

Mekanik Tasarım

Öğrenim Amaçları

Bu bölümün sonunda öğrencinin aşağıdaki kazanımları elde etmesi hedeflenmektedir.

- Bir mekanik tasarım sürecinin kapsadığı önemli adımları ana hatlarıyla belirtebilmek.
- Toplumun karşılaştığı teknik, global ve çevresel zorlukları çözmek için mekanik tasarımın önemini kavramış olmak.
- Etkin şekilde yapılmış ürün, sistem ve süreçlerin tasarımında yeniliğin önemini kavramış olmak.
- Mühendislikte çoğul disiplinli ekipler, işbirliği ve teknik iletişimin önemini kavramış olmak.
- İmalatta kullanılan bazı süreçler ve makine elemanları ile aşinalık kazanmış olmak.
- Mühendisliğin ticari yönünde, yeni geliştirilen bir teknolojinin korunmasında patentlerin nasıl kullanıldığını anlamış olmak.
- Mekanik tasarım, analiz ve imalat arasında bağlantı kurmada bilgisayar destekli mühendislik yazılım araçlarının rolünü tanımlayabilmek.

ÇÖZÜM BEKLEYEN PROBLEMLER

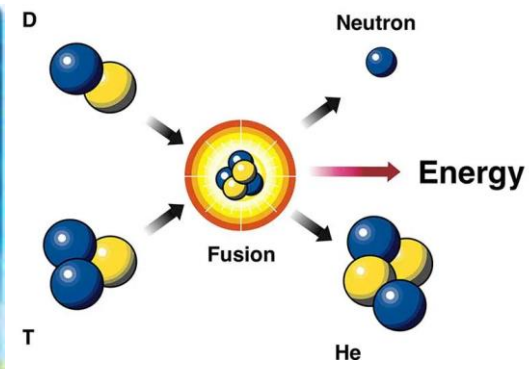
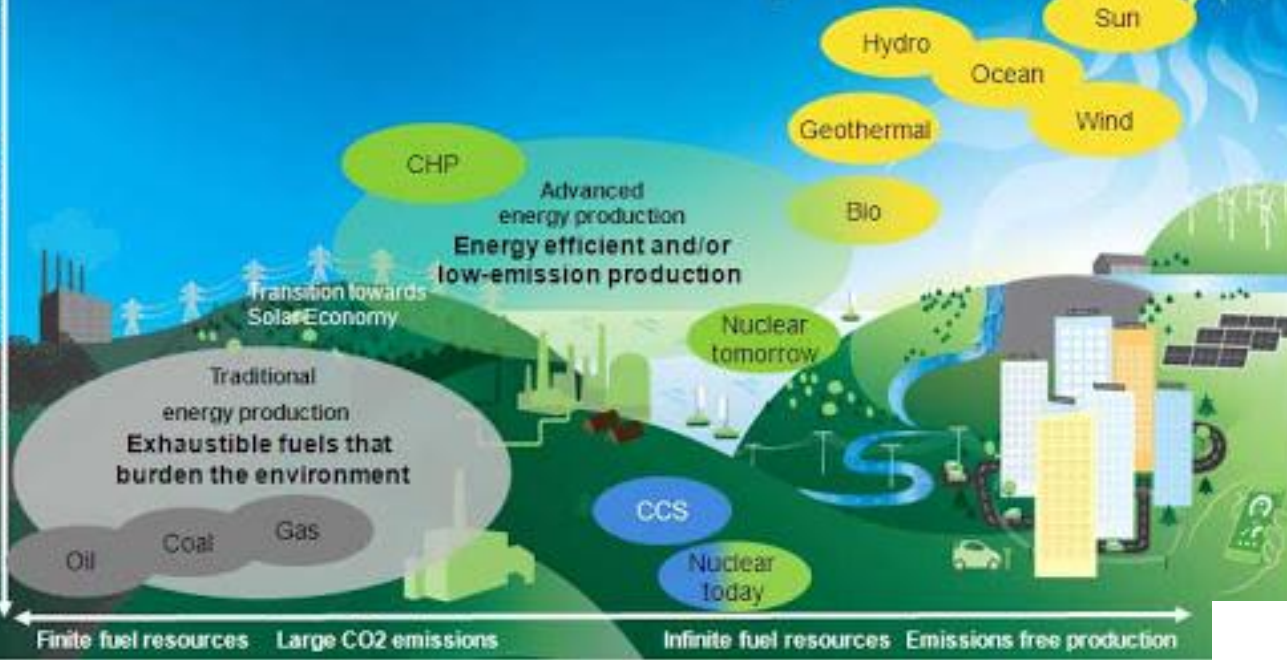
????????

Transition towards Solar Economy

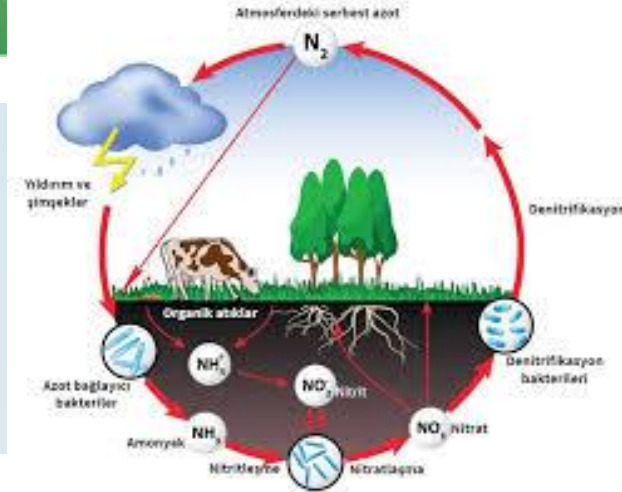
High
Resource & system efficiency
Low

Solar Economy

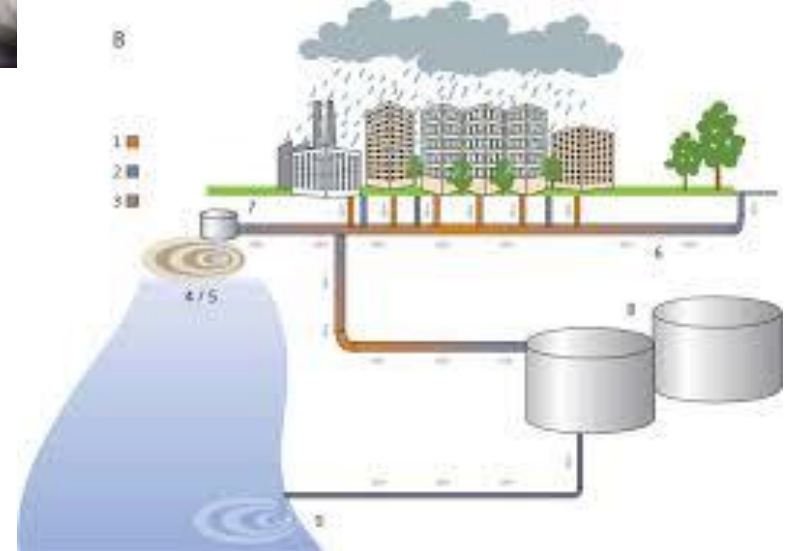
Solar based production with high overall system efficiency



- Güneş enerjisinin ekonomik hale getirilmesi
- Füzyondan enerji sağlanması
- Karbon ayrıştırma yöntemlerinin geliştirilmesi
- Nitrojen döngüsünün idare edilmesi

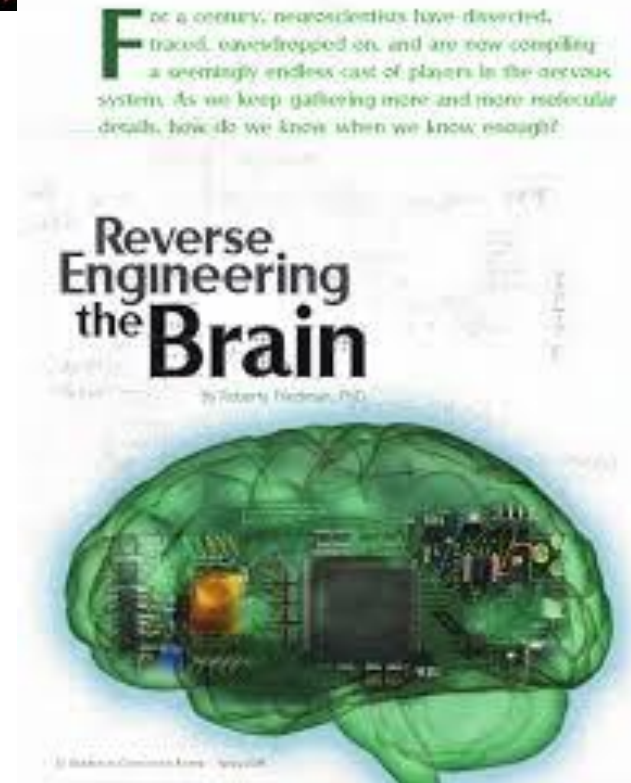


- Temiz suya erişim sağlanması
- Şehir altyapısının onarılması ve iyileştirilmesi
- Sağlık bilgi yönetiminin ilerletilmesi
- Daha iyi ilaçların yapılması





- Beynin tersine mühendisliğinin yapılması
- Nükleer terörün engellenmesi
- Siber alanın güvenli hale getirilmesi



- Sanal gerçekliğin artırılması
- Bireysel öğrenmenin ilerletilmesi
- Bilimsel buluş araçlarının yapımı

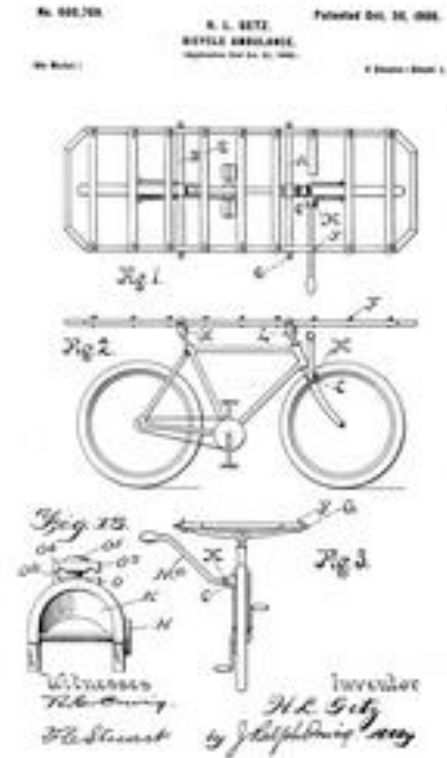


ULAŞIM ???????

ŞEHİR ULAŞIMINDA
BİSİKLET

ÜRÜN ARKEOLOJİSİ

1. *Hazırlık*: Piyasa araştırması, patent aramaları ve mevcut ürünlerle karşılaştırma dâhil, bir ürün hakkında geçmiş araştırması.
2. *Kazı*: Ürün kazısı yapmak, bileşen analizi yapma, fonksiyonel tanım oluşturma ve ürünün tekrar monte edilmesi.
3. *Değerlendirme*: Mevcut ürünler ile karşılaştırma, malzeme ve ürün testleri yapma.
4. *Açıklama*: Ürünün tasarımını şekillendirmiş olan ve mevcut halde benzer ürünlerin tasarımını şekillendiren global, ekonomik, çevresel ve toplumsal sorunlar hakkında sonuçlar çıkarmak.



Global bağlamda bisikletler:

- Bisikletler Afrika'nın alt Sahara bölgesinde ambulans olarak kullanılmaktadır.
- Japonya'da o kadar çok bisiklet vardır ki, bisiklet parkı için bina inşa etmişlerdir.
- Hollanda gibi ülkelerde, sadece bisikletler için oluşturulmuş, şeritler, trafik ışıkları, park bölgeleri, yol işaretleri ve tünellerin bulunduğu tam ulaşım altyapıları vardır.
- Çin'de kullanılan bisikletlerin birçoğu elektrikli.

Sosyal bağlamda bisikletler:

- Birçok bisiklet kafesi organik gıda sunmaktadır ve kasabayı turlamaları için insanlara bisiklet ödünç vermektedir.
- Henry Ford bir bisiklet tamircisi idi ve Wright kardeşler ilk uçuşları için bisiklet boruları kullandılar.
- Bisiklet, kadınların eşit haklara kavuşmalarının bir parçası olarak kendi aralarında, sözde akla yatkın bir elbise gibi, katalizör görevi gördü.

Bisikletlerin çevresel etkisi:

- Avrupa'da birçok bisiklet paylaşma programı mevcuttur.
- Karbon atılımını azaltmak için insanların işe bisiklet ile gitmeleri konusunda teşvik etmek için bol çeşitlilikte programlar mevcuttur.
- Öğrenciler, Amerika Birleşik Devletleri şehirlerinde bisiklet ile işe gidip gelenler hakkında birçok istatistik bulmuşlardır.
- Aynı zamanda, bisiklet verimliliği ve ölüm oranlarını da çıkarmışlardır.

Bisiklet tasarımımda ekonomik sorunlar:

- Üretim, işletim ve bakım masrafları dâhil, bisikletlerin göreceli olarak otomobillere göre fiyatları,
- Plastik bisikletler ile geleneksel malzemeler ile yapılan bisikletler arasındaki fiyat artı ve eksileri,
- Bisikletler, ulaşımın belirgin bir parçası olduğu zaman sağlık harcamalarının düşmesi.

Tasarım ekibi nasıl kurulmalı

- Kolektif başarıları için kendi üyeleri arasında bir sorumluluk anlayışı geliştirme,
- Her bir ekip üyesinin tartışmaya katkıda bulunabilmesini sağlayarak, değişik fikir ve çözümler hakkında tartışma ve görüş ve alışverişinde bulunma,
- Üyelerin kendi fikirlerini açıklayabilme ve beraberce öğrenmelerine izin verme,
- Tüm ekip üyeleri hem fikir olmasa da, ekibin genel olarak en iyi kabul ettiği kararların desteklenmesi,
- Teknik, global, sosyal, çevresel ve ekonomik sorunları sıra dışı ve verimli bir yolla çözüme kavuşturan yenilikçi çözümlerin desteklenmesi.

TASARIM SÜRECİ

Sitil

Yüksek



Düşük



Düşük

Yüksek

Teknoloji

Sıtıl

Yüksek



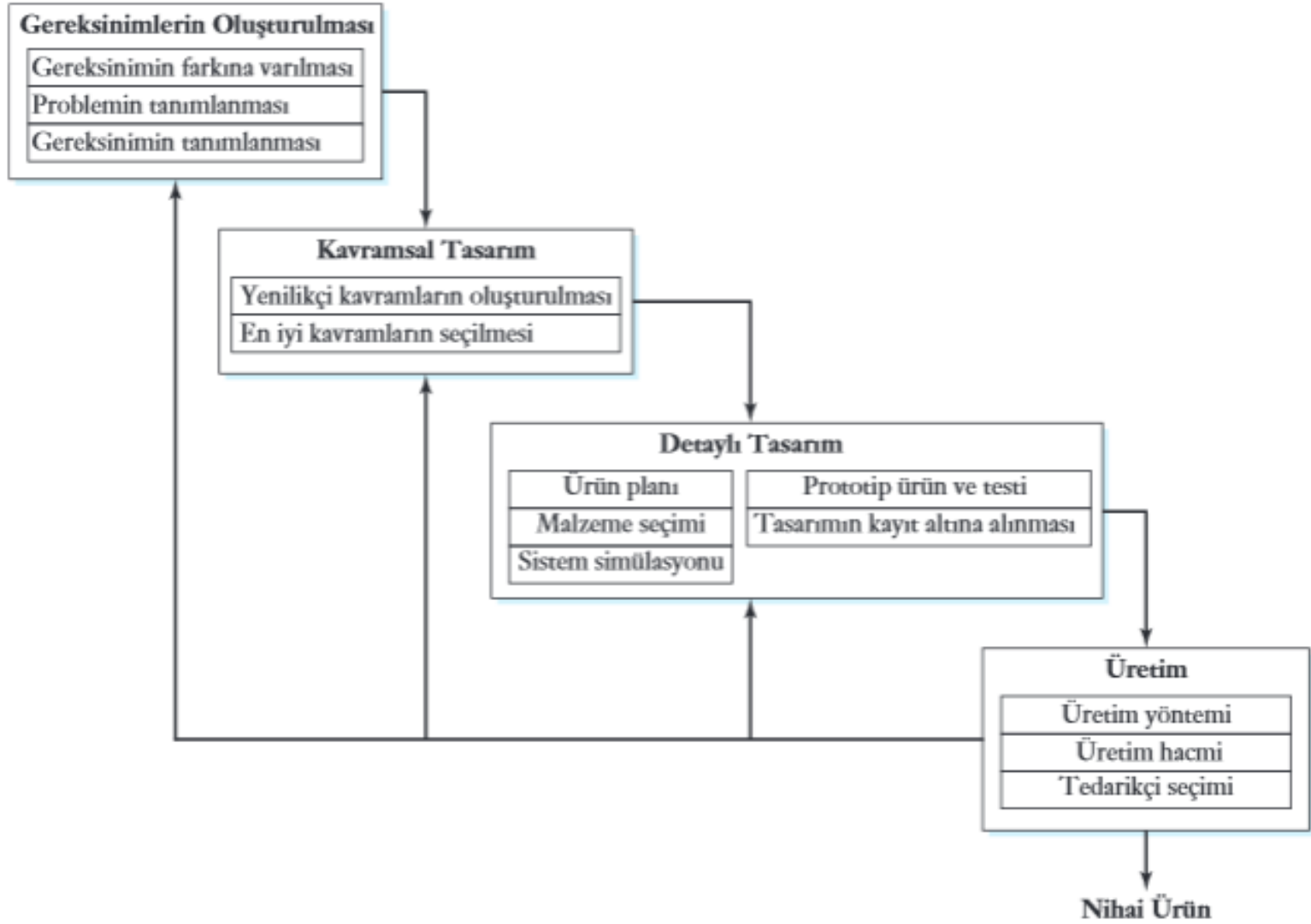
Düşük



Düşük

Yüksek

Teknoloji



Şekil 2.4

Prototip mekanik tasarım süreci için iş akış diyagramı.

Gereksinimlerin Oluşturulması

Mühendislik tasarımı temel bir ihtiyaç belirlendiği zaman başlar. Bu, belirli bir piyasaya ait bir teknik ihtiyaç olabilir veya temiz su, yenilenebilir enerji veya tabii afetlerden korunma gibi bir insanlık ihtiyacı da olabilir. Bir tasarım mühendisi başlangıçta, aşağıdaki konuları göz önünde bulundurarak kapsamlı bir sistem gereksinimleri seti oluşturur:

- *Fonksiyonel performans:* Ürünün neyi başarması gerektiği.
- *Çevresel Etki:* Üretim, kullanım ve kullanımdan sonraki süreç boyunca.
- *Üretim:* Kaynak ve malzeme sınırlamaları.

- *Ekonomik konular:* Bütçe, maliyet, fiyat, kar.
- *Ergonomik endişeler:* İnsan faktörleri, estetik, kullanım kolaylığı.
- *Global Konular:* Uluslar arası piyasalar, ihtiyaçlar ve fırsatlar.
- *Ömür Çevrimi:* Kullanım, bakım, planlanan eskime ömrü.
- *Sosyal faktörler:* Toplumsal, şehir ile ilgili ve kültürel konular.

Kavramsal Tasarım

Çoğu kez en sıra dışı çözümler değişik özgeçmişe Sahip insanların beraberce fikirlerini tartıştığı bir yenilik toplantısında ortaya çıkar

Meslek

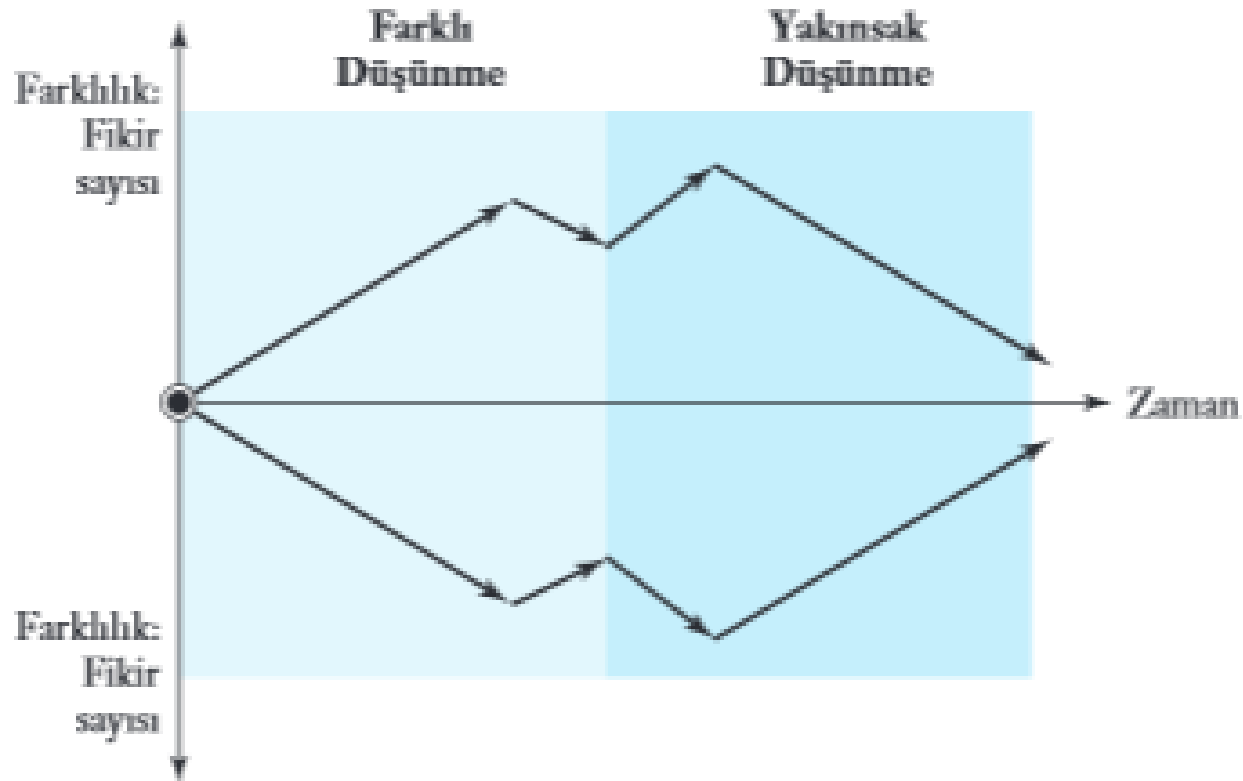
Endüstri

Yaş

Eğitim

Kültür

Milliyet



Detaylı Tasarım

- Ürünün plan ve biçiminin belirlenmesi,
- Her bir bileşen için malzemelerin seçilmesi,
- Tasarımın bazı konularda sağlamasının yapılması (örneğin; güvenilirlik, imal edilebilme, montaj, etki eden değişkenler, maliyet, geri dönüşüm),
- Uygun toleranslar dâhil edilerek, son geometrinin optimize edilmesi,
- Tüm bileşen ve montajların tamamlanmış olduğu dijital modellerinin geliştirilmesi,
- Sayısal ve matematiksel modeller kullanarak sistemin simüle edilmesi (benzetim analizlerinin yapılması),
- Önemli bileşen ve modüllerin prototiplerinin oluşturularak test edilmesi,
- Üretim planlarının oluşturulması.

Basitlik

Detaylı tasarım aşamasında önemli genel bir prensip *basitliktir*. Basit bir tasarım kavramı karmaşık bir tasarımdan daha iyidir. Çünkü, basit bir tasarımda yanlışlık veya hata oranı beklentisi daha azdır. En başarılı şekilde tasarımı yapılmış ürünleri düşünün. Böyle bir ürün, çoğu zaman yenilikçi tasarımların etkin entegrasyonu, güvenilir mühendislik ve fonksiyonel basitlik ile karakterize edilir. Ürün ve tasarımlarını mümkün olduğunca basit tutmanın mühendisler arasında hak edilmiş bir itibarı vardır.

Tekrarlama (İterasyon)

Bunun yanında, mühendisler bir tasarım sürecinde yapılması gereken tekrarlamaları da rahatça yapabilmelidirler. *Tekrarlama (iterasyon)*, bir tasarımı iyileştirmek ve mükemmelleştirmek için yapılan tekrarlı değişiklikler sürecidir.

Kullanılabilirlik

Mühendisler net olarak bir tasarımın teknik yönleri (kuvvetler, malzemeler, akışkanlar, enerji ve hareket) ile ilgilenseler de, bir ürünün görünüş, ergonomik ve estetik özelliklerinin öneminin de farkındadırlar. Söz konusu ürün, ister bir elektronik cihaz, bir elektrik üretim santralinin kontrol odası veya ticari bir uçağın kabini de olsa, kullanıcı ile donanım arasındaki ara yüz rahat, basit ve kavranabilir olmalıdır. Bir ürünün teknolojisi karmaşıklıktıkça, özellikle *kullanılabilirliği* de sorunsal hale gelebilir. Bir ürünün teknoloji seviyesi ne kadar etkileyici olursa olsun, kullanımı zor ise, bu ürün kullanımı daha kolay bir ürün kadar müşteriler tarafından kabul görmeyecektir. Bu bağlamda, mühendisler çoğu zaman ürünlerinin görünüşü ve kullanılabilirliğini iyileştirmek için endüstriyel tasarımcı ve psikologlar ile beraber çalışırlar. Sonunda, mühendislik, müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılamak için yapılan ticari bir girişimdir.

Belgelendirme (Dokümantasyon)

Mühendisler, alınan kararların sebeplerini başkalarının anlayabilmeleri için tasarım süreci boyunca oluşturulan mühendislik çizimleri, toplantı özetleri ve yazılı raporların belgelenmesine oldukça önem vermelidirler. Bu tür *belgelendirmeler*, mevcut ekibin tecrübelerinden öğrenmek ve onun üzerine yeni çalışmalar eklemek isteyecek olan gelecek tasarım ekipleri için de faydalı olacaktır. Tasarım defterinin (bkz. Bölüm 3.7) tutulması, bir tasarım sürecinde oluşturulan bilgi ve tecrübelerin kayıt altına alınması için etkin bir yoldur.

Patentler

Tercihen ciltli, sayfa numaralı, tarihli ve onaylı tasarım defterleri de bir şirketin başkaları tarafından kullanılmasını engellemek istediği yeni teknolojiye patent alınması için yararlıdır. Buluşun nasıl, ne zaman ve kimin tarafından gerçekleştirildiğini doğru bir şekilde kayıt altına almak için çizimler, hesaplamalar, fotoğraflar, test verileri ve önemli dönüm noktalarının ulaşıldığı tarihlerin bir listesi önemlidir. *Patentler*, mühendisliğin ticari alandaki önemli bir parçasıdır, çünkü yeni teknolojiyi bulanlar için yasal koruma sağlamaktadır. Patentler, fikri mülkiyet haklarının (telif hakları, ticari markalar ve ticari sırları içeren bir alan) bir yönüdür ve bir bina tapusu veya arsa hissesi gibi mülki bir haktır.

Tasarım Patenti

Bir *tasarım patenti*, yeni, özgün ve estetik bir tasarımı kapsar. Bir tasarım patenti ile sanatsal bir yeteneğin sonucu olan ve estetik olarak çekici bir ürünün korunması amaçlanmaktadır; ürünün fonksiyonel özelliklerini korumaz. Örneğin bir tasarım patenti, ilgi çekici, bakıldığında memnuniyet verici veya araca spor bir görünüş veren bir otomobil gövde şeklini koruyabilir. Bununla beraber, tasarım patenti, rüzgâr direncini azaltması veya çarpışma anında iyileştirilmiş koruma sağlaması gibi araç gövdesinin fonksiyonel niteliklerini korumaz.

Fayda Patenti

Makine mühendisliğinde daha sık rastlanan *fayda patenti* bir aparatın, sürecin, ürünün veya malzeme kompozisyonunun fonksiyonel yönünü korur. Fayda patenti genellikle üç ana bileşenden oluşur:

- *Tarif*, buluşun amacı, yapısı ve kullanımının detaylı yazılı tanımının yapıldığı bölümdür.
- *Çizimler*, buluşun bir veya daha fazla modelinin gösterildiği bölümdür.
- *Haklar*, patentin koruduğu belirli özelliklerin tam olarak açıklandığı bölümdür.

Ülke	A.B.D.'de Onaylanan Patent Sayısı	1999'dan sonra Yüzde Artış
Japonya	38,066	%17
Almanya	10,353	%5
Güney Kore	9566	%160
Tayvan	7781	%72
Kanada	4393	%19
İngiltere	4011	%3
Fransa	3805	%27
Çin	2270	%2193
İtalya	1837	%9
Hollanda	1558	%17

ÖRNEK

© 2.5 KENTSEL ENERJİ ALTYAPISI DURUM ÇALIŞMASI

Gereksinimlerin Oluşturulması

Sistem gereksinimleri

Tasarım ekibi aşağıdaki bir takım sistem gereksinimlerini oluşturmuştur. Bu gereksinimler, sistemin *nasıl* yapması değil, *ne* yapması gerektiğini belirtmektedir. Nasıl yapılacağıının belirlenmesi, kavramsal tasarımda başlangıcında yapılmaktadır.

- *Satın Alınabilirlik:* Küresel problemler olan altyapıların yenilenmesi ve enerji tedariki bir kriz noktasında olmakla beraber, geliştirilecek olan herhangi gerçekçi bir çözüm, sistemi alacak olan müşteri ve üretici için makul fiyatlarda olmalıdır. Son kullanıcı müşteriler bireyler veya ülke/eyalet/milli hükümetler olabilir.
- *Güvenilirlik:* Bir ulusal enerji hattına bağlanan herhangi bir ürün veya sistem tam anlamıyla güvenilir olmalıdır; aksi halde tasarlanan sistemin başarısız olduğu değerlendirilmektedir.

- *Verimli:* Bu sistem, enerji toplama, üretme veya kullanılabilir forma dönüştürmede mümkün olduğu kadar verimli olmalıdır. Enerjinin toplanma, üretim veya dönüştürülmesinde gereksiz yere israf edilmesi sadece ve sadece problemi daha da karmaşık hale getirmektedir.
- *Estetik/Pürüzsüz Görünüş:* Ne tasarlanırsa tasarlansın, bu sistemin kurulumundan dolayı şu veya bu şekilde etkilenenler için görsel olarak güzel gözükmelidir. Tercihen, mevcut tabii manzara ile bütünleşik olarak veya gözden uzak bir yere kurulmalıdır.
- *Minimum Gürültü Seviyesi:* Sistemin çalışması esnasında oluşacak olan gürültüler minimuma indirilmelidir.
- *Kolay Kurulum:* Küçük özel bir uygulama veya büyük bir kamu uygulaması olmasına bakılmaksızın, sistem kolay bir şekilde kurulabiliyor olmalıdır.
- *Uyarlanabilir olmak:* Geniş bir küresel etki yapabilmesi için, sistemin geniş çaplı coğrafyalar, iklimler, kültürler, şehirler ve yeryüzü şartlarında çalışabiliyor olması gerekmektedir.

- *Kolay bakım:* Tüm mühendislik ürünü sistemler zamanla aşınmakta ve eskimektedir. Bu sistem tüm müşterilere basit bir bakım ve tamir planı sağlamalıdır.
- *Güvenli kullanım:* Sistem değişik türlerde enerji içereceği için, güvenlik yönünden iyi tasarlanmazsa ciddi veya ölümlü kazalara sebep olma potansiyeli bulunur. Sistem güvenlik yönünden tüm ulusal standartları karşılamalı ve zarar verici olan tüm riskleri minimuma indirmelidir.
- *Kolay üretim:* Bu şart ile sistemin üretimi ile ilgili imalat maliyetini minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır. Genel ürün maliyetlerinin minimize edilmesi satış fiyatlarının da düşük tutulmasına yardımcı olacaktır.
- *Küçük kurulum alanı:* Tasarlanan çözüm şehir merkezlerine hitap edeceği için, gerekli olan alan her zaman bir kıstas olacaktır. Bu sistem, müsait olan alanların minimum olduğu şehirler içerisinde geniş alanlar kaplayacak bir çözüm olmamalıdır.

Kavramsal Tasarım

Sistem gereksinimleri belirlendikten sonra, tasarım ekibi birçok konseptin geliştirildiği fikir geliştirme aşamasına geçmiştir. Birçok fikir geliştirme tekniği olmasına rağmen, tasarım ekibi, her bir kişinin beş adet düşünce ürettiği, bunları bir sonraki kişiye iletildiği ve bu kişinin de verilen fikirleri iyileştirdiği veya yeni fikirler ürettiği grup beyin fırtınası yöntemini seçmiştir. Bu süreç, düzeltilen veya yenilenen fikirler ilk sahibine dönene kadar devam eder. Bu *farklı düşünme* aşamasının sonucu Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tasarım ekibi konseptleri geliştirdikten sonra, biri seçilene kadar fikirlerin daraltıldığı *yakınsak düşünme* aşamasına geçebilir. Bir takım ekonomik ve teknik fizibilite değerlendirmeleri ile konseptlerin bir başlangıç taraması yapılmıştır. Bir konsept, ekonomik ve/veya teknik olarak yapılabilir değil ise,

bu fikir elenmiştir. 30 orijinal fikir arasından 19'u elimine edilmiş ve 11'i daha detaylı analiz için tutulmuştur. Her bir konsept, 1-10 arasında değişen bir not ile her bir sistem gereksinimini ne kadar iyi karşıladığı konusunda değerlendirilmiştir. Her bir konseptin tam olarak çalışan bir prototipi olmadan, bu değerlendirmeler çok doğru ve genel olmayabilir, ancak bu değerlendirmelerde benzer sistemler, mühendislik tahminleri (bkz. Bölüm 3), uygun olan durumlar için prototip testi ve önceki tecrübeler konusunda araştırmalardan yararlanılmalıdır. Tutulan 11 konseptte not verildikten sonra ise, en üst beş konsept aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Farklı düşünme

Yakınsak düşünme

Binaların çatılarına konumlandırılmış mini rüzgâr türbinleri
Üzerinde yüründüğünde enerji üreten kaldırımları
Sifon çekildiğinde enerji üreten mini türbinler
Yeni yüksek-kapasite malzemelerin kullanıldığı bataryalar
Kullanılmadığında enerji hattına şarj veren hibrit araçlar
Şehir boyunca çatılara konumlandırılmış güneş panelleri
Bir şehrin yakınında bulunan rüzgâr türbinleri
Roket türevi yanma sistemi içeren Rankine çevrimli enerji santrali
Enerji üretimi için çöplerin yakılmasında kullanılacak plazma-ark gaz üretim santrali
Geleneksel buhar türbini sistemlerinin sayılarının ve verimlerinin artırılması
Bir seri hidroelektrik barajın geliştirilmesi
Yer altı sıcaklık farklarından faydalanan jeotermal enerji santralleri
Matris tarzı çiftlik ile insanlardan enerji üretimi
Füzyon reaktör geliştirilmesi
Doğal depozitlerde saklı metanın dışarıya çıkarmak
Yosunun biyo yakıt olarak kullanılması

Büyük ticari binalardaki döner kapılardan enerji üretimi

Enerji üretimi için foto-voltaik çelik üretimi

Bütün binalarda enerji üretimi için foto-voltaik boya

Jimnastik salonlarında enerji üretimi (yürüme bantları, bisikletler, eliptik makineler)

Koşan hayvanlardan enerji üretimi

Metanı zapt etmek için gıda geri dönüşüm bilimi sistemi

Mikropların oktan dışarıya çıkarmaları için genetik mühendislik

Uzaydan yer küreye enerji göndermek için uzayda konumlanmış güneş enerji sistemleri

Düşük sıcaklıktaki kaynaklardan ısı elde etmek için organik Rankine çevrimi

Türbinleri hareket ettirmek için gelgitleri kullanan gelgit üretim sistemi

Bir kasırgadaki büyük enerjiyi toplamak için sistem

Enerji üretimi için çalışma masalarının altında pedalların bulunduğu bir ağ sistemi

Mikrofon membranları kullanılarak sesten enerji yakalanması

Enerji tüketimini izleyen ve tasarruf sağlayan akıllı sayaçlar

Şehir çevresinde heykel gibi konumlandırılmış Darrieus rüzgâr pervaneleri

Detaylı Tasarım

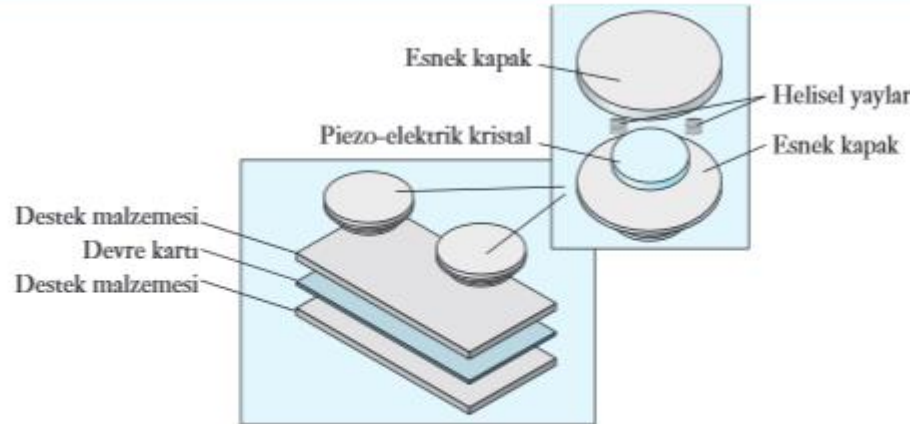
Sonraki aşamada, tasarım ekibi seçilen konseptler için tasarım detaylarını oluşturmuştur. Örneğin, ekip yenilikçi enerji üreten kaldırımları geliştirmeyi kararlaştırmış olsaydı, sistemin her bir bileşenini tasarlamak veya seçmek, son ürün yerleşim planını belirlemek ve bir üretim planı geliştirmek zorunda olurdu. Bunun için tasarım ekibinin aşağıdaki problemleri göz önünde bulundurması gerekirdi:

- Bir insanın yürürken oluşturduğu baskı kuvvetinin hesaplanması,
- Kaldırımda yürüme alışkanlığını etkilemeden küçük bir deformasyonun enerji oluşturabilmesi için kaldırım yüzeyinin nasıl tasarlanması gerektiği (mekanik, kimyasal veya elektriksel bir mekanizmaya mı ihtiyaç duyulacak?),
- Voltaj ve akımların hesaplanması ve enerjinin uygun ve depolanabilir bir forma dönüştürülmesi için plan geliştirilmesi,
- Mevcut kaldırımların verimli bir şekilde uyarlanması ve sistemin yeni kaldırımların tasarımına entegre edilmesi için bir plan geliştirilmesi,
- Sıcaklık, nem, yükseklik ve korozyon dâhil, değişik coğrafi bölgelerin etkilerinin analiz edilmesi,
- Güvenlik ve çevreye olan etkisi konusunda hükümetin tüm standartlarının karşılanması,
- Yeni herhangi bir teknolojinin patentlenmesi ve mevcut olan herhangi bir patentin çiğnenmemesi,
- Bir çok yük çevrimine maruz kalacağı için tüm bileşenlerin yorulma ömürlerinin hesaplanması,
- Malzeme ve bileşen tedarikçileri ile iletişim kurulması ve üretim ve montaj sürecinin belirlenmesi,
- Üretim maliyet tahminleri ve satış fiyatı projeksiyonlarının yapılması,
- Bileşen boyutlarının ve ürün yerleşim planının belirlenmesi.

Ürün bileşenlerinin yerleşim düzeni en yaygın ve etkin bir şekilde, üretim, tedarikçiler, envanter ve müşteriler ile entegrasyon imkânı sağlayan CAD teknolojisi kullanılarak geliştirilmektedir. Örneğin, Şekil 2.22 kaldırımların içine kurulumu öngörülen piezo-elektrik bir sistem için ürün yerleşim genel düzenini göstermektedir. Sistem, ortalama bir insanın ayak büyüklüğü ile uyumlu olacak şekilde boyutlandırılmıştır. Enerji geri kazanım sistemi aynı zamanda piezo-elektrik kristallerden alınan düşük-akım ve yüksek-voltajlı çıktıyı yüksek-akım ve uygun düşük voltaja dönüştüren bir trafo (dönüştürücü) de içermektedir. Geri kazanım sisteminden alınan AC akımı, lityum-iyon polimer bir bataryayı şarj edebilecek bir DC akımına dönüştürülmektedir.

Şekil 2.22

Enerji üretiminden kullanılan bir piezo-elektrik sistemin ürün bileşenleri yerleşim örnek düzeni. Kemper Lewis'in katkısıdır.



Çoğu kez, bir CAD modeli sadece ürün bileşenlerinin yerleşim planını geometrik olarak temsil etmek için değil aynı zamanda ürünün performansını simüle etmek için de kullanılmaktadır.

Bireysel Çalışma ve Tekrar

- 2.1. Bir mekanik tasarım sürecinin temel aşamaları nelerdir?
- 2.2. Tasarım sürecinde yenilikçiliğin önemini belirtiniz.
- 2.3. Bir tasarım süreci başlattıklarında tasarım mühendislerinin göz önünde bulundurması gereken sistem gereksinimleri kategorileri nelerdir?
- 2.4. Bir tasarım sürecinin erken dönemlerinde boyutlar, malzemeler ve diğer faktörler hakkında en fazla hangi ölçüde detaylı kararlar alınmalıdır?
- 2.5. Mühendisler, global etkisi olan bir tasarım projesi için disiplinler arası bir ekipte çalıştıkları zaman ortaya çıkabilecek bireyler arası ve iletişim konusundaki bazı problemleri belirtiniz.
- 2.6. Basitlik, tekrarlama ve belgelemenin bir tasarım sürecinde nasıl önemli bir rol oynadığını açıklayınız.