimci bir içerik kazanması bir ölçüde müfredat ile ilgili iken, önemli ölçüde üniversite yönetimlerinin bakış açısına ve akademik kadronun niteliğine bağlıdır.

Yenileşimci mühendislik öğrenim programına orta vade (OV) ve uzun vadede (UV) geçiş için yapılması gereken düzenlemeler ve atılması gereken adımlar şu şekilde sıralanabilir:

- ❖ Programın birinci sınıflarında yürütülmekte olan temel bilimler ders paketlerinin mühendislik fakültelerindeki akademisyen kadrosu tarafından yürütülmesi ya da fen fakülteleri bünyesinde bu dersleri yürütecek özel bir kadronun oluşturulması (OV).
- ❖ Temel bilimler ders paketinde verilmekte olan bütün bilgilerin kavramsal (somut) olması ve derslerin içeriklerinde mühendislik uygulamalarına ait örneklere yer verilmesi (OV).



- ❖ Temel bilimler ders paketine; üç boyutlu tasarım, analitik düşünme, bulanık mantık, algoritma geliştirme vb. konulardan oluşan bir içeriğe sahip "düşünce geliştirme" gibi bir dersin eklenmesi (OV).
- ❖ Temel mühendislik ve mühendislik derslerinin yanında, öğrencilerin fakülte içinden ve dışından farklı disiplinlere ait "botanik", "biyoloji", "anatomi", "kuantum fiziği" gibi temel dersleri de almalarını sağlayacak düzenlemelerin yapılması (OV).
- ❖ Program içerisinde yer alan üretim yöntemleri derslerinde öğrencilerin el becerilerini geliştirecek uygulamalara yer verilmesi ve üniversite-sanayi işbirliğini yeni esaslara bağlayacak yasal düzenlemelerin yapılması (UV).

- ❖ Öğrencilerin tasarım çalışmalarında mutlaka patentle sonuçlanacak orijinal çözümler üretmelerini sağlayacak bir programın oluşturulması (UV).
- ❖ Yenileşimci mühendislik öğrenim programına uyum sağlayacak ve bu programı uygulayacak akademik kadroların yetiştirilmesi (UV).

KAYNAKÇA

1. Adams, J. L. 2004. "Bir Mühendisin Dünyası," TÜBİTAK, Ankara.
2. TMMOB. 2009. "Türkiye'de Mühendis-Mimar-Şehir Plancısı Profil Araştırması, ISBN: 978-9944-89-744-0, Ankara.
3. Rugarcia, A., Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E. 2000. "The Future of Engineering Education-I.A Vision for a New Century," Chemical Engineering Education, vol. 34, no.1, p. 16-25.
4. ABET. 2010. "Criteria for Accrediting Engineering Programs-Effective for Evaluations During the 2011-2012 Accreditation Cycle," <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/abet-eac-criteria-2011-2012.pdf>, son erişim tarihi: 19.03.2016.
5. Prados, J. W. 1998. "Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future," <http://eric.ed.gov/?id=ED440863>, son erişim tarihi: 19.03.2016.
6. Crawley, E. F. 2007. "CMI-A Bold Experiment in International Partnership," <http://web.mit.edu/fnl/volume/195/crawley.html>, son erişim tarihi: 19.03.2016.
7. Silveira, M. A., Scavarda-do-Carmo, L. C., Pimenta-Bueno, J. A. 2002. "Innovation and Engineering Education," International Conference on Engineering Education, 18-22 August 2002, Manchester.
8. MÜDEK. "Mühendislik Lisans Programları Değerlendirme Ölçütleri," [http://www.mudek.org.tr/doc/tr/MUDEK-Degerlendirme_Olcutleri_\(2.0.0-26.12.2008\).pdf](http://www.mudek.org.tr/doc/tr/MUDEK-Degerlendirme_Olcutleri_(2.0.0-26.12.2008).pdf), son erişim tarihi: 19.03.2016.