

**T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ ÜRÜNLERİ TASARIMI ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TASARIM SÜRECİNDE ÜÇ BOYUTLU MODELLEMENİN ROLÜ
VE
CAD/CAM PROGRAMLARININ SINIFLANDIRILMASI**

**Mehmet Altuğ KİBAROĞLU
DANIŞMAN: Prof.Dr.Cemil TOKA**

İSTANBUL-EYLÜL 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ŞEMA LİSTESİ	V
RESİM LİSTESİ	VI
Giriş	1
Bölüm 1. Tasarım Süreci – Modelleme İlişkisi	2
1.1 Tasarım Sürecinin Tanımı	2
1.1.1 Pahl ve Beitz'in Tasarım Süreci Önerisi	4
1.1.2 Ohsuga'nın Tasarım Süreci Modeli	6
1.1.3 Brigitte Borja De Mozota'nın Tasarım Süreci Tanımı	8
1.2 Tasarım Sürecinde İletişim	15
1.2.1 Tasarım Sürecinde Modelleme	19
Bölüm 2. Üç Boyutlu Sayısal Modelleme	22
2.1 CAD/CAM Tanımı	22
2.1.1 CAD / Bilgisayar Destekli Tasarım	22
2.1.2 CAM / Bilgisayar Destekli Üretim	23
2.1.3 Simülasyon – Sanal Prototipleme	25
2.1.4 Mühendislik Analizi	27
2.2 Geometrik Modelleme Yöntemleri	30
2.2.1 Üç Boyutlu Modelleme	30
2.2.1.2 İki Boyutlu Çizim	31
2.2.2 Üç Boyutlu Modelleme Teknikleri	31
2.2.2.1 Wire-Frame (Tel-Kafes) Modeller	31
2.2.2.2 Yüzey modelleri	32
2.2.2.3 Katı Modeller	34

Bölüm 3. Modelleme Programlarının Sınıflandırılması	35
3.1 Tasarım Aşamalarıyla Sınıflandırma	35
3.2 Kullanım Alanları ve Kabiliyetleriyle Sınıflandırma	37
3.2.1 Kullanıcı Endüstrileri	33
3.2.2 Tasarım Safhaları	39
3.2.3 Temel Kullanım Programları	40
3.2.4 Model Çeşitleri ve Sunum Yöntemleri	41
3.3 Modelleme Yöntemleriyle Sınıflandırma	42
3.3.1 Kavram / Konsept Modelleyiciler	43
3.3.1.1 3ds Max	45
3.3.2 Varlık Bazlı Taslak / Teknik Resim Programları	58
3.3.2.1 AutoCAD 2007	60
3.3.3 Unsur Bazlı Programlar	70
3.3.4 Tasarım geliştirme programları	71
3.3.4.1 CATIA	73
3.3.4.2 PRO/ENGINEER	78
3.3.4.3 I-DEAS	85
SONUÇ	87
KAYNAKLAR	90

ÖZET

Günümüz teknolojisi baş döndürücü hızı ile ilerlemekte ve hayatımızın her noktasında yerini almaktadır. Tasarım sürecinde bilgi paylaşımı da bu gelişen teknolojiye etkilenmekte ve son onbeş yılda iki boyutlu resimlerden ve iki boyutlu resimlerin kullandığı kağıttan üç boyuta ve sayısal ortama geçmektedir.

Sayısal ortamda üretilen, saklanan imgelerin (resim, plan, proje vb.) paylaşım kolaylığı da teknolojinin bize sunduğu kolaylıklar arasındadır. Günümüzde kıtalar arası bilgi paylaşımı saniyelerle ifade edilebilen sürelerle indirgenmiş ve bilgilerin paylaşımı da çok geniş kitlelere yayılmış bulunmaktadır.

Tasarım süreci de bu sayısallaşan bilgi verileri ve bu bilgi verilerinin paylaşımında yaşanan süratli iletişimden faydalanılmak suretiyle teknolojiye entegrasyonunu sürdürmüştür. Tasarım sürecindeki hızlanma yada diğer deyişle tasarım sürecinin kısalması tasarımcının olduğu gibi üreticinin ve tüketicinin de faydasıdır. Tasarım sürecindeki, tasarımcıya fayda sağlayan bu sayısallaşma sürecinde en önemli katma değer üç boyutlu modelleme olarak kendini göstermektedir. Üç boyutlu modellemenin günümüz tasarımcısı tarafından yadsınması beklenemez. Sayısal ortamda tasarlanan ürünlerin tasarım süreci içerisinde bulunan birimler tarafından rahatlıkla ulaşılabilirliğinin yanı sıra gelişen üç boyutlu programların sağladığı, mühendislik hesaplamaların kolaylıkla uygulanabilirliği ve sunum tekniklerinin gelişmişliği, tasarımcıları üç boyutlu modelleme programlarının kullanımına yönlendirmektedir.

ABSTRACT

In our day and age, technology is rapidly advancing and is taking its place in every aspect of our lives. Sharing information during the design process is also being effected by this advancing technology, during the last fifteen years, it has developed from 2D drawings and paper, which is the media 2D requires, to 3D and digital environments.

The conveniences of sharing files, such as pictures, plans, projects, etc, which have been created and stored in digital environments, is one of the benefits this technology offers us. Today, intercontinental data sharing has been reduced to seconds and the sharing of information has been spread around vast populations.

The design process has kept on its integration with technology in order to take advantage of digital data and the rapid communication and sharing of information. The acceleration of the design process, or in other words, the shortening of the design process is to the benefit of, not only the producer, but also the customer. During the digital design process the most important benefit to the designer shows itself as 3D modeling. 3D modeling cannot be despised by a designer of our time. Besides the conveniences the digital design phase offers to all aspects of product design, the practical engineering calculations and superior representation techniques of 3D environments are among the reasons designers choose to use these 3D modeling programs.

ŞEMA LİSTESİ

- Şema 1.1 : Pahl ve Beitz (1984) ' e göre tasarım sürecinin evreleri (8:5)
- Şema 1.2 : Ohsuga'ya göre tasarım süreci (8:6)
- Şema 1.3 : Tasarım süreci (4:23)
- Şema 1.4 : Tasarımda modellerin kullanımı (8:14)
- Şema 1.5 : Ürün modelleme, ürün yaşam çemberi ilişkileri (8:588)
- Şema 2.1 : Tasarım işlemini desteklemek için gerekli CAD araçları (16:12)
- Şema 3.1 : Geometrik modelleyicilerin basitleştirilmiş haritası (8:185)
- Şema 3.2 : MCAD Kullanılıcı Pazar Payı (41)

RESİM LİSTESİ

- Resim 1.1 Üç Boyutlu Sunum Tekniği(42)
Resim 1.2 Üç Boyutlu Sunum Tekniği(42)
Resim 1.3 Üç boyutlu Model Final Görünüm(47)
Resim 1.4 Tasarım Eskizleri(11)
Resim 1.5 Sayısal Model Örneği(11)
Resim 1.6 Prototip örnekleri(11)
Resim 1.7 Sayısal Model Detay Sunumu(11)
Resim 1.8 Sayısal Model Örneği(11)
Resim 1.9 HP İPAQ H1910 Eskizleri(44)
Resim 1.10 HP İPAQ H1910 Sayısal Model Örneği(44)
Resim 1.11 HP İPAQ H1910 Render Görünümü(44)
Resim 2.1 Stereolithography Tekniği İle Üretilmiş Model(45)
Resim 2.2 Sayısal Model Ürün Örneği(43)
Resim 2.3 Yüzey Modelleme Tekniği(479)
Resim 3.1 Sayısal Model Sunum Tekniği(43)
Resim 3.2 Maya Arayüz Görünümü(42)
Resim 3.3 Sayısal Model Ürün Örneği(42)
Resim 3.4 Sayısal Model Ürün Örneği(47)
Resim 3.5 Sayısal Model Ürün Örneği(42)
Resim 3.6 Rhino Arayüz Görünümü(46)
Resim 3.7 AutoCad Sayısal Model Örneği(40)
Resim 3.8 AutoCad Arayüz Görünümü(40)
Resim 3.9 AutoCad Arayüz Görünümü(40)
Resim 3.10 AutoCad Sunum Tekniği ve Arayüz Görünümü(40)
Resim 3.11 AutoCad Render Örneği(40)
Resim 3.12 AutoCad Kesit Görünümü(40)
Resim 3.13 AutoCad Kullanıcı Arayüz Görünümü(40)
Resim 3.14 AutoCad Paylaşım Örneği(40)
Resim 3.15 BMW Firması Sayısal Modelleme Kullanım Örneği(43)
Resim 3.16 Catia İle Modellenmiş Bir Otomobil(34)
Resim 3.17 Catia Arayüz Görünümü(34)
Resim 3.18 Catia Arayüz Görünümü(34)
Resim 3.19 Catia İle Modellenmiş Bir Uçak(34)
Resim 3.20 Pro-E Wildfire kullanarak tasarlanmış ve demonte edilmiş otomotiv uygulaması(41)
Resim 3.21 Pro/Engineer ara yüzü, piston-silindir bloğu dizayn ve similasyonu(34)
Resim 3.22 Pro-E Wildfire kullanarak tasarlanmış, ve yüklemeler altında gerilme analizi yapılmış tasarım uygulaması(41)
Resim 3.23 Pro/Engineer Arayüz Görünümü(34)
Resim 3.24 I-DEAS Kullanıcı Arayüz Görünümü(34)
Resim 3.25 I-DEAS İle Bir Havacılık Çalışması(34)
Resim 3.26 I-DEAS Arayüz Görünümü(34)

GİRİŞ

Üç boyutlu modelle programları, ilerleyen teknoloji ile paralel olarak hızla gelişmekte ve bu programların getirdiği faydalardan yararlanmak isteyen tasarımcıların her geçen gün artan kullanımıyla tasarım sürecinde yerini pekiştirmektedir. Bu çalışmanın amacı tasarım sürecinde üç boyutlu modellemenin rolünün belirlenmesidir.

Bu çalışmada tasarım sürecinin tanımı yapılmış ve tasarım sürecinde üç boyutlu modellemenin önemli rol oynadığı, "tasarım sürecinde iletişim" in rolü açıklanmıştır. Tasarım sürecinde bilgisayar kullanımının yer aldığı safhalar belirlenmiş ve süreç içerisinde kullanılabilen modelleme programlarının sınıflandırılması yapılmıştır. Modelleme programlarının sınıflandırılması programların kabiliyetleri ve kullanım alanlarına göre ayrılmıştır. Modelleme programlarının kabiliyetleri incelenirken günümüz tasarımcılarının yaygın olarak kullandığı programlarından uygulama örnekleri verilmiştir.

Modelleme programlarının tasarımcı ile ilişkisi araştırılmış ve modelleme programlarının kabiliyet ve yetenekleri ve tasarımcıyla ilişkisi, modelleme programlarının donanım ve yazılım gereksinimlerine örnekler verilmiştir.

Sonuç bölümünde önceki bölümlerde verilen bilgiler doğrultusunda, üç boyutlu modellemenin tasarım sürecindeki yeri ve modelleme programları süreç içerisinde etkin olarak kullanabilmesi gereken tasarımcı arasındaki ilişki incelenmiştir.

Çalışmada bilgisayar terminolojisinin henüz tam olarak Türkçe'ye çevrilememiş olmasından dolayı bazı terimler en yakın anlamları ile, bazıları ise orijinal olarak kullanılmıştır.

1. Tasarım Süreci – Modelleme İlişkisi

1.1 Tasarım Sürecinin Tanımı

“Günümüz hayatın mühendislerin yaptıklarından etkilenmeyen bir yanı hemen hemen yok gibidir. Kullandığımız bina ve cihazlar, içinde seyahat ettiğimiz araçlar ve onların gittiği yol ve raylar, hepsi mühendislik işlerinin doğrudan doğruya neticesidir. Yediğimiz yemek mühendislik ürünlerinin yardımıyla yetiştirilip işlenir ve mühendisler kitaplarımızı basan , ilaçlarımızı üreten televizyon görüntülerimizi ortaya çıkartan cihazları tasarlayıp geliştirir. Mühendislik ve endüstri çoğu batılı ülkenin en büyük ekonomik aktivitesini teşkil eder ve refahlarının temelini teşkil eder.

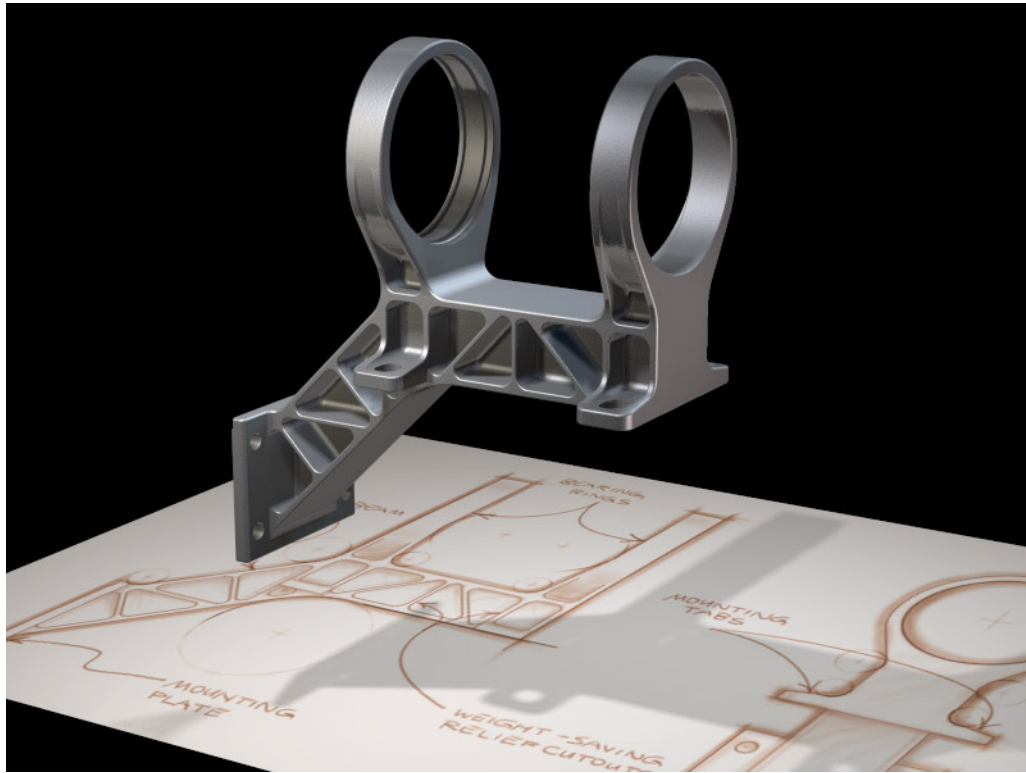
Günümüz mühendislik ürünleri 40 sene öncekilerle kıyasladığımızda performans, kalite ve özelliklerde şaşırtıcı bir artış gözlenir. Çoğu ürün büyük detaylara sahiptir ve bu gelişmede büyük insan guruplarının ürünün geliştirilmesi ve üretiminde işbirliği yapmak üzere organize edilmeleriyle sağlanmıştır. Günümüzde bu guruplar yüksek performans ve güvenliliğe sahip düşük bedele ve gittikçe kısalan zaman sürecinde geliştirmek için artan baskı altında çalışmaktadır.”(8:3)

“Bu baskıyı göz önünde bulundurduğumuzda mühendislerin ürün geliştirme ve üretim sürecinde kendilerine yardımcı olmaları için makinelere başvurmaları şaşırtıcı değildir. Kullanılan makineler, bilgisayar ki işleri bilgi işlemektir: ürünlerin tasarımları ile ilgili bilgilerin tanımı ve işleminde yardımcı olmak ve onları üreten üretim sistemlerinin organizasyon ve yönetimi için kullanılırlar.”(8:3)

“Pazar ekonomisinde ürün gelişimi, hissedilen bir pazar ihtiyacını karşılamak için ve bu ihtiyaç genellikle sonraki ürün geliştirilmesinin temeli olacak bir “tasarım özeti” şeklinde tanımlanır, bu özet sonrası “brief” in nasıl hayata

geçirileceğinin yollarını araştıran ve sonunda bunlar arasında en uygun olanını üretim için detaylı komutlara çevirecek olan ürün tasarımcıları tarafından ele alınır. Bu işlerinde, analiz ve simülasyon tekniklerini tasarım tekliflerini amaca uygunluk açısından sınavan tasarım analistleri , prototip ve maketler üzerinde deneysel olarak çalışan tasarım mühendisleri tarafından yardım alırlar. Bu gurup aynı zamanda süreç ya da teknik konusundaki bilgi açığımızı kapatmak için deneysel ya da teorik olarak iş yapan araştırma mühendisleri tarafından desteklenebilir.”(8:4)

“Tasarı detaylı şekilde geliştirildikten sonra, ürün üretmek ya da inşa etmek için gerekli olan süreç ve operasyonları tespit edecek süreç planlayıcısı tarafından ele alınır. Bu süreçlerin ve ürünün parçalarının detayları üretim planlayıcısı ve denetleyicisi tarafından parçaların üretim için sıraya konulması ve bu üretimin yönetilmesi için kullanılır.



Resim 1.1 Üç Boyutlu Sunum Tekniği(42)

Bu mühendislik sürecinin çok kaba taslak bir açıklamasıdır ve ilgili insan sayısı, ürünün tabiatı ve karmaşıklığına bağlı olarak, (örnek olarak; uçak motorları ya da bilgisayar sistemleri tasarımının büyük guruplarla yapıldığı ve teknik unsurlarla ciddi anlamda kısıtlı olan çok karamşık ürünlerdir) her aşamadaki detaylar büyük ölçüde değişkenlik gösterir. Öte yandan, bazı alanlarda tasarım bir tek tasarımcı ya da küçük bir ekibin ürünü olabilir, ya da moda gibi unsurlar daha ön planda olabilir. Burada biz özellikle tasarım süreci ile ilgiliz.”(8:4)

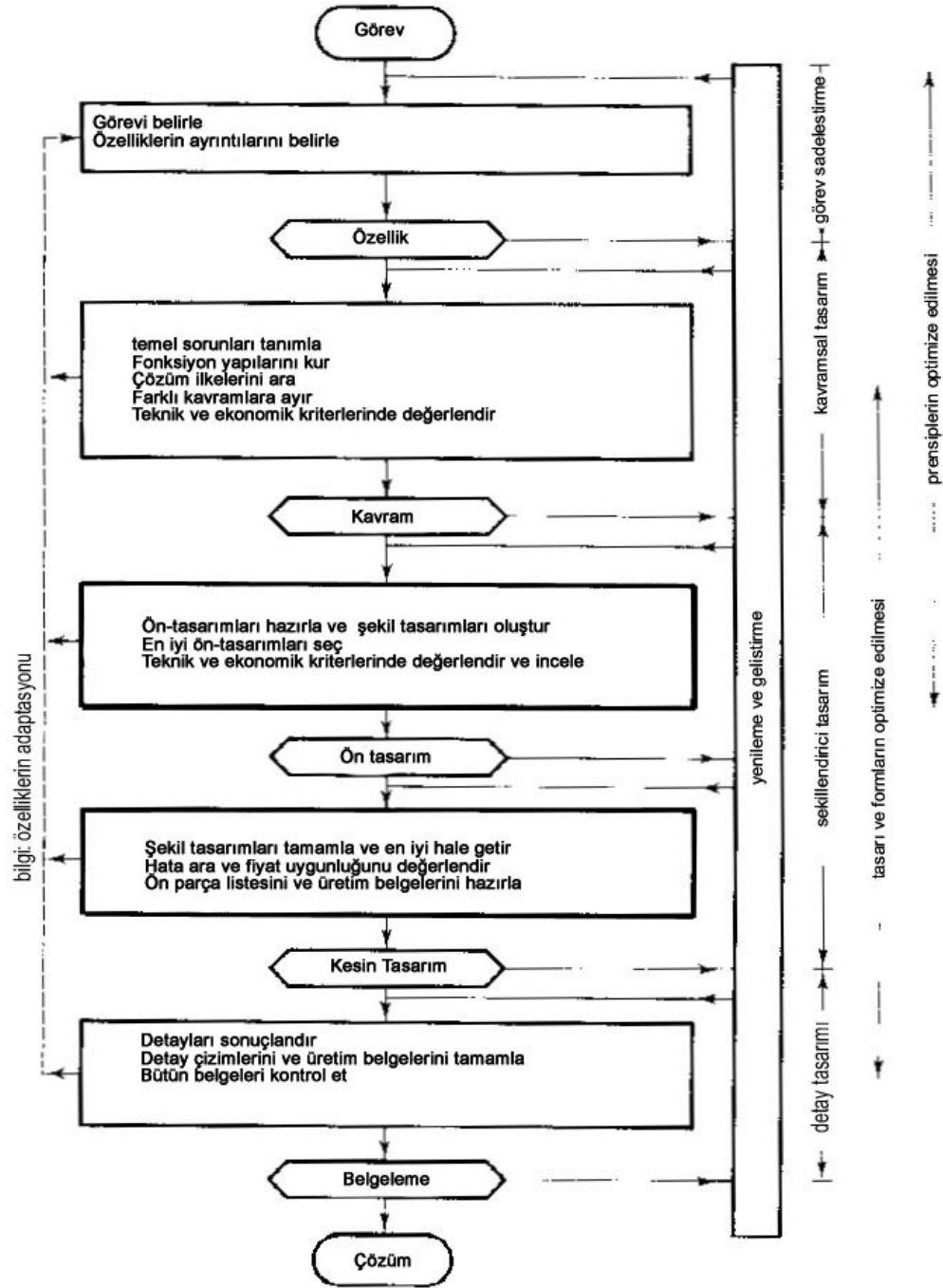
“Geçtiğimiz yıllarda tasarım sürecinin evrelerinin yada unsurlarının tanımlanmasına birkaç defa çalışıldı. Tasarım konularının çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda hem terminoloji hem detay konusunda bu tanımlamalarda farklılıkların görülmesi şaşırtıcı olmasa da genel olarak tasarımın bir ihtiyaç beyanından başlanarak sorunun tanımlanmasına, gerekliliklerin belirlenmesine, çözüm arayışına, seçilen çözümün geliştirilmesine, oradan da üretim, test ve kullanıma varan bir süreç olduğuna dair hem fikirler.”(8:5)

Tasarımın bu tanımlarına genel olarak tasarım sürecinin modelleri denilir ve bunlara örnek olarak konuya farklı ama tamamlayıcı bakış açısıyla yaklaşan üç modeli konu alacağız.

1.1.1 Pahl ve Beitz’in Tasarım Süreci Önerisi

İlk model Pahl ve Beitz (1984) tarafından öne sürülmüş olup şema 1.1 de gösterilmiştir. Bu modelde tasarım süreci 4 ana evreden oluşan bir diyagram olarak gösterilmiştir ki evreleri şu şekilde özetlenebilir.

- Görevin açıklığa kavuşturulması: tasarımın gereklilikleri ve tasarımın sınırları ile ilgili bilgi toplanması ve bunların bir şartnamede anlatımını içerir.

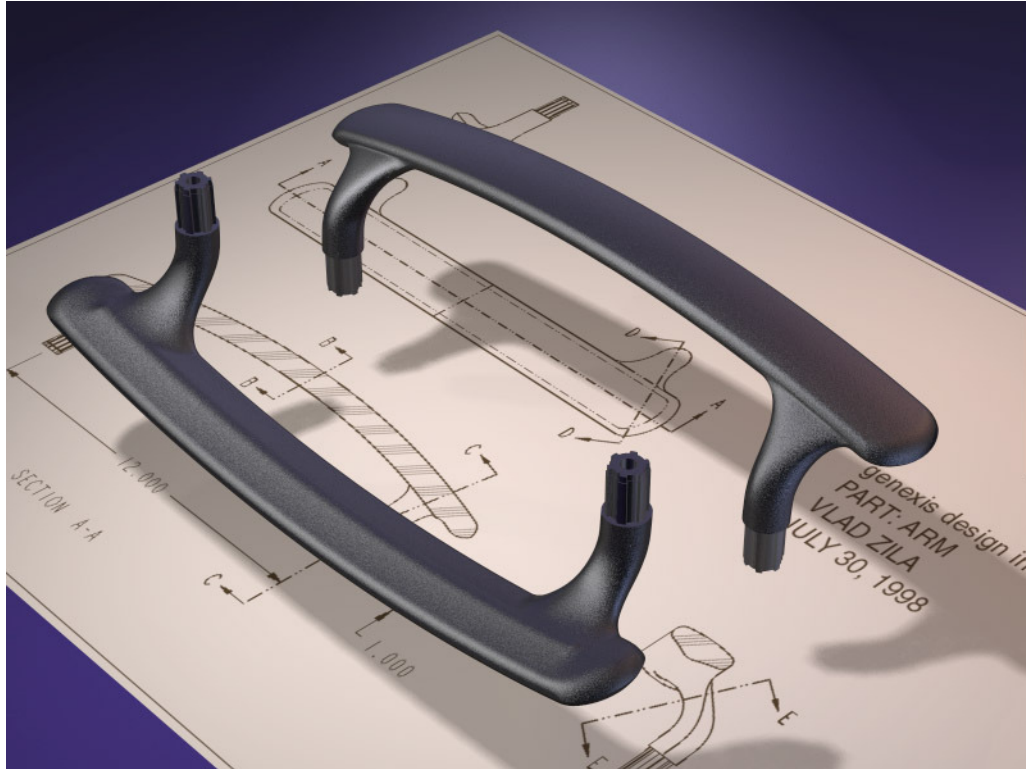


Şema 1.1 Pahl ve Beitz'e göre tasarım sürecinin evreleri(8:5)

- Kavramsal (konsept olarak) tasarım: tasarıma dahil edilecek fonksiyonların belirlenmesi ve uygun çözümlerin tanımlanıp geliştirilmesini içerir.

- Hayata geçirme tasarımı: kavramsal çözüm daha detaylı şekilde geliştirilir sorunlar özölür ve zayıf yanları elenir.
- Detay tasarımı: tasarımın çeşitli unsurları , boyutları, toleransları, materyalleri ve biçimleri sonraki üretime hazır olacak şekilde tanımlanır.

“Şema 1.1 her ne kadar evreler arasında doğrudan doğruya bir geçişi temsil etse de, gerçekte ana evreler bu kadar net tanımlanamaz ve çoğu zaman önceki evrelere dönüş ve evreler arası dönüşüm kaçınılmaz olur.”(8:6)



Resim 1.2 Üç Boyutlu Sunum Tekniği (42)

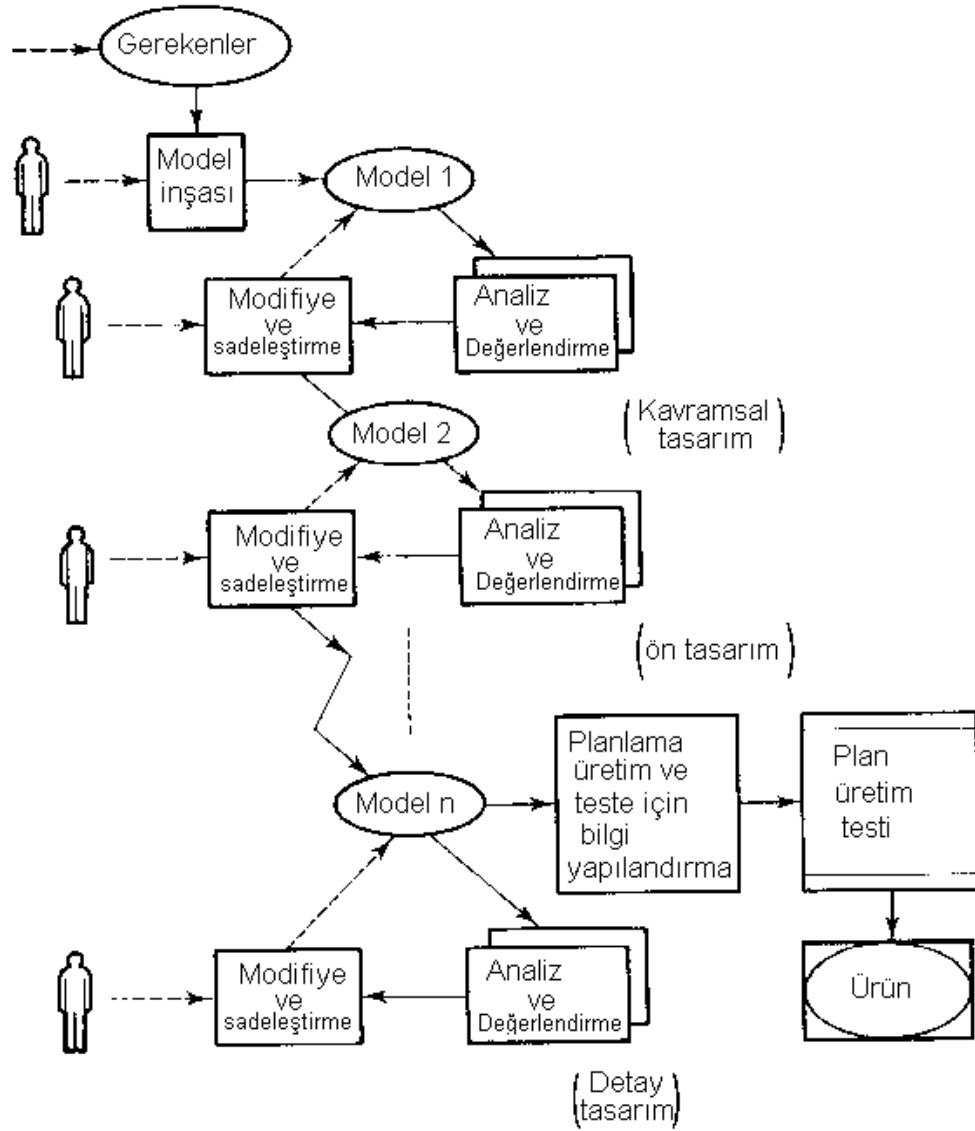
1.1.2 Ohsuga'nın Tasarım Süreci Modeli

“İkinci model Ohsuga'nın (1989) alışmasında gelir ve şema 1.2 de gösterilmiştir. Ohsuga genel tasarımı gerekliliklerden başlayarak kavramsal tasarım ve hazırlayıcı tasarımdan detay tasarıma varan bir aşama süreci

olarak tarif eder. Ancak bu durumda, tasarımın çeşitli aşamaları, tasarımın modellerinin, modelin modifikasyonu, ve artırılmasına varan bir analiz ve değerlendirme sürecinden geçilerek geliştirildiği bir biçime genelleştirilmiştir. Tasarımın erken evrelerinde genel bir çözüm tasarımcı tarafından önerilir. Bu önerilen çözüm verilen şartlara uygunluğunu tespit etmek için birçok bakış açısından değerlendirilir. Eğer öneri uygunsa modifiye edilir. Bu süreç, tasarım daha derinlemesine geliştirilip hazırlayıcı tasarım aşamasına başlayabilene kadar devam eder. Bu aşamada tasarım rafine edilir, değerlendirme ve modifikasyona daha detaylı şekilde devam edilir. En sonunda detay tasarım aşaması üretim için tasarımın tamamlanması için benzer şekilde devam eder.”(8:6)



Resim 1.3 Üç boyutlu Model Final Görünüm(47)



Şema 1.2 Ohsuga'ya göre tasarım süreci(8:6)

1.1.3 Brigitte Borja De Mozota'nın Tasarım Süreci Tanımı

Üçüncü model Brigitte Borja De Mozota'nın Tasarım Yönetimi adlı kitabında yer almaktadır "Tasarım süreci için " üç temel aşama vardır: Analitik bir evre olan gözlem alanının genişlemesi, bir sentezleme evresi olan fikir ve konsept ortaya atma ve en uygun çözümün seçimi olan bitirme evresi. Yaratım süreci,

her birinin farklı bir hedefinin olduğu ve çok gelişmiş görsel çıktılar üretimine denk gelen beş aşamadan oluşmaktadır (bkz. Şema 1.3).

- **Hazırlık Aşaması 0: Soruşturma**

0 aşaması, bir fırsatın veya potansiyel ihtiyacın tanımlandığı ve bu ihtiyacın bir tasarım konseptine dönüştürülüp dönüştürülemeyeceğini görmek için fikirlerin oluşturulduğu olasılıklara dayalı bir araştırmadır. Bu aşama tasarım yoluyla çözülebilecek bir sorunu tanımlamak için soruşturma alanını genişletmeyi hedefler. Bu aşama yön bilgisinin saptanıp saptanmadığına ve tasarım için verilen özgürlüğün derecesine bağlı olarak az yada çok geliştirilmiş bir tutumdadır.

- **Aşama 1: Araştırma**

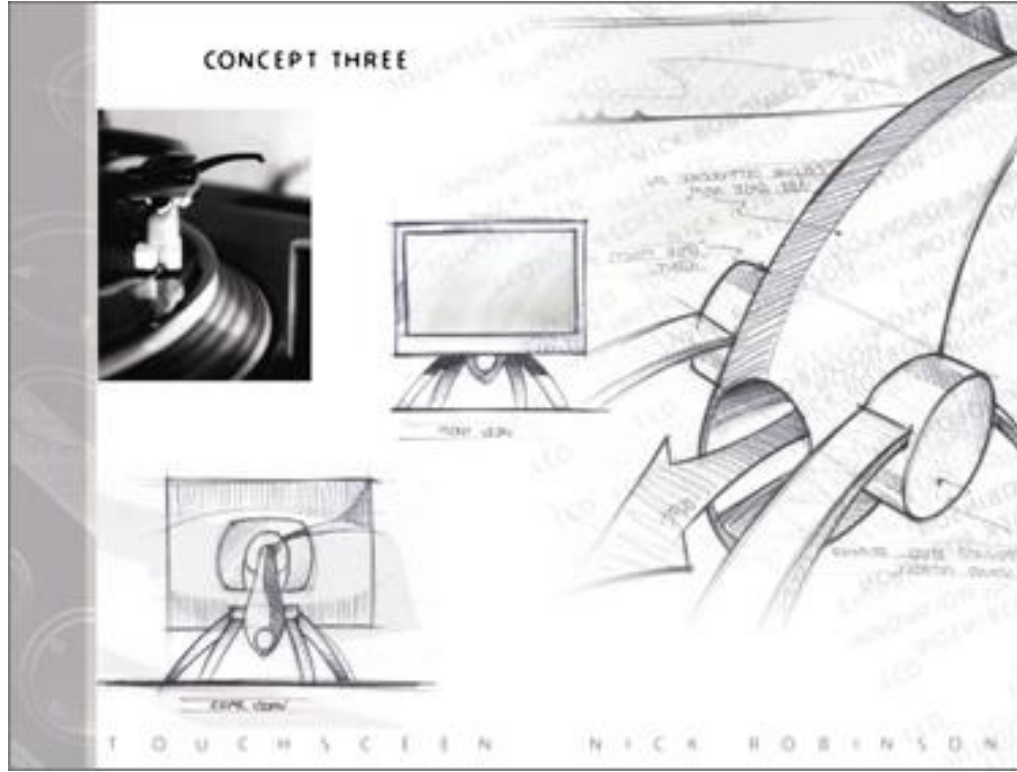
Tasarımcı sorunu ve tasarım projesinin hedefini tanımlayan yön bilgisine bakar. Sonra projenin firma için önemi ve uygunluğu hakkında soruşturma yapar ve firmanın projeyi başlatma kararını alırken kullandığı verileri daha iyi anlamak için farklı sorumlu kişileri sorgular. Ürünün ya da grafiklerin kendi rekabetçi pazarındaki konumlanmasını analiz etmekle başlar ve projenin teknik ve işlevsel parametrelerini inceler. Bu analiz çoğunlukla tasarımcıyı ek çalışmalar yapmaya ve projenin “çevre”si ya da bağlamı üzerine belge toplamaya yönlendirir. Bu aşamanın çift hedefi vardır: projenin bir tanısını çizmek ve görsel konseptini tanımlamak (veya bir metin yaratmak ya da projenin sözlü ve yazılı tanımını oluşturmak).

AŞAMALAR	HEDEF	GÖRSEL ÇIKTILAR
0. SORUŞTURMA	FİKİR	Yön bilgisi
1. ARAŞTIRMA	KONSEPT	Görsel konsept
2. İNCELEME	MAKET SEÇİMİ	Fikri taslakları, eskizler, sunum taslakları Küçük ölçekli maket
3. GELİŞTİRME	PROTOTİP DETAY	Teknik çizimler, İşlevsel maket, Doğruluk ve çalışma kapasitesi için 3B maket
4. GERÇEKLEŞTİRME	TEST	Yapım belgeleri, Prototip
5. DEĞERLENDİRME	ÜRETİM	Ürünün resmi

Şema 1.3 Tasarım süreci(4:25)

▪ **Aşama 2: İnceleme**

Sorunu bütünüyle anladıktan sonra tasarımcı, projenin alabileceği farklı olası biçimlerin eskiz öncesi çizimlerini yaparak konsepti ortaya çıkartmak için tüm yaratıcı kaynaklarını kullanır. Bu çizimler, tasarımın eksenlerini meydana çıkartmakta ve farklı ürün mimarilerini, grafik işaretlerini ve tasarıma yardımcı olabilecek maket seçeneklerini keşfetmeye yardımcı olmaktadır.



Resim 1.4 Tasarım Eskizleri(11)

“Ortaya çıkan bu yaratıcı çözümler, “taslak” ya da farklı çözümler ve önerilen görüş açılarının çizimleri şeklinde müşteriye sunulacaktır. İnceleme aşaması müşterinin de yer aldığı bir komite tarafından bir ya da iki yaratıcı çözümün seçimi ile son bulur. Bu seçim, tasarım yön bilgisinde tanımlanmış, istenen işlevlerin hiyerarşisi ile ilişkili çeşitli çözümlerin teşhisiyle kolaylaştırılmıştır.

Komiteye yapılan tanıtım, analizden sorumlu farklı kişilerin yorumlarını almayı sağlar ve projenin görsel, somut unsurları hakkında bir diyalog kurar. Bu diyalog seçilen tasarım çözümlerini iyileştirmeye yardım eder. Çözümler estetik, işlevsel ve teknik kısıtlamaların bir analizi doğrultusunda incelenir. Bu aşama, 3’üncü aşamada geliştirilecek olan bir yada iki çözümün seçimi ile son bulur.”(4:19)



Resim 1.5 Sayısal Model Örneği(11)

▪ Aşama 3: Geliştirme

“Şimdi seçilen çözümlerin biçimsel olarak üç boyutlu tanıtılma zamanıdır. Bu üç boyutlu kopya yapımı, biçimin mekandaki niteliği üzerine yargıda bulunmaya olanak sağladığından zorunludur.

Aynı zamanda işlevsel de olabilen gerçek boyutta bir maket yapılmıştır. Tasarımcı test öncesi prototipin teknik planlarını yapar. Bu çizimler ürünün birleştirilmesindeki teknik kısıtlamaların kontrol edilmesine olanak sağlar. Bu maket pazarlama testlerinde de kullanılabilir. Çeşitli testlerden sonra, son maket benimsenir ve sürecin yaratım aşaması son bulur.”(4:21)



Resim 1.6 Prototip örnekleri(11)

▪ Aşama 4: Gerçekleştirme

“4. aşamada tasarımcı, proje için bir prototip gerçekleştirme üzerinde çalışır. Yapım belgelerini ve kullanılan malzemeleri, ürün ya da işaretin farklı unsurları için rengi ve yüzeysel bakımını tanımlayan bir plan ortaya çıkarır. Bu aşama, farklı departmanların – imalatçı ve şirket dışı tedarikçiler – işbirliğini gerektirdiğinden zaman alan bir aşamadır.



Resim 1.7 Sayısal Model Detay Sunumu(11)



Resim 1.8 Sayısal Model Örneği(11)

▪ **Aşama 5: Değerlendirme**

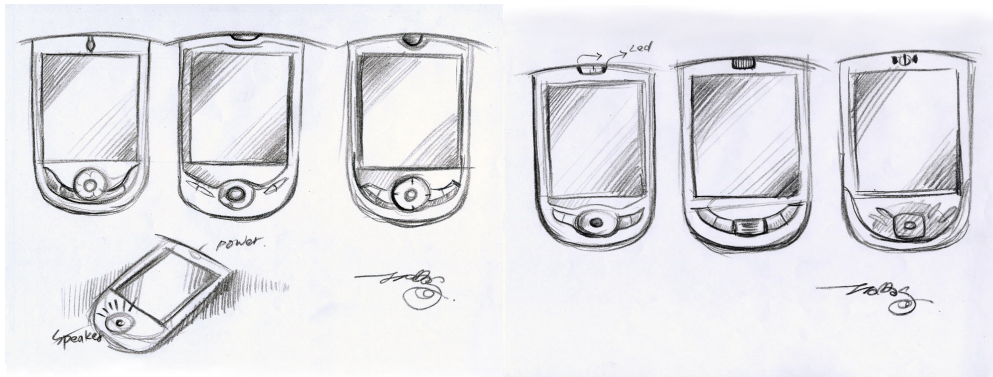
Üç farklı yönde testlere başlanır:

1. Teknik kontrol: Kullanım, güvenlik ve uzun ömürlülük kriterlerine uygunluk testleri
2. Planlama testi: Üretim programlarının hazırlığı, hesaplanması
3. Pazarlama yönünden değerlendirme: Tasarım çözümünün marka değerleri, hedef kitle pazarı ve pazar payı hedeflerine uygunluğu. (Ancak, bu pazar değerlendirmesi daha erken yürütülebilir, tüketici tercihleri ve davranışı prototip testi boyunca değerlendirilebilir.)

Bu son aşamada, yapılacak takibin tek sorumlusu genellikle tasarımcıdır. Ancak, müşterinin resimli örnekler, ürün görüntüleri ve (basın raporları gibi) iletişim belgeleri ve fotoğrafçıların seçilmesini isteyeceği durumlarda sanatsal müdür rolü de oynayabilir. "(4:21,24)

1.2 Tasarım Sürecinde İletişim

İletişim hızının her geçen gün arttığı ve tasarımcının bu hıza ayak uydurmasının gerekliliği son derece aşıkardır, bu gerçeğin tasarımcıya getirdiği görev mevcut teknolojik gelişmeleri ve paralelinde gelişen bilgisayar programlarının kullanımını tasarım sürecinin içerisinde en efektif şekilde kullanımı olmalıdır.

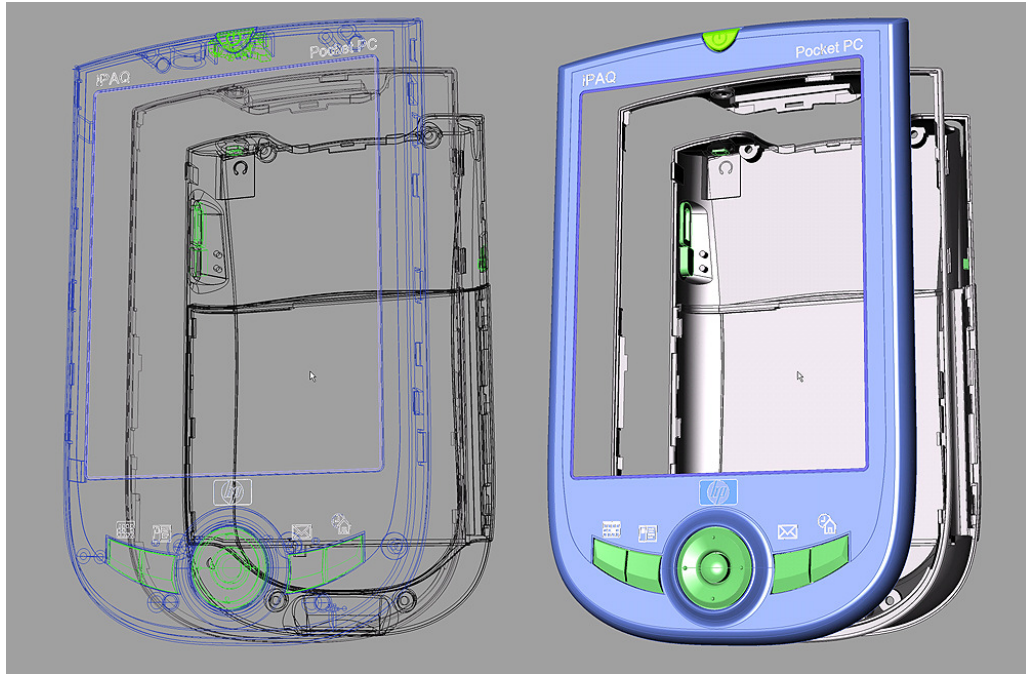


Resim 1.9 HP İPAQ H1910 Eskizleri(44)

“Tasarım sürecinin yukarıda sunulan her üç modelde de üretimle biten bir tasarım süreci dizisi şeklinde geleneksel bir bakış açısı vardır. Ancak tasarım ve geliştirme süresini kısaltma baskısı şirketleri tasarım, geliştirme, analiz ve üretim bilgilerinin hazırlanmasını aynı anda yürütmeye itmektedir. Buna simultane mühendislik ya da eş zamanlı mühendislik denilmiştir, özellikle Kabul görmüş ürünler üreten ve belirli aralıklarla yeni modellerin sıklıkla gerektiği şirketler tarafından kullanılır.

Tasarım süresi boyunca, tasarım soyut haldedir; fiziksel madde ortada yoktur, bu yüzden tasarım yapılandırılıncaya yada üretilinceye kadar ilgili kişilerin değerlendireceği, işleyeceği ve saf hale getireceği tasarım modellerine ihtiyaç vardır.”(9:7)

“Tomiyama ve ortakları (1989) bu modellerin farklı temsiller halinde var olabileceğini öne sürer. Bir mühendislik bileşeninin modellenmiş geometrisi bir çok değişik şekilde temsil edilebilir. Eğer tasarım çok basitse bunlar yalnız tasarımcının kafasında fikirlerden ibaret olabilir, ancak en temel tasarımlar hariç daha resmi temsiller gerekir.



Resim 1.10 HP İPAQ H1910 Sayısal Model Örneği(44)

Tasarımın modelleri bir çok amaç için kullanılır. En temel seviyede, tasarımcı tarafından fikirleri kayıt edip maniple etmek için (hatırlamaya yardımcı olmak için) ve de tasarımın değerlendirilmesine esas olmak için kullanılır. Ancak tasarım süreci nadiren tek bir tasarımcı tarafından ele alınır, ve bu nedenden dolayı modelleri sürecin katılımcıları arasında ve ürünün üretimi geliştirilmesi ve daha sonra kullanımında ilgili kişiler ile tasarımın iletişimde önemli rol taşır.”(8:6)

“Şema 1.1 de verilen tasarım sürecinin tanımı, temsilleme ve iletişimin sürecin her anında olduğunu göstermek için kullanılabilir. Kavramsal tasarım aşamasında tasarım gereksinimleri tasarımcıya iletilir. Fikirlerin çeşitli

temsilleri, olası çözümleri değerlendirmek için kullanılır ve seçilen çözüm bir şekilde kayıt edilip şekillenme aşamasına iletilir ki bu başka bir tasarımcı tarafından ele alınabilir. Şekillenme aşaması tasarımın daha başka modellerini üretir ki bunlar sürecin tekrar edeceği ayrıntı aşamasına iletilir. Tasarım, üretim için komutlarıyla, üretimden sorumlu olana iletilir ve tasarımın denenmesi, devam ettirilmesi ve kullanımında ilgili olacaklar için daha başka temsillerin üretilmesi muhtemeldir. Tasarım bazen o kadar büyük gruplar tarafından yürütülür ki – örneğin otomobil ve uçak tasarımları binlerce kişiyi içerir—tasarımın özü ilgili kişiler arasında bilgi paylaşımı olduğu için iletişim son derece önemlidir.”(8:7)



Resim 1.11 HP İPAQ H1910 Render Görünümü(44)

“Çoğu tasarım farklı uzmanlık alanlarına sahip bireyler topluluğuyla karşılıklı etkileşim içerir. Dijital modellerin kullanımı ve rolüde buna göre değişir, fakat bilgi paylaşım ihtiyacı model revizyonları vesaire her zaman mevcuttur. Bahsi geçen programların çoğu bireysel sistemlerdir (Rhinoceros,form-Z) belirli görevleri iyi yerine getirir, hiç bir organize olmuş iletişim, bilgi paylaşımı veya model paylaşım sistemine dahil değildirler. Autodesk veya Bentley gibi çoğu CAD firmaları daha kullanışlı bir şekilde bilgi paylaşım platformlarını

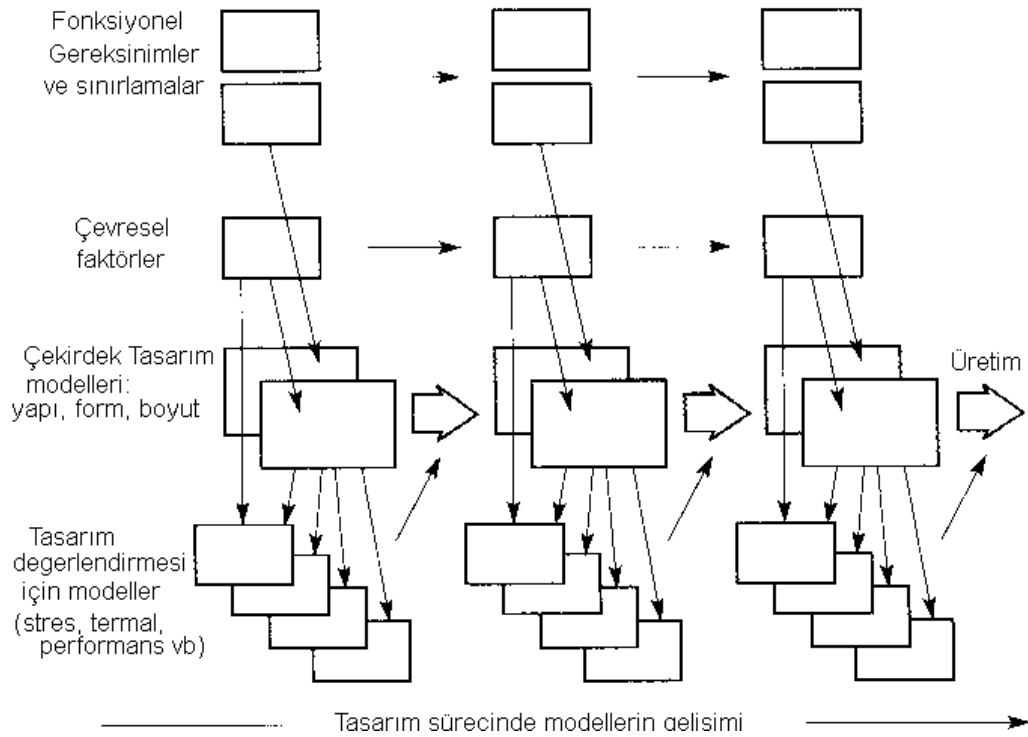
kapsarlar. Son teknoloji tasarım geliştirme programları jeografik olarak birbirine uzak bulunan tasarım ekibi üyeleri için internet üzerinden yada şirket içi bilgisayar ağlarından (intranet) aynı platformu kullanan katılımcıların tasarım sürecinde gerekli ihtiyaçların paylaşılabilmesine olanak sağlayan gerekli gereçleri sağlamaktadır, örneğin Enovia.”(9:182)

“Bıgısayar teknolojilerinin gelişimi tasarım, model yapılandırma, prototip ve üretimde de paralel süreçler getirdi. 1990’ların ortalarından beri büyüyen bir bağ, kullanıcıları tasarım sürecine entegre etmek için tamamen yeni olasılıklar sunmuştur. Günümüzde kullanıcılar (müşteriler) internet üzerinden kişiselleştirilmiş ürünler oluşturabilir; bilgi önceden belirlenmiş fabrikalara gönderilir, burada ürün üretilip direkt kullanıcıya yollanır. Stoklar minimuma indirgenmiş ve mesafeler azaltılarak tasarım sürecine ekolojik bir boyut katılmıştır”(1:417)

1.2.1 Tasarım Sürecinde Modelleme

“Tasarım sürecinde, tasarım ilerledikçe, üretim veya yapılandırma için tamamen belirlenene kadar, soyut olarak yenilenir, iyileşir. Tasarımın geliştirilmesini desteklemek için tasarımcılar çeşitli temsil teknikleri kullanarak, tasarımın farklı yönlerini gösteren bir dizi model yapılandırır.

Takibinde veya aynı zamanda tasarımın değerlendirilmesi veya üretimi ile ilgili olanlar bu modellerden bilgiler çıkarır ve dolayısıyla işlerinde kendilerine yardımcı olmak için yeni modeller biçimlendirirler.



Şema: 1.4 Tasarımda modellerin kullanımı(8:14)

“Şema 1.4 eş zamanlı mühendislik süreci içerisinde bu geliştirmeyi gösterir. Bu şema ürünün üretimi için gereken bilgi modellerini –biçim, boyut, yüzey durumu, yapısı, vb.-, tasarım sürecinin özünde geliştirilmelerini gösterir. Paralel olarak aşağıdakilerde geliştirilir:

- İşlevsel olanın modelleri ve müşterinin tasarım için isteklerini: çünkü bu öğelerde tasarım süreci esnasında gelişip değişebilir.
- Tasarımdaki sınırlama modelleri: elde hazır bulunan materyallerden ve üretim süreçlerinden benimsenmiş olan.
- Tasarıma yüklenmiş olan değerler
- Tasarım performansını değerlendirmek için kullanılan modeller- örnek olarak stres testi, termal analiz veya aerodinamik değerlendirmeler için.

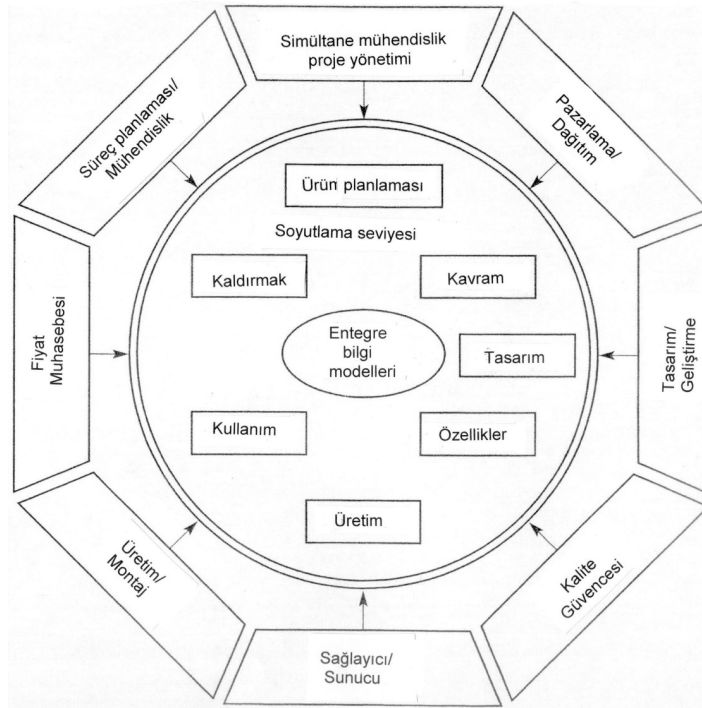
Bilgisayar destekli tasarımın amacı, bilgisayarları hem tasarım modelleme hem de tasarım iletişimi için kullanmaktır. İki farklı yaklaşım vardır, çoğunlukla beraber kullanılan bu yaklaşımlar;

- Temel seviyede, bilgisayarı çizimlerin üretimi, şema ve tasarım içerisindeki parçaların listesini oluşturmak üzere kullanmak veya yardım almak
- Daha ileri bir seviyede, tasarımcıya tasarım sürecinde yardımcı olacak yeni teknikler sağlamak

şema 1.4 tasarım modellerinin, tasarım sürecinde geliştirilmesini ve farklı safhalarda tasarım değerlendirmesine uygulanışı veya üretim için bilgi üretimini gösterir . Bu bilgisayar destekli tasarımın, tüm tasarım uygulamaları ve üretiminde besleneceği merkezi tasarım tanımlamasını ihtiva etmesi gerekliliğini söyleyen bakış açısına uyar. Burada ima edilen tasarım simülasyonu ve analizi ve üretim için talimat oluşturan bilgisayar

bazlı teknikler, ürün modelleme ve tasarım yapılandırma teknikleri ile yakından entegre olma gerekliliğidir. Ayrıca merkezi tasarım tanımı eş zamanda oluşan mühendislik çalışmaları içerisinde tasarımın her safhasında simültane geliştirme için mükemmel bir temel oluşturur.” (8:15)

”Ürün tasarımı modelleme; geometrik modelleme, aşama planlama ve kontrolü, mühendislik analizi ve mühendislik veri derleme sistemlerinin entegre edilmesinden gelişmiştir ki bu da farklı veri şekillerinin ortak bir çalışma çerçevesine entegre olmasını sağlamıştır. CAD/CAM geliştirilmelerinin bir çoğunun nihai hedefi, ürün yaşam çemberinde tanımlamadan üretime kadar ortaya çıkan verilerin ortak bir mantık çerçevesine entegre edilmesidir. Buna "ürün modellemesi" denilebilir ki amacı bütün ürün yaşam çemberi amaçlarını destekleyecek bir entegre modeli geliştirmektir. Ürünün geliştirilme süreci de ürün modellemesinde önemlidir. Şema 1.5 ürün modelleme sistemi tarafından ilgilenilmesi gereken, ürün yaşam döngüsü dizesini gösterir”(8:587)



Şema 1.5 Ürün modelleme, ürün yaşam çemberi ilişkileri(8:588)

2. Üç Boyutlu Sayısal Modelleme

2.1 CAD/CAM Tanımı

Cad/Cam araçları, kendi elemanları dikkate alındığında geometrik modelleme, bilgisayar grafikleri ve tasarım araçları olmak üzere üç aracın kesişimi olarak tanımlanabilir.

Geometrik modelleme ve bilgisayar grafiklerinin kendine has kavramları, tasarım işlemine hizmet edecek şekilde değiştirilerek uygulanmalıdır. Bir tasarım ortamında donatım baz olarak alındığında Cad/Cam araçları, tasarımın çeşitli aşamaları boyunca bilgisayar donanım ve yazılımına eklenen tasarım araçları (analiz kodları, problem çözümünde yönlendirici veya yardım edici işlemler, tasarım uygulamaları, v.s.) olarak tanımlanabilir. (16:25)

Başlangıçta çizim yükünü azaltmak amacıyla kullanılmaya başlayan bilgisayarların donanımlardaki hızlı gelişmeler ışığında görüntüleme ve üç boyutlu algılama kolaylıkları ile görselleştirmeye katkıları olmaktadır. Grafik, video ve multimedia ürünleri ile bilgisayarlar basit çizim fonksiyonundan güçlü bir görselleştirme, animasyon fonksiyonuna geçmişlerdir. Bu potansiyel ile günümüzün ve geleceğin en popüler görselleştirme aracı olduklarını kanıtlamaktadırlar. (6:4)

2.1.1 CAD / Bilgisayar Destekli Tasarım

Dilimizdeki benimsenmiş karşılığıyla Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design –CAD) adından da anlaşılacağı gibi “mekanik ve elektro-mekanik parça ve sistem tasarımlarının yapılmasını kolaylaştırmak, hızlandırmak, kalitesini yükseltmek gibi amaçlara ulaşmak için araç olarak bilgisayardan yararlanma”dır. Diğer bir tanımla “bir ürünü her açıdan görmek, o ürünün gerçek yapı ve şekli hakkında daha iyi fikir edinmek için

bilgisayar ortamında ürünün gerçek ölçüleri kriter alınarak görüntüsünün oluşturulmasıdır". (11)

2.1.2 CAM / Bilgisayar Destekli Üretim

Cam; *Computer Aided Manufacturing* yani Bilgisayar Destekli Fabrikasyon ,imalatta bilgisayar yardımıyla çalışılmasıdır.

"Mühendislik safhaları, yapısal vurgulamalar, yorulma ve aerodinamik gibi safhaların tümü sofistike CAM yazılımları kullanılarak analiz edilebilir, böylece orijinal tasarımdaki kusurların düzeltilmesine yardımcı olur."(11)

"Bilgisayar destekli üretim (CAM) sürecin ikinci aşamasıdır. CAD model bilgisi bilgisayar kontrollü üretim tesisinde kesim, torna gibi yöntemlerle materyalleri istenilen şekle getirilirken kullanılabilir. Böylece gerçek bir obje üç boyutlu modelinden vücut bulur."(2:28)

"Bilgisayar eğer doğru veriler girilirse, ileri matematik ve geometri yetenekleri sayesinde kusursuz eğriler, çemberler, çizgiler ve bunların gerek iki gerek üç boyutta kombinasyonlarından oluşan nesnelere çizebilir. Bu nesnelere çoğaltılabilir, taşınabilir, döndürülebilir, ölçeklenebilir, silinebilir, birbiriyle kesiştirilebilir, eklenip çıkartılabilir, farklı açılardan görüntülenebilir.

Bir CAD yazılımı, az önce yalnızca bir kaçını saydığımız çok sayıda işlemi, bir arayüz (*interface*) ile tasarımcı için kullanışlı hale getirerek, bilgisayar uzmanı olmasına gerek kalmadan tasarım eylemini bilgisayar üzerinde yapabilmesini sağlar."(11)

"Zaman içinde CAD kavramının içeriği zenginleşerek kendisi için bir araç gibi görülmeye başlandı. Bu kavram kargaşası giderek insanların gözünde CAD'i ana işlevinden uzaklaştırarak yalnızca çizim yaptırıcı, çizimin kalitesini yükseltici, çizim hızlandırıcı bir araç haline getirdi. CAD'in böylesine becerileri

olduğu kesinlikle doğrudur. Ancak CAD'in yalnızca bir çizim aracı olarak sınırlandırılması, kavramın içindeki bilgisayarı dışlamaktadır.

Cad çizimlerinin kusursuz hatta mükemmel olduğu elle çizim ve tasarımın artık tarihe karıştığı yönündeki inanışların, daha doğrusu önyargıların ciddiye alınmaması gerekir. Tasarımcının kişisel yeteneği ötesinde bazı artılar aramak yersizdir. CAD beceriksizlikten, bilgisizlikten, umursamazlıktan ve dikkatsizlikten oluşacak hataları düzeltmek gibi bir misyon üstlenmez. Bilgisayar destekli tasarım, T-cetvelinin, gönyenin, çizim masasının, kağıdın ve kurşun kalemin yerine bilgisayar ekranını, mouse'u çiziciyi koymakla sınırlı bir eylem olsaydı, tasarımcının da metamorfoza uğrayarak bilgisayarın merkezi işlem birimi (CPU) ile kamera alaşımı bir sayısallaştırıcı biçimi olması gerekirdi. Tasarım, bünyesi içinde çizim yapma eyleminin yalnızca sınırlı bir bölümünü oluşturduğu, çok farklı bilgilerin düğümlendiği bir girdiler yumağıdır. Çizim ise bir haberleşme aracıdır. Doğru çizim doğru bilgiyi iletir; bilgi yanlışa bilgisayarda çizilmesinin hiçbir anlamı yoktur.”(11)

“CAD yalnızca bir çizim aracı değildir. Ne zamanki tasarımcı çizim sürecinde kazandıklarını, tasarımını geliştirmek için yararlı girdilere çevirebilir ve bilgisayarın veri biriktirme/sıralama, hesaplama, programlanabilme, görselleştirme yeteneklerinden yeterince yararlanabilir, işte o zaman bilgisayar ortamında çalışmak onun için gerçek anlamda verimli olacaktır. Tasarımın bittiği zaman nasıl bir ürün ortaya çıkaracağını, belkide ürünün nasıl çalışacağını önceden görüp ona göre tasarımını geliştirebilen kişi CAD'den yararlanabilecektir. O, bilgisayardan gerçek desteği alabilecek, özetle Bilgisayar Destekli Tasarım eylemini yapabilecektir.”(34)

Bir tasarımcının başarısı büyük ölçüde tasarımının inandırıcılığına bağlıdır.

Bunun için iki önemli kriterimiz var:

Doğru tasarım: çizim hesap maliyet,

İyi sunulmuş tasarım: renk malzeme ve bakış açısı seçimi vs.

“Her iki inandırma kriterini yerine getirmede de CAD en büyük yardımcımız olacaktır. Doğru çizimde, hesaplamada, görselleştirmede ve daha pek çok konuda ondan yararlanabiliyoruz. CAD bize geleneksel tasarımın veremediği bir çok olanağı veriyor, örneğin 3 boyutlu çalışma olanağı. Oysa bilgisayar ekranında, aynen kağıt üzerinde olduğu gibi her şeyi 2 boyutlu görüyoruz denilebilir ve doğrudur ve 3-D çalışmak hiç de doğal bir eylem değildir. 3 boyutlu bir nesneyi 2 boyutlu tasarım ortamında temsil etmek kolay değil, doğal da değil. Ancak bir miktar çabayla, tasarımımızı 3 boyut içinde doğal bir eylem gibi sunabiliriz. İşte bu çabanın büyük bir kısmını CAD yardımıyla gerçekleştirebiliriz. Bilgisayar ekranında sanal bir 3 boyutlu uzay gerçekliğini elde edip nesnelimizi oluşturabiliriz. Çünkü kağıtta asla elde edemeyeceğimiz 3 boyutlu uzayın temsili ortamına sahibiz...” (34)

2.1.3 Simülasyon – Sanal Prototipleme

“Her hangi bir olguyu, bir sorunu çözmek amacıyla her hangi bir biçimde simüle etme olayı, tasarım süreci içinde özellikle ürün geliştirme aşamasında kullanılacak bir araç olarak gözükmektedir. Örneğin; bir derslikte, pencere ile kullanıcı arasındaki ilişkilerin saptanması ve çözümünde kullanılacak bir araç. Burada bir anlamda yapılan işlem, bir olguyu incelemek üzere bir deney aracını tasarlamak olmaktadır. Esasında yapılan model bir tasarım ürününü anlatmaktan çok bir olgunun deneysel olarak incelenmesine olanak verecek modeldir.

Doğal olarak birtek olguyu incelemek üzere modeller kurulabileceği gibi, bir olgular dizisini incelemek üzere de modellerin kurulması olanaklıdır. Bu modeller genellikle tam ölçekli ve üç boyutlu olmaktadır. Belirli bir zaman aralığını simüle etmeye olanak veren modeller genellikle, üç boyutlu ve üç boyutlu anlatımla ilgilidir modellerdir. Bu modeller içinde gerçek yaşam çevresinde olması olası olaylar, olgular gözlenerek, tasarım sürecinde

karşılaşılan tasarım sorunları bu modellerde gerekli değişimler yapılarak çözüme ulaştırılmaya çalışılır.” (6:4)

“Üç boyutlu modelden gerçek obje oluşturma nın diğer bir yolu “stereolithography” dir. Bu süreç, bilgisayar kontrollü lazer kullanılarak özel bir reçineyi kat kat şekillendirmek suretiyle üç boyutlu form elde eder. Bu yöntem için neredeyse her CAD dosyası kullanılabilir.



Resim 2.1 Stereolithography Tekniği İle Üretilmiş Model(45)

Hızlı prototip servislerinde uzman firmalar vardır, onlara üç boyutlu model dosyası yollanarak dijital ortamdaki modelin reçine prototipinin üretimini sağlamak mümkün. Hızlı prototip üretme, ürünün çok hızlı şekilde iyileştirilmesinin yolunu sunar çünkü gerçek bir obje üzerinde teftiş, testler yürütülmesi olanaklıdır. Reçine model ürün olarak kullanılamazken, final ürün için kalıp oluşturmada kullanılabilir” (2:28)

2.1.4 Mühendislik Analizi

“Mühendislik analizi, parça tanımını geri getirmek için veri tabanıyla, tasarım kısıtlamalarını, sınır şartlarını ve diğer analiz detaylarını elde etmek gayesiyle kullanıcıyla iletişim kurar. Bilgisayar grafiği ekseriyetle burada devreye girer. Ayrıca analizde, bazen büyük merkezi işlemci birimleri kullanılır. Mesela, gerilme (stress) seviyeleri için yapılacak sonlu elemanlarla analiz, bazen paralel işlemciler ve süper bilgisayarlar gerektirir.

Tasarımı gözden geçirme ve değerlendirme modülü; kullanıcının parçanın imal edilebilirliği ve işleme detaylarının uygunluğunu, denetlemesine izin verir. Örnek olarak bu modül, kullanıcının yüksek gerilmeleri görmesi için, parça ve parçanın sonlu eleman gerilme sonuçlarını üst üste koymasına izin verebilir. Diğer örnekler kinematik canlandırma ve farklı sıcaklıklar için farklı renkler kullanarak akış alanlarını görüntülemeyi kapsar. Bu modül, aynı zamanda bilgisayar grafiğini de hazır bulundurur.”(16:7)

“Bilgisayar grafiği, şüphesiz CAD’in önemli bir parçasıdır, fakat tasarım için bilgisayar kullanımının en büyük yararı, analiz ve yeniden tasarım aşamalarında çok büyük zaman tasarrufu sağlamasıdır. Analiz, zaman –ve iş- tüketen işlem olmak yerine bilgisayar üzerinde dakikalarla ifade edilen daha kısa bir sürede yapılabilir. Analiz sonuçlarına göre, tasarım geri çağırılabilir ve değiştirilebilir. Çok sayıda tekrar, daha önce uygulanabilir olmadığı halde, bilgisayarla uygulanabilir hale gelmiştir. Bu ise, daha az maliyet ve daha iyi tasarım demektir.”(16:34)

Ürün geliştirme süreci sırasında oluşan alternatiflerin fiziksel prototip üzerinde denenmesi yerine, bilgisayar ortamında sanal prototip üretme uygulamalarından faydalanarak bu kontrollerin yapılabilmesi, ürün maliyetinin düşürülmesi ve tasarım sürecinin kısaltılmasını sağlamaktadır. Bu konuda özelleşmiş çeşitli yazılımlar sayesinde mukavemet, ısı transferi, manyetik alan etkileşimi gibi ürünün fiziksel niteliği ile ilgili analizlerin yanında, ürünü

oluşturacak kalıbın iyileştirilmesi ve optimizasyonuna kadar uzanan çeşitli aşamalara yönelik analizleri gerçekleştirilebilir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) uygulamaları sayesinde mekanik, kinematik analizler ve kalıp ile ilgili parametrelerin incelenmesi, bunların optimizasyonu ve üretim aşamasında ortaya çıkabilecek problemlerin önceden saptanması mümkündür.”(36)



Resim 2.2 Sayısal Model Ürün Örneği(43)

“Görsel ve donanım içeren prototipleme kabiliyetleri diğer tüm stratejik alanlar için gerekli bir teknolojik alt alandır. Modelleme yazılımları çalışmalarındaki sonuçların sanal prototiplemeler ile bağdaştırılması teknolojinin son sınırlarını zorlamak için büyük önem arz etmektedir. Örneğin, ergonomik tasarımların, enerji tasarrufu ile ilgili tasarımların, geliştirilen modelleri sanal gerçeklik ile birleştirilerek prototipleme imkanı sağlaması amaçlanmaktadır. İnsan vücudunun/hareketlerinin matematik ve görsel olarak modellenmesi daha sonra kimyasal süreçlerin modellenmesi faaliyetleri ile entegre edilerek çalışmaların birleştirilmesi öngörülmektedir.” (35)

“Enformasyon ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, mimari tasarım aşamasında olduğu kadar uygulama aşamasında da analiz, simülasyon ve bilgisayar destekli imalatın (CAM) daha hassas, hızlı ve ucuz yapılabilmesini sağlamış, karmaşık geometrilerin hatasız hesaplanabilmesi ve ileri teknoloji ürünü malzemelerin, mekanik ve elektronik sistemlerin davranışlarının üretim aşamasından önce tamamen sanal ortamda simüle edilebilmesi yepyeni bir tasarım yöntemi ve anlayışını mimarlık disiplinine sokmuştur. Çağdaş mimari tasarım süreci, karmaşık malzeme ve robotik üretim teknolojilerinin etkisiyle endüstriyel tasarımda olduğu gibi bilgisayar destekli tasarım, üç boyutlu sayısallaştırma, bilgisayar destekli mekanik tasarım, sanal prototip üretme, hızlı prototip üretme, bilgisayar destekli mühendislik, bilgisayar destekli imalat ve üretim optimizasyonu gibi işlemleri içeren “bilgisayar destekli endüstriyel ürün geliştirme süreci”ne dönüşmüştür. Yazılım ve donanımın birlikte tasarlanması artık olağan bir durumdur. Yazılımcılar, bilgisayar ve enformasyon mimarları, besteciler, ses mühendisleri, bilgisayar destekli tasarım ve imalat uzmanları, çoklu ortam sanatçıları ve birçok disiplin tasarım sürecinde aktif olarak görev almaktadır.” (36)

“Tasarımcı çizim sürecinde kazandıklarını, tasarımını geliştirmek için yararlı girdilere çevirebildiği ve bilgisayarın veri biriktirme/sıralama, hesaplama, programlanabilme, görselleştirme yeteneklerinden yeterince yararlanabildiği zaman, bilgisayar ortamında çalışmak yeni yüzyıl tasarımcısı için gerçek anlamda verimli olmaktadır.” (37)

“Bilgisayar destekli tasarım araçları, tasarımı gerçekleştirilen parça ve sistemlerin yükler, sıcaklıklar ve akışlar altında davranışlarını incelemeye olanak tanımalarıdır. Böylece, tasarımı gerçekleştirilen bir ürünün çalışma koşulları altındaki davranışı bilgisayar ortamında incelenerek, mükemmel ürünün ortaya çıkmasını sağlayacak değişiklikler yapılabilir. Sonuç olarak “tam müşteri memnuniyeti” ni mümkün kılan, optimum boyut ve özelliklerde ürünler elde edilir. Tasarımcı açısından CAD mükemmel tasarımlar için

bilinmesi ve kullanılması gereken yardımcı bir araçtır. Bu araç ile tasarımcı, bilgisayardan gerçek desteği alabilecek ve Bilgisayar Destekli Tasarım ve Mühendislik eylemlerini mükemmel bir biçimde gerçekleştirebilecektir.

CAD programları kullanarak katı model esaslı tasarım çalışmaları yapılmasının diğer üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir.

- Kütle, hacim, ağırlık merkezi ve yüzey alanı gibi çeşitli mühendislik verilerinin değerlendirilebilmesi.
- Bu modellerden gerçekleştirilen montaj parçalarında herhangi bir çakışma bulunup bulunmadığının kontrol edilebilmesi.
- Daha hızlı, temiz ve hassas çizimlerin yapılabilmesi.
- Özel çizim tekniklerinin kullanılması.
- Tasarım için gerekli hesaplamaların ve analizlerin hızlı ve kolay yapılabilmesi.“(37)

2.2 Geometrik Modelleme Yöntemleri

2.2.1 Üç Boyutlu Modelleme

“Üç boyutlu modelleme, bir olgunun veya geometrik modelin ortaya çıkarılması veya temsil edilmesi sanatıdır. Bilgisayarlar vasıtasıyla yapılan geometrik modelleme ve benzetim, gerçek hayattaki prototip ve deneylerin yerini alacak bir seviyeye erişmiştir. Geometrik model, bir nesnenin grafik olan ve grafik olmayan bilgilerinin beraber tüm olarak temsil edilmesidir şeklinde tanımlanabilir. Nesnelere, geometrik yapı açısından üç tipe ayrılabilir. Bunlar iki buçuk boyutlu, üç boyutlu veya bu ikisinin birleşimidir. İki buçuk boyutlu nesnelere, kesit düzlemine dik yönlerde yeknesak kesit ve kalınlığa sahip nesnelere denir. Tel kafes modelleme yoluyla böyle bir nesnenin yapılandırılması, sadece uygun öğelerin (yüzlerin) yapılması, bunların kalınlık değeriyle uygun yönde yansıtılması ve bu yönler boyunca uygun kenarların oluşturulmasını gerektirir. Bu, modelin tüm köşe noktaları koordinatlarının hesaplanması ve girilmesinden çok daha etkili bir

yapılandırma yoludur. Gerçek bir üç boyutlu nesnenin yapılandırılması, anahtar noktaların koordinatlarının girilmesi ve sonra bunların uygun öge tipleriyle birleştirilmesini gerektirir.”(16:102)

2.2.1.2 İki Boyutlu Çizim

“Teknik ressamalar, tasarımcılar ve mühendisler tarafından mikro bilgisayar destekli tasarımın en fazla ortak kullanım şekli iki boyutlu çizimdir. Bunun sebebi çizim tahtasının geleneksel kullanımından kaynaklanır. Tahta üzerinde üretilen çizimler, tabii olarak iki boyutludur.

Bir çok mekanik uygulama için iki boyutlu çizim, parça geometrisini yeterli ve doğru şekilde tanımlar. Geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma, özellik kontrol sembolleri ve detaylı özellikler, parçayı veya ürünü imalat mühendisine ve sayısal denetim parça programlayıcısına tanıtır.”(16:102)

2.2.2 Üç Boyutlu Modelleme Teknikleri

2.2.2.1 Wire-Frame (Tel-Kafes) Modeller

İki boyutlu çizimler için görünüm verisinin üretimi: levha metal bileşenleri ve uzay kafes sistemleri gibi geometrik olarak basit şekillerin modellenmesi.” (8:181,182)

“Bir çok cad – çizim sistemleri, nesne geometrisini tanımlamak için üç boyutlu tel kafes yöntemini kullanır. Bu yöntemde kullanıcı, üç boyutlu köşeleri x,y,z üçlüsü şeklinde girer. Bu köşelerin birleştirilmesi tel kafes adı verilen üç boyutlu nesneyi oluşturur. Bu temsil, sadece noktaları ve çizgileri içerir. İki boyutlu çok görünüşlü duruma zıt olarak, köşeler ve kenarlar üç boyutlu olmak zorundadır. Kullanıcı, üç boyutlu kenarların köşe ve uzunluklarının koordinatlarını sorgulayabilir. Dolayısıyla tel kafesler hala tamamlanmamıştır. Yüzey geometrileri yoktur. Model, sadece noktaları ve kenarları içerir. Kenarlar, dışarıya veya içeriye doğru girinti yapmak için yontulursa, model bunun hiçbir bilgisine sahip olmayacaktır. Tel kafes

modeller, daha sonraki imalat işlemi ve diğer analizler için önemli yüzey tanımına muhtaçtırlar.”(17:166)

2.2.2.2 Yüzey modelleri

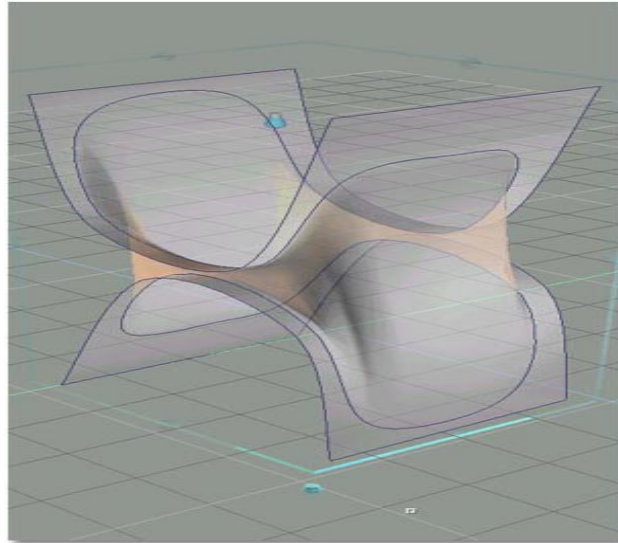
Makine verisi, hacim analizi ve resim üretiminin gerekli olduğu durumlarda, veya kompleks şekillerin bir araya getirilmesinde kullanılır. Ayrıca tam bir katı modelleme gerekliliğinin bulunmadığı ya da uygun olmadığı durumlarda kullanılır. (8:181,182)

“Tel-kafes modelin eksikliği giderilmeye teşebbüs edildiğinde, yüzey hakkındaki bilgiyi ilave eden bazı modelleme şemaları ortaya çıkar. Bu sistemlerde kullanıcı, köşeleri ve kenarları tel-kafes yöntemindeki gibi fakat her seferde bir yüzü sınırlayan veya ana hatları belirleyen çizgileri bir sıra içerisinde girer. Her ne kadar yüzey modelleyici, tel kafes modelleyicisinden daha ileride ise de onunda bazı sakıncaları vardır. Modelleyici yüzeyler, kenarlar ve köşelerin tanımlarına sahiptir. Fakat bu öğelerin topolojisi ve bağlanabilirlikleri hakkındaki bilgiye sahip değildir, dolayısıyla bu bilgiyi depolamaz. Bu ve diğer nedenlerden dolayı modelleyici, parçanın içi ve dışı kavramına sahip değildir. Modelleyici, yüz normal (dik) vektörlerini depolamaz ve asal eksenleri gibi diğer kütle özelliklerini de hesaplayamaz. Yüzey modelleyici, tasarımcının gerçekleştirebilir bir nesneyi gerçekten tanımlamış olduğunu garanti edemez. Nesne, yüzeylerin birleşmediği durumlardaki gibi, fiziksel bir parçayı tanımlayan, yüzeyler topluluğu olabilir. Tam bir parça tanımı, fiziksel katı bir nesne hakkında katılığı garanti edecek soruları cevaplamak için yeterli bilgiye sahip olmalıdır.

İmalattaki yüzeylerin çoğunun doğal kuadrikler olduğunu belirtmek gerekir. Bikübik yamalar kullanılarak düzlem ve kuadrik yüzeyler türetmek mümkündür. Bazı geometrik modelleyiciler, temsilde ahengi ve yeknesaklığı

sağlamak için sadece bikübik formülasyonu kullanır. İmalat uygulama programları, kuadriklerin bu belirli şekillerini çözmede zaman yönünden zorlanabilir. Bu özellikler, uygulama silindirik yüzeyleri aradığı zaman doğrudur. Bikübik yamanın gerçekten bir silindir depolamadığını söylemenin tek yolu, bikübik eşitlikleri silindir eşitliklerine eşleştirmeye çalışmaktır. Bu, özellikle bilgisayar hesaplarında sıkca karşılaşılan yuvarlaklaştırma ve kesme hataları düşünüldüğünde kolay olmayabilir.

Yüzek modelleyiciler tarafından oluşturulan yüzeyler, çok etkileyici olabilir ve türbün kanatları gibi imalatı zor parçaları tanımlıyabilir. Halbuki yüzey modelleyiciler kendi kabiliyetlerinde oldukça karışık olsalar bile katıllık güvencesi olmaması ve kütle hesaplamaları yeteneğinin eksikliği gibi bazı eksikliklere sahiptir. (16:103)



Resim 2.3 Yüzey Modelleme Tekniği(47)

“NURBS; CAD geometrisindeki eğilim, bütün yüzeyleri yeknesak olmayan rasyonel B-spline (NURBS) ile temsil etmektir. NURBS matematiği, rasyonel katsayılarından dolayı geometri deposundaki yuvarlaklaştırma hatalarının azaltılmasıyla daha iyi eğrilik denetimi üstünlüğüne sahiptir.”(17:168)

2.2.2.3 Katı Modeller

“Katı geometrik modelleme şemalarının bulunmasıyla; çoklu dik izdüşüm çizimleri, tel kafesler ve yüzey modelleyicilerin zorluklarına çözüm bulunmuştur. İlk katı modelleme sistemleri 1970’lerin başında görüldü. Bu on yılın sonlarına doğru, literatürde farkedilebilir oranda bir bilgi elde edildi. Katılar için düzlem ya da basiy eğri yüzeylerle (silindirler, koniler, vs.) yapılan temsil yöntemleri ve algoritmalar başlıca araştırma odağı idi. Katı modellemede BUILD modelleyiciyi kullanan ilk teşebbüs, ALGOL diliyle yazılmıştır. Bu yazılım sistemi, kullanıcının ilkel inşa bloklarından, katı nesnelere yapmasına imkan verir. Nesne, bir grafik cihazında görüntülenebilir ve hacim yüzey alanı gibi kütle özellikleri analiz edilebilir. Her ne kadar uygulamalar, BUILD’in çoğu unsuru ve tüm katı modelleyicilerin bir karesi kadar önemli değilse de, garanti olan inşa edilen nesnenin gerçekleştirilebilir bir katı olmasıdır. Gerçek bir katı modelleyiciyle sarkan kenarları ve yüzeyleri veya teorik olarak yapılabilen ama gerçekte yapılamayan herhangi bir nesne inşa etmek mümkün değildir.

“Katı modelleyiciler, tasarım/imalat işlemlerini tam olarak otomatikleştirmek için gerekli imalat çözümlerinden biridir. Şu ana kadar bütün geometri, teknik resimlerden elle sağlanmıştı. Sayısal denetim, MIT’de 1950’lerin başında ortaya çıktı, robotik ümit veriyordu, fakat eksik olan bağ, katı nesne bilgisinin bilgisayarda depolanması için gürbüz bir teknikti. Bilgi bir kez depolandıktan sonra katı verisi, robotik montaj, otomatik montaj, otomatik SD yol hesaplaması ve daha bir çok imalatla ilgili görevlerde kullanılabilecekti. Başlangıçtanberi katı modelleyiciler, özellikle kullanıcı ara birimi alanında değiştirildi ve geliştirildi. CAD/CAM ticari ürünleri ve katı modelleyici gelişimi için devam eden araştırma araçları (özellikle akademide) dikkate alındığında düzinelerle katı modelleyici vardır.”(17:189,190)

3. Modelleme Programlarının Sınıflandırılması

“Çağımız ve günümüz sonsuz ve devamlı değişen ve neredeyse her akla gelebilecek isteğe cevap sunan yazılım sistemleri içerisinde az şüphe vardır ki bazı tasarımcılar belli bir amaca uygun en iyi sonucu veren yazılımı bulmak için müthiş zaman harcamaktadırlar. Diğerleri digital tasarım teknolojisindeki hızlı ve sürekli değişime olan şaşkınlıklarından hala hazırda bildikleri yollara başvuruyorlar ve dolayısıyla yeni ve heyecan verici olanakları kaçırmıyorlar. Bilgisayar mühendisi olmayan ancak profesyonel tasarım aktiviteleri gerçekleştirmeleri gereken kişilere yazılım ortamlarını açıkça ve genelin kabul gördüğü şekilde sınıflandırmak oldukça zordur. Yazılımlar tüm tasarım sürecinde ve uygulama esnasında belirli ihtiyaçları karşılamak veya belirli rolleri taşımak üzere tasarlanır.” (13)

“Modelleme yönteminin seçimi tasarım sürecinde modellenmesi gereken özelliklerin ve tasarımın geliştirilmesinin çeşitli aşamalarında kullanılacak temsilin tespit edilmesine bağlıdır. Kullanılacak olan programın modellenecek özelliklerin tümünü destekleyecek kapasiteye sahip olduğu ve iletişimi alacakların onu bilgisayar temelli bir şekilde alabileceği şekilde kontrol edilmelidir. Örneğin, toleransın modellenmesi mühimse bilgisayar destekli tasarım sistemleri bunu destekliyormu? ve üretici kuruluşlar bilgisayar destekli tasarım çizimlerini bilgisayar temelli mi yoksa sadece çizim olarak mı alabilir. (10:84)

3.1 Tasarım Aşamalarıyla Sınıflandırma

Şema 1.6, CAD araçlarını tasarım işleminin çeşitli aşamalarıyla ilişkilendirir. CAD araçlarının çekirdeği, geometrik modelleme ve grafik uygulamalardır. Renk, ızgara, geometrik değiştiriciler ve grup gibi yardımlar, geometrik modellemeyi yapılandırmayı kolaylaştırır. El ile çalıştırma, modelin uzayda transformasyonunu kapsar, böylece model, uygun şekilde

görünümlendirilebilir. Gözünde canlandırma, gölgeli görüntüler yoluyla başarılı ve canlandırma işlemleri, bazı durumlarda tasarımı kavramlaştırmaya, iletişime ve keşfetmeye yardım eder. Tasarımın modellenmesi ve benzetimi için araçlar, iyice çeşitlenmiştir ve mevcut analiz paketleriyle yakından ilgilidir. Optimizasyon CAD araçları da mevcuttur. Bazı sonlu elemanlarla modelleme paketleri, şekil ve yapısal optimizasyonun bir kısmını sağlar. Hatta tasarımı değerlendirme için CAD araçlarını belirlemek bile zor olabilir, bu araçlar baskı yoğunluğundan sakınma ve ölçümlendirmede tedrici değişiklikler gibi mühendislik uygulamalarını sağlamak için yapılan analizlerden sonra modelin uygun şekilde boyutlandırmasını da içerebilir. Toleransların ilavesi, tolerans analizinin yapılması, malzeme faturasının üretimi ve sayısal denetim paketleri kullanılarak imalatın tasarım üzerine etkisinin araştırılması da tasarımcıya sağlanan araçlar olarak değerlendirilir. (16:52)

Tasarım aşaması	Gerekli CAD araçları
Tasarımı kavramlaştırma	Geometrik modelleme teknikleri; grafik yardımcıları, el ile işletme, göz
Tasarımı modelleme ve benzetim	Yukarıdakilerle aynı; canlandırma, montaj, özel modelleme paketleri
Tasarım analizi	Analiz paketleri, alışılmış programlar ve paketler
Tasarım optimizasyonu	Alışılmış uygulamalar, yapısal uygulamalar
Tasarım değerlendirme	Ölçülendirme, toleranslar, malzeme fiyatlandırma; sayısal denetim
Tasarım iletişimi ve dökümantasyon	Taslak ve detaylandırma; gölgeli görüntüler

Şema 3.1 Tasarım işlemini desteklemek için gerekli CAD araçları(16:12)

3.2 Kullanım Alanları ve Kabiliyetleriyle Sınıflandırma

Tanımlamaya ve sınıflandırmaya diğerk bir yaklaşım aşığıdaki görüş açılarını bulundurur:

- Kullanıcı endüstrileri (örnek; eğlence, mimari, endüstri ürünleri tasarımı)
- Tasarım safhaları (örnek; kavramsal yada şematik tasarım, tasarım geliştirme, ürün yada inşaat için tasarım)
- Temel kullanım aplikasyonlar (örnek; 2D grafikler, geometrik modelleme, render, animasyon, yapısal analiz)
- Model çeşitleri ve temsil çeşitleri (örnek; çok açılı modeller, yüzey modeller, katı modeller) Temel bilgi yapılarının doğasını kapsayan dahili bilgi yapıları ve obje esaslı kabiliyetler (örnek; göreceli veya obje bazlı bilgi yapılarını kullanıp kullanmadığı) ve dijital bir modelin nasıl yapılandırıldığı (özellik ve unsur bazlı tasarım, parametrik tasarım kabiliyetleri, boyut önemli tasarım) İletişim / sunum / işbirliği kabiliyetleri.”(9:179)

Bu liste detaylandırmayı sağlamaz, sadece dijital tasarım ortamları hakkındaki düşünceleri ve tartışmaları organize etmekte yardımcı olmak için bir temel hazırlar.”(9:179)



Resim 3.1 Sayısal Model Sunum Tekniği(43)

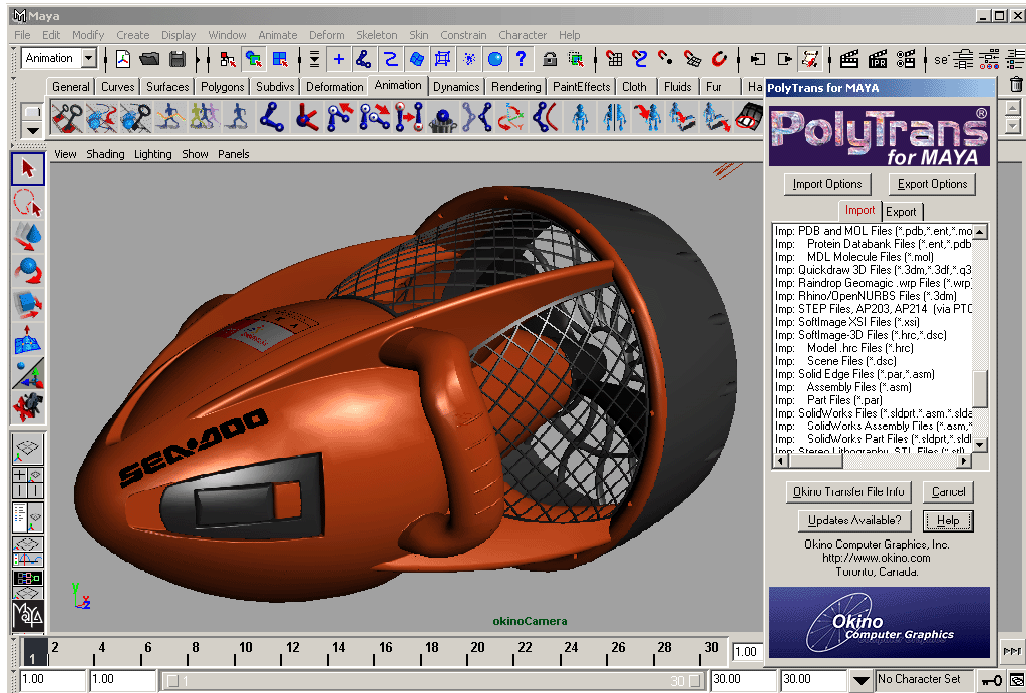
3.2.1 Kullanıcı Endüstrileri

“Farklı bilgisayar sistemleri ile endüstrilerin çoklukları karşısında, endüstri tarafından yapılacak olan sınıflandırmalar tam olarak gerçekçi olamaz. Fakat spesifik yazılımlardan nelerin bekleneceği belirleyicidir ve temel bir üç boyutlu şeklin nasıl çok çeşitli şekillerde dijital olarak üretilip sunulabileceğini anlatır. Başlıca geometri, tasarım süreçleri, ticari modeller ve diğer karakteristiklerin hepsi bir yazılımın nasıl şekillendiğine ve mühendislik, görsellik, simulasyon, fiyat belirleme ve diğer aktiviteleri nasıl destekleyeceğini belirler. CATIA, orjinal olarak aerospace (uçak ve uzay) endüstrisi için geliştirilmiş bir programdır. Bu yazılımın sadece karmaşık yüzeyleri ve katı modelleri desteklemesi değil aynı zamanda birleştirme modellemeyi ve mühendislik uygulamalarını da desteklemesi beklenir. Diğer yandan ise son teknolojinin fotoğraf gibi gerçekçi renderlar ve animasyonlar için kullanılması şaşırtıcı olur ki 3D Studio Max ve Maya nın kullanımı bu sonuçlar için geçerlidir.”(9:179)

3.2.2 Tasarım Safhaları

“Birçok tasarım programı belirtilmiş tasarım safhalarını destekleyecek şekilde üretilmiştir. Kavramsal tasarım, ürün geliştirmeden çok farklıdır veya tasarım üretmek, inşaattan çok farklıdır ve olsa bile ancak küçük bir azınlık hepsine sürekli destek sağlar.

Bir projenin kavramsal tasarımını formüle ederken ki göreceli olarak planlanmamış evresi eskizler, 3d modeller, render programları ve matematikselik yerine, görsellik konularındaki hızlı cevaplar sonucu şekillendirir. Ürün geliştirme, bir konseptin/kavramın detaylı çalışılıp teknik olarak geliştirilmesi, tasarımın sonucundan daha fazla planlanmış bir süreçtir. ProEngineer, CATIA veya SolidWorks bu çok aşamalı evreyi destekler, bu programlar üretim amaçlı tasarım için de çok değerlidirler.”(9:180)



Resim 3.2 Maya Arayüz Görünümü(42)

3.2.3 Temel Kullanım Programları

“Bu katagori farklı dijital ortamların temel olarak ne yapmak için tasarlandıkları hakkında bir his vermeyi amaçlar. Bir endüstri için bu temel kullanım farklı tasarım safhalarındaki belirli ihtiyaçlar ile çok bağlantılıdır. Önemli bir farklılık sadece iki boyutlu grafik tasarım ortamları ile üç boyutlu objelerin tasarımı için hemen hemen tutarlı bir geometri modelleyen programlar arasında olabilir. AdobePhotoshop veya Illustrator –pisel vektöre karşı bazı- programlar görüntü kontrolü veya grafik düzenleme gibi grafik uygulamaları için öncelikli olarak kullanılır.

Geometrik modelleme ortamları genellikle şekillerin iki veya üç boyutlu temsillerini üretebilir ve birçoğu görsellik amaçlı bir çeşit render destekler. Bireysel programlar son teknoloji render veya ışıklandırma çalışmaları sayesinde gözde olurlar (3D StudioMax, form-Z, VIZ, AccuRender, vb.) veya animasyon konusunda (Maya, Premiere vb.) diğerleri iki boyutlu çizimlerin geleneksel eskiz aktivitelerini destekler (AutoCad, VectorWorks vb.). Animasyon programları yerçekimine bağlı bulunan dinamik objeleri ikna edici bir şekilde temsilleyebilir, fakat katı matamatiksel ve fiziksel modellere dayandırılmamışlardır. Sonuçlar fiziksel bir anlamda tutarsız olabilir ancak amaçları için ve kullanması hedeflenmiş kullanıcı gurupları için son drerece kullanışlıdır.”(9:180)

3.2.4 Model Çeşitleri ve Sunum Yöntemleri

Esas önemli olan çok açılı modeller, yüzey modeller ve katı modeller arasındaki kesin farklılıklardır. Birçok modelleme programı birden fazla elementi destekler. Çok açılı modelleme kabiliyeti öncelikli olarak görsellik amaçlayan tasarım programlarında bulunur fakat son teknoloji yüzey modelleme, endüstri ürünleri tasarımı, uzay-uçak tasarımı ve otomotiv tasarımı için gereken komplike yüzey şekilleri nedeniyle tercih edilen yöntemdir. Bazı programlar yüzeylerin sabitlere dönüştürülmesine olanak

sağlar, dolayısıyla kütle hesaplamaları veya merkezci hesaplamalar gibi daha geniş bir şekilde mühendislik hesaplamaları destekler.(9:180)

Elementlerin nasıl temsil edildiği sorusu model çeşitleri ile yakından bağlantılıdır. Öncelikli ayırım kavisler ve yüzeyleri, düz çizgi kesimlerinden oluşan seriler veya eşdeğeri olan ağlar olarak temsil eden programlar ve bu varlıkları belirlemek için kesin matematiksel ifadeleri kullanan programlar arasında olur. Sonucu yaklaşım geometrik modelleyiciler arasında yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır (Maya, CATIA, Rhinoceros, SolidWorks, Unigraphics vb.). Fakat bazıları, CATIA gibi, ağ bazlı alternatifler de sunar. Detaylı matematiksel temsiller paramatik bazlı olarak anılır, halbuki parametrik kelimesi matematiksel tarifi ile ilgili kullanılır, şekilleri manipule etmenin bir yolu olarak değil.”(9:180)



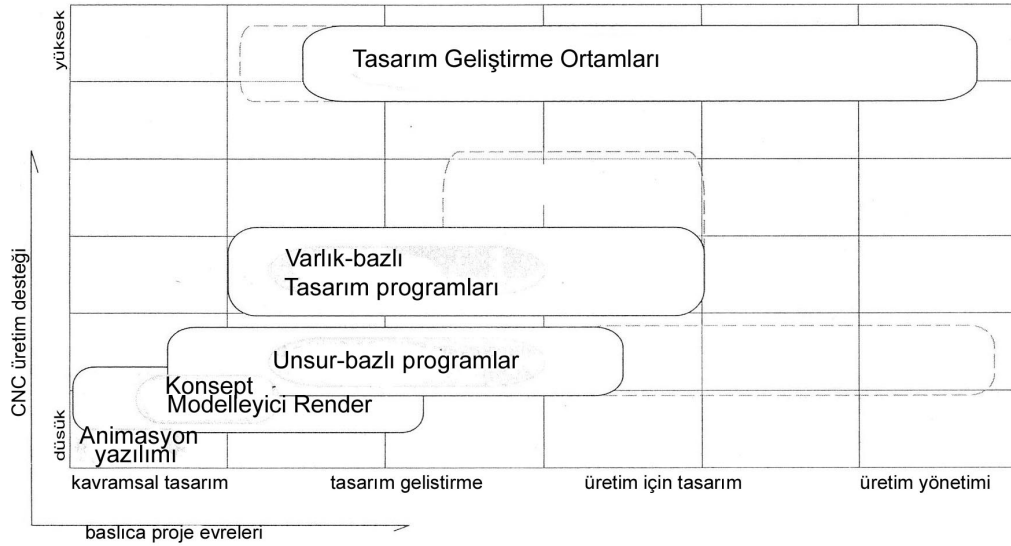
Resim 3.3 Sayısal Model Ürün Örneği(42)

3.3 Modelleme Yöntemleriyle Sınıflandırma

“Dijital tasarım programlarını önceden belirlenmiş karakteristik özelliklerine göre ayırmak, programların bireysel özelliklerini anlamak için faydalıdır. Bu guruplama farklı tasarım safhalarındaki spesifik aplikasyon ihtiyacını gösterir. Geometrik modelleme yazılımlarına olan bu daha pratik yaklaşımda, temel modelleme yardımcılarını ve farklı çıkış modlarını dahil etmek yararlıdır. Modelleme yardımcıları burada snap ve grid fonksiyonları gibi tüm aletler yada imar bölgelerinde asli temsil amaçları olmadan şekil oluşturmayı ihtiva eden fonksiyonlardır. Çıkış modları belli olduğu üzere kullanıcının verilen bir tasarım ortamıyla başarması / tamamlaması gereken şeylerdir – kağıt çizimler, 3D renderler veya çeşitli materyal tipleri veya parça listeleri gibi.(9:182)

Geometrik modelleyicilerin guruplanması beş temel katagoriyi içerir.

- Kavram / Konsept modelleyiciler ve render programları
- Varlık bazlı taslak / teknik resim programları
- Unsur bazlı programlar
- Tasarım geliştirme programları
- Animasyon programları”(9:182)

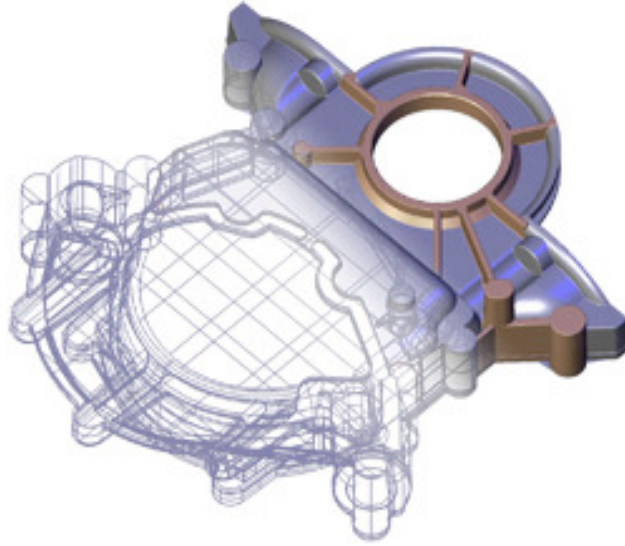


Şema 3.2 Geometrik modelleyicilerin basitleştirilmiş haritası: CNC üretim sürecinde geniş destek genelde sadece tasarım geliştirme ortamlarından beklenebilir (8:185)

3.3.1 Kavram / Konsept Modelleyiciler

“Bu programların başlıca kullanımı, ilk tasarım safhalarındaki üç boyutlu canlandırmadır. Bağımsız taslak programları, geometrik modelleyiciler ve render programları oldukça geniş bir ürün yelpazesi sunar. Taslak programları örnek olarak, SketchUp, Alias SketchBook Pro veya PlanDesign dır. Kavramsal tasarım için kullanılan geometrik modelleyiciler Rhinoceros gibi programları ihtiva eder. Render’de güçlü izleri olan kavramsal modelleyiciler örnek olarak; Form-Z veya **3D Studio Max**’dir. AccuRender gibi belirli programlar sadece render ortamlarıdır. Kavramsal tasarım esnasındaki ağırlık, değişmez bir biçimde, şekil üretmek üzerinedir. Direkt manipulasyon yaklaşımları için, kullanılacak program seçimindeki başlıca önem, bu programın “görsel düşünme cihazı” olarak kullanılıp kullanılamayabilir oluşu etrafında döner, kağıt üzerinde taslaklar gibi mimarların geçmişte kullanıp şimdi de kullandığı gibi. Bu programların basitçe öğrenilebilen, kullanımı kolay ve sınırlar getirmemeleri gerekir. Birçok kullanıcı “fare” ve klavye birleşiminden bilgi girdiği için, taslak programları

çoğunlukla kullanıcıyı, kağıda taslak yapar gibi interaktif tabletlerle çizim yaparak bilgi girişi olanağı sunar.(9:183)



Resim 3.4 Sayısal Model Ürün Örneği(47)

Kavramsal modelleyiciler katı model elementler ve yüzey karışımına güvenen tipik hybrid modelleyicilerdir. Taslak programları aynı zamanda geleneksel elde yapılan taslaktan dijital modellemeye geçişi sağlamak için çizgi elementlerini kullanırlar. Grids, snap fonksiyonları ve imar alanları, kavramsal modelleyicilerin tipik modelleme yardımcısıdır ve katmanlar, dijital modelleri idare edilebilir üniteler haline getirir. Bu modelleme yardımcısı dijital modelin yapılınmasında yoğun planlama gerektirmez, kullanıcılar dikkatlerini tasarımın kendisine odaklayabilirler ve bu modeller istenildiğinde kolayca değiştirilebilir. Model revizyonları, tarihi geçmiş, istenilmeyen kısımların silinip yenilenmiş olanın yerine konulmasını gerektirir. Bazı bileşen bazlı programlar veya tasarım geliştirme programlarında olduğu gibi çelişkili geometriyi kullanıcıya gösteren zekası yoktur. Bu programların başlıca çıkışı farklı perspektif ve projeksiyonların üç boyutlu görünümüdür, tasarım fikirlerini iletmek için kolayca render olur. Bazı programlar animasyon kabiliyetlerine sahiptir. Geometrik modelleyiciler ve render programlarının büyük bir çoğunluğu, sonraki tasarım safhalarında da gerçekçi üç boyutlu

görüntüler oluşturmak için de kullanılır, kuşkusuz DXF, DWG ve IGES gibi yaygınca desteklenen formatlar dosya ithali seçeneklerinde desteklenen formatlardır. Bu formatlar başka uygulamalardaki görselleşmesi gereken geometrik bilgiyi ithal eder. Kavram / Konsept modelleyicileri bilgisayar kontrollü üretim programları için gereken kati hesaplanmış modeller üretmez.“ (9:183)

3.3.1.1 3ds max

“Masaüstü sistemlerde en çok kullanılan 3 boyutlu modelleme, kaplama ve canlandırma yazılımıdır. Satışa çıktığı 1995 yılından bugüne 65'in üzerinde teknoloji ödülü almış olan 3ds max, her yeni sürümü ile 3 boyutlu canlandırma alanına birçok yenilik sunar. Aynı zamanda, açık mimarisi sayesinde, üzerine en çok eklenti (Plug-In) geliştirilmiş yazılım olan 3ds max için, ihtiyaç duyulan özel araçlara kolaylıkla ulaşabilir. 3ds max'in önemli özellikleri şu şekilde sıralanabilir.”(39)

- Yazılım Mimarisi

“Birden fazla işlemciye sahip sistemler için tasarlanmış yapı, artan sistem kaynaklarını en verimli şekilde kullanabilmektedir. Açık yazılım mimarisi, her işe yönelik eklentilerin (Plug-in) geliştirilmesine olanak sağlar. character studio ve reactor bu alanda iki önemli örnektir. Tüm araçların "Script"ler ile kontrol edilmesini sağlayan yapı, sıkça tekrarlanan işlemler için kullanıcıların kendi araçlarını geliştirmesini sağlar. Parametrik modelleme araçları ve değiştiriciler (Modifiers), yapılan modelleme çalışmalarının her aşamasında geçmişe yönelik düzenlemeler yapılmasını sağlar.”(39)

- Kullanıcı Arayüz

“OpenGL ve Direct 3D'yi destekleyen görüntüleme sistemi, görünüm alanlarında malzeme dokularını tüm değerleri ile görüntüleme olanağı sağlar. Bu yapı, özellikle oyun geliştiricileri için, hazırladıkları içerikleri oyun motoruna aktarmadan kolayca test etmeyi kolaylaştırır.

"Dual Plane" (Çift düzlem) görüntüleme teknolojisi, canlandırmaların görünüm alanları içerisinde gerçek zamanlı izlenmesini sağlar. Görünüm alanlarında yapılan çalışmalarda, nesne koordinat sistemi otomatik olarak yer değiştirerek (Autogrid) modelleme sürecini hızlandırır.

Görünüm alanlarında nesne koordinat akslarını (Transform Gizmo) kullanarak taşıma, çevirme ve ölçeklendirme işlemleri gerçekleştirilebilir. Kullanıcı tarafından düzenlenebilen arayüz içerisinde; tüm komut menüleri, sağ tuş menüleri, arayüz renklendirmesi ve klavye kısayolları farklı dosyalarda saklanabilir. Bu sayede değişik alanlara yönelik çalışmalar için birbirinden farklı menüler ve arayüzeler oluşturularak, kullanıcının çalışma süreci hızlandırılır.

Detaylı modelleme ve canlandırma çalışmalarının hazırlanmasını kolaylaştırmak için 20'nin üzerinde kenetleme (Snap) tipi bulunmaktadır. Hizalama (Align) komutu ile farklı düzlem ve açılardaki nesnelerin konumları kolayca tanımlanabilir.

Sahnedeki bulunan nesneleri ve bu nesnelerin yüzey (Face), kenar (Edge) ve kontrol noktası (Vertex) gibi alt birimleri isim, renk, nesne tipi, yüzey yönü, malzeme ve seçim kümesi gibi değişik seçim sistemleri kullanılarak kolayca şekillendirilebilir.”(39)

- Veri Yönetimi

"Layer Manager" arayüzü, sahne içeriğini katman halinde düzenlenmesini kolaylaştırır. "Layer Manager", aynı zamanda, katmanda yer alan nesnelere ait görüntüleme, kaplama ve ışık etkileşimi gibi değerlerin düzenlenmesini de sağlamaktadır.

"X-Ref" dosya ilişkilendirme sistemi, farklı dosyaları birbirine bağlayarak referanslı çalışma olanağı sağlar. Bu sayede aynı projenin değişik bölümleri üzerinde birden fazla kullanıcı rahatlıkla çalışabilir.

"Schematic View" arayüzü, karmaşık sahneler içerisinde yer alan nesnelere birbiriyle olan hiyerarşik ilişkilerini görsel olarak incelemeyi ve düzenlemeyi sağlar.

Nesne parametreleri, değiştiriciler, malzeme tanımları ve canlandırma değerleri; bağımlı ve bağımsız olarak kopyalanarak (Instance, Reference, Copy) karmaşık sahneler kolaylıkla düzenlenebilir.

"Summary Info" arayüzü sahnede yer alan tüm nesnelere ait; yüzey sayısı, kontrol noktası, malzeme tanımları ve bellek kullanımı gibi önemli bilgileri görüntüler.

Nesne grupları, kullanıcı tarafından tanımlanan "Named Selection Set" (İsmlendirilmiş Seçim Kümeleri) kullanılarak kolaylıkla seçilebilir. Bu araç özellikle farklı katmanlarda yer alan ancak sürekli olarak topluca seçilmesi gereken nesnelere seçimini kolaylaştırır.

"Group" sistemi, farklı nesnelere kapalı veya açık gruplarda toplanmasını sağlar. Bu yapı, örneğin masa ve sandalyelerden oluşan bir grubun denetimini kolaylaştırabilir. "(39)

- Modelleme

"Modelleme sırasında uygulanan değiştiriciler (Modifiers) sıralı olarak değiştirici yığıını (Modifier Stack) içerisinde saklanır. Bu sayede, her aşamada geriye dönük düzenlemeler ve eklemeler yapılabilir.

Değiştiricilerin bağımlı ve bağımsız (Instance, Reference, Copy) olarak başka nesnelere kopyalanması sayesinde, farklı nesnelere üzerinde aynı düzenlemeler kolaylıkla gerçekleştirilir.

"NURBS", "Patch", "Polygon" ve "Mesh" nesnelere dönüştürülebilen standart parametrik 2 ve 3 boyutlu nesnelere, karmaşık formların modellenmesini kolaylaştırır.

Seçime duyarlı menüler sayesinde, yapılan işlemlere uygun komutlar görüntülenir. Bu sayede kullanıcı, arayüz tarafından yapabileceği işlemlere yönlendirilerek çalışma ve öğrenme süreci hızlandırılır.

Sınırsız "Undo" ve "Redo" işlemi ile her aşamada yapılan işlemler iptal edilebilir.

"HSDS" (Hierarchical Sub-division Surface) modelleme tekniği sayesinde, nesnelere bölgesel yüzey artırımı yapılabilir. Bu sayede model üzerinde kademeli detaylandırmalar yapılarak, hem geriye dönük genel düzenlemeler hem de canlandırma sürecinde hassas yüzey hareketleri kolaylıkla gerçekleştirilir.

"MeshSmooth" değiştiricisi ile oluşturulan organik modellerde, detay seviyesi kademeli olarak kontrol edilerek, yüzeyin genel veya bölgesel detayları kolaylıkla düzenlenebilir.

"TurboSmooth" değiştiricisi ile, yüzey artırma işlemlerinin sonuçları çalışma alanında çok daha hızlı görüntülenebilir. Temelde "MeshSmooth" ile aynı yüzey bölme işlevlerini içeren bu değiştirici, modelleme aracı içermez. "(39)

"Meshsmooth" ve "Turbosmooth" değiştiricilerinin "Isoline" görüntüleme seçeneği sayesinde, yüzey detay seviyesi arttığında bile, kullanıcı, nesneyi oluşturan modelin temel konturlarını görebilmektedir.

Simetrik nesnelerin modellenmesinde kullanılan "Symmetry" değiştiricisi, yarısı modellenen nesnelerin diğer yarısını aynalama işlemi ile kopyalar ve yüzeyleri kesişim noktalarından birleştirir.

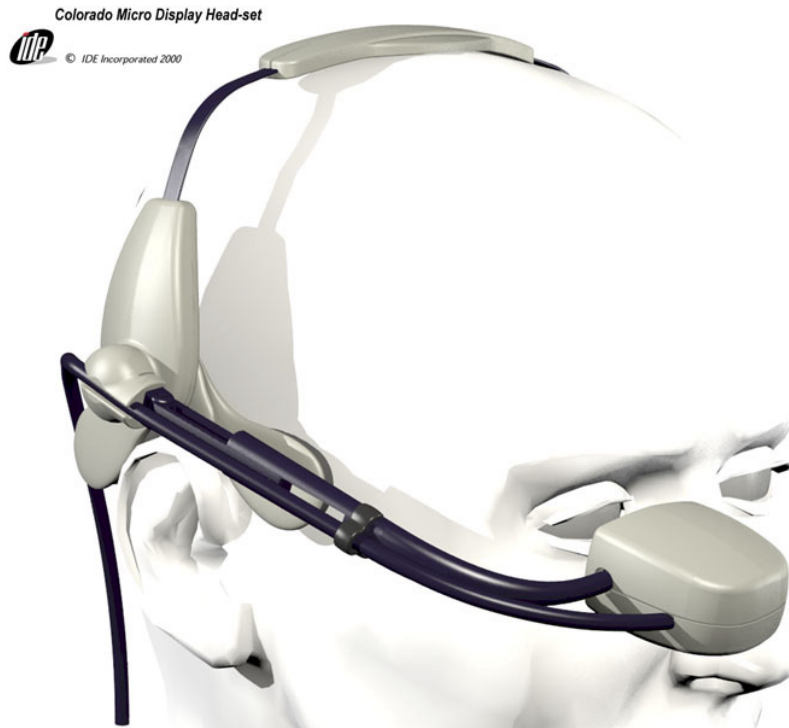
Yüzeylere kalınlık tanımlamak için kullanılabilen "Shell" (Kabuk) değiştiricisi, mekanik parçaların modellenmesinde büyük kolaylık sağlar.

"Paint Deform" modelleme aracı kullanılarak boyama işlemiyle modelleme yapılabilir. Wacom ve benzeri basına duyarlı tabletler ile modelleme çalışması yapmayı sağlayan bu araç, organik formların modellenmesini hızlandırmaktadır.

"Normal Map" doku tipi kullanılarak, yüksek seviyede detay içeren modellerin yüzey formları, kaplama işlemsi sırasında düşük detaylı modellere uyarlanabilir.

"AEC" Nesneleri

Mimari görselleştirmeler için parametrik duvar, kapı, pencere, merdiven ve korkuluk nesneleri bulunmaktadır. "(39)



Resim 3.5 Sayısal Model Ürün Örneği(42)

- Malzeme ve Doku Kaplama

“Malzeme düzenleyicisi (Material Editor) içerisinde, sınırsız sayıda parametrik ve taranmış doku birleştirilerek karmaşık malzemeler oluşturulabilir.

mental ray'in özel malzeme ve dokuları standart 3ds max malzemeleri ile iç içe kullanılabilir.

Autodesk Architectural Desktop, VIZ Render ve Autodesk VIZ ile yapılan çalışmalar ile eksiksiz veri paylaşımı için "Architectural Material" malzeme tipi bulunmaktadır. Bu malzeme tipi, mimari görselleştirmeler için az sayıda parametre ile gerçekçi sonuçlar üretmeyi sağlamaktadır.

Malzemeler geçirgenlik dokuları (Opacity Map) ile birlikte görünüm alanları içerisinde görüntülenebilir. Bu sayede, ön kaplama yapılmadan malzeme parametreleri rahatlıkla düzenlenebilir.”(39)

“Malzeme-Doku Görüntüleyici (Material /Map Browser) ile oluşturulan kütüphanelerden, sürükle-bırak işlevi kullanılarak (Drag & Drop) nesnelere malzeme ve doku ataması yapılabilir.

Malzeme düzenleyicisi içerisinde, karmaşık malzemelerin oluşturulmasında kullanılmak üzere 30'un üzerinde 2 ve 3 boyutlu parametrik doku tipi bulunmaktadır.

Malzemelerin ışık ile etkileşimi "Anisotropic", "Blinn", "Metal", "Multi-Layer", "Oren-Nayar-Blinn", "Phong", "Strauss" ve "Translucency" gölgelendirme (Shading) tipleri kullanılarak tanımlanabilir.

Nesnelere 100'e kadar değişik doku haritalaması (UVM Mapping) tanımlayarak, karmaşık modellerin malzemeleri bile kolaylıkla düzenlenebilir.

“Ink 'n Paint” malzeme tipi, üç boyutlu sahnelerden iki boyutlu görünen kaplamalar hazırlanmasını kolaylaştırmaktadır. Özellikle çizgi film tarzında çalışmaları kolaylaştıran bu malzeme tipi, aynı zamanda kara kalem benzeri kaplamaların yapılmasına da olanak sağlar.

"Sub Surface Scattering" (SSS) malzeme tipi ile yarı geçirgen malzemelerin (mum ve deri gibi) ışık ile etkileşimleri görselleştirilebilir.

Doku kaplamalarında düzlemsel (Planar), silindirik (Cylindrical), küresel (Spherical), kutu (Box), yüzeye dik (Face), kameraya dik (Camera) ve koordinat sistemine dik (XYZ to UVW) doku haritalamaları (Mapping) tanımlanabilir.

"Projection" değiştiricisi ile, sahnede yer alan herhangi bir modeli doku haritalaması (Mapping) için kullanma olanağı bulunmaktadır. Bu sayede, karmaşık nesnelere doku haritalarken, sadeleştirilmiş bir model ile hızlıca tanımlama yapılabilir. “(39)

"UVW Unwrap" değiştiricisi ile, doku haritalaması, yüzeye ait kontrol noktalarının konumuna bağlı olarak şekillendirilebilir.

"Render to Texture" aracı ile; yüzeylerin formları, üzerlerine düşen ışık ve üzerlerine düşen gölgeler dokuyu oluşturan görsel dosyalara (jpg, tga, tiff, vs...) aktarılabilir. Bu araç, özellikle, etkileşimli uygulamalar ve oyunlar için dokuların düzenlenmesini kolaylaştırmaktadır.

Malzeme, doku ve renk bilgilerini sağ tuş menüsünde yer alan "Copy", "Cut" ve "Paste" komutları ile düzenleme olanağı bulunmaktadır.

MAXScript ve SDK (Software Developers Kit) ile 3ds max'in açık mimarisi kullanılarak yeni parametrik dokular oluşturulabilir.

"ActiveShade" penceresi kullanılarak, malzemeler ve sahne ışıklarında yapılan değişiklikler, çok hızlı bir şekilde incelenebilir. "(39)

- Canlandırma

"Arayüz içerisinde yer alan tüm parametreler ve "Sub-Object" (Alt-Nesne) değerleri canlandırılabilir.

Canlandırmaların oluşturulmasında anahtar kare (Keyframe) kullanımının yanı sıra, hareket kısıtlamaları (Constraints) ve hareket düzenleyicileri (Controllers) ile farklı canlandırmalar hazırlanabilir.

Canlandırmaların tanımlanmasında kullanılan anahtar karelere (Keyframe) ait giriş ve çıkış hareket eğrileri düzenlenebilir.

"Track View – Curve Editor" ve "Track View – Dope Sheet" arayüzleri ile canlandırma parametrelerinin hepsi hem anahtar kareler hem de hareket eğrileri ile düzenlenebilir. "(39)

“Kayıt edilmiş sesler ile senkronize canlandırmaların oluşturulması için ses dosyaları "Track View" içerisinde ve görünüm alanlarının altında grafiksel referans olarak görüntülenebilir.

Gelişmiş canlandırma araçları arasında kural tabanlı canlandırmalar için "Reactor" hareket düzenleyicisi, nesne hareketlerini bloklar halinde kopyalayarak tekrar kullanmayı sağlayan "Blocks" ve matematiksel denklemlerle hareket tanımlamayı sağlayan "Expression" hareket düzenleyicileri bulunmaktadır.

Bilgisayara bağlı fare, joystick, klavye ve midi cihazlarını birlikte kullanarak nesnelerin canlandırmaları hareket yakalama (Motion Capture) sistemi ile oluşturulabilir.

"reactor" nesne dinamiği çözümüleme sistemi, çarpışan nesnelerin canlandırmalarını gerçek fizik kurallarına uygun olarak oluşturulabilir.

"reactor" nesne dinamiği çözümüleme sistemi kullanılarak sıvı yüzeyler ve kumaş yüzeyler canlandırılabilir, "reactor" nesne dinamiği çözümüleme sisteminin OpenGL görüntüleme birimi kullanılarak nesne etkileşimleri gerçek zamanlı olarak incelenebilir ve düzenlenebilir.

Hareket yönü, üreme hızı, şekil, dağılım ve dinamik etkileşim gibi birçok parametresi kontrol edilebilen parçacık sistemleri ile patlama, sıvı hareketleri, hava kabarcıkları, duman ve kar yağışı gibi parçacık canlandırmaları oluşturulabilir.

"Particle Flow" parçacık sistemi kullanılarak, kural tabanlı parçacık canlandırmaları oluşturulabilir.

Sahnede yer alan nesnelerin ilişkileri "Schematic View" arayüzünde grafiksel olarak incelenebilir ve düzenlenebilir. “(39)

"Ters kinematik sistemlerin eklem hesaplamalarını gerçekleştiren hareket çözümleyicileri (IK Solver) birer eklenti olarak geliştirilmiştir. Bu sayede, açık yazılım mimarisi kullanılarak, yeni çözümleyiciler geliştirilerek iskelet sistemine kolaylıkla uygulanabilir.

"Bone Tools" arayüzü ile iskelet sistemleri kolayca oluşturulabilir, bölünebilir, birleştirilebilir, renklendirilebilir veya konumları ayarlanabilir.

"Skin" değiştiricisi ile, modellenmiş olan karakterin iskelet sistemine hacimsel olarak bağlanması ve yüzeylerin iskelet sistemi tarafından ne şekilde kontrol edileceği detaylı bir şekilde tanımlanabilir.

"Skin Morph" değiştiricisi ile, iskelet sistemine bağlanan karakter modelinde, kas ve tendon hareketleri gibi şekil değişimleri canlandırılabilir.

"Skin Wrap" değiştiricisi ile kıyafet veya aksesuar gibi nesnelere karakter modeli ile ilişkilendirilebilir.

"Character" sistemi ile, karakteri oluşturan iskelet sistemi, yardımcı nesnelere ve karakter modeli gibi parçalar tek grup altında toplanabilir. Bu sistem aynı zamanda karakter canlandırmalarının saklanması ve birleştirilmesi gibi ek işlevleri de içermektedir.

Character studio ile karmaşık karakter canlandırmaları oluşturulabilir. character studio, 3ds max 7'den başlayarak 3ds max'in standart karakter canlandırma birimi olmuştur. Değişik figürler arasında oranlı olarak şekil değişimi sağlayan "Morpher" değiştiricisi ile detaylı surat ve karakter canlandırmaları oluşturulabilir.

Nesnelerin doğrusal hareketlerine bağlı olarak yayılması ve esnemesini canlandırabilen "Flex" değiştiricisi aynı zamanda yumuşak nesne dinamiğini canlandırmalarında kullanılabilir. "(39)

- Aydınlatma Araçları

“Oluşturulan sahneler, sınırsız sayıda noktasal (Point, Omni), spot (Spot), doğrusal (Directional) ve alanı tanımlı (Area) ışık kaynakları ile aydınlatılabilir. Sahnede yer alan tüm ışıkları tek noktadan düzenlemek için "Light Lister" arayüzü bulunmaktadır. Tüm ışıkların oluşturdukları gölgelerin renk, yoğunluk, doku, kontrast aydınlatma, gölge tipi ve mesafeye bağlı aydınlatma şiddeti gibi birçok değeri parametrik olarak tanımlanabilir ve canlandırılabilir. Işıkların aydınlatabileceği veya gölgesini düşürebileceği nesnelere tanımlanarak değişik aydınlatma efektleri oluşturulabilir.

Hacimsel sis ve optik lens efektleri ile gerçekçi ışık kaynakları görselleştirilebilir. "Photometric" ışık verileri kullanılarak, ışık kaynağının aydınlatma şekli gerçeğine uygun şekilde tanımlanabilir. Özellikle aydınlatma tasarımı yapanlar için önemli bir araç olan "Photometric" ışık kaynakları IES, LTLI ve CIBSE standartlarını desteklemektedir. "Radiosity" aydınlatma çözümlenme sistemi ile ışıkların yüzeyler ile etkileşimi fiziksel doğrulukta görselleştirilebilir. Mental ray kaplama sistemi ile yansıtıcı ve geçirgen yüzeylerin ışığı kırması (Caustics) görselleştirilebilir.

HDRI (High Dynamic Range Image) dosyalarına sağlanan detesk ile, HDRI dosyalarının içerdiği aydınlatma bilgisi sahneyi aydınlatmada kullanılabilir. "Skylight" aydınlatma aracı, sahnenin bir yarımküre şeklinde her açıdan eşit aydınlatılmasını sağlar. Bu ışık kaynağına taranmış panoramik fotoğraflar veya HDRI dosyaları atanarak bu dosyalardaki aydınlatma bilgisi sahneyi aydınlatmada kullanılabilir. "(39)

- Kamera

“Sahneler içerisinde sınırsız sayıda kamera kullanma olanağı bulunmaktadır. Kameralara ait tüm parametreler canlandırılabilir. "First Person Camera" seçeneği sayesinde, gerçek zamanlı aksiyon oyunlarında sıkça kullanılan klavye kısa yolları ile, kamerayı sahne içerisinde serbestçe gezdirme olanağı bulunmaktadır. Bu araç özellikle modellenen sahne içerisinde serbest şekilde gezinmek isteyen kullanıcıların çalışma sürecini hızlandıracaktır. Kamera hareketlerini grafiksel olarak kontrol ederek tüm hareketler en ince ayrıntısına kadar düzenlenebilir. Mental ray ile yapılacak kaplamalarda (Rendering), özel efektler için kameralara "Camera Shader"lar tanımlama olanağı bulunmaktadır. Görünüm alanlarında kamera bakış açısı ile çalışırken "MultiPass" filtre efektleri ile alan derinliği ve hareket bulanıklığını görüntülenebilir. 3 kaçış noktalı perspektif bir görünüm oluşturan kameraların görüntülemesini, 2 kaçış noktalı perspektife dönüştürmek için "Camera Correction" değiştiricisi (Modifier) bulunmaktadır. Görselleştirme çalışmalarında arka planda kullanılan resimler ile sahnede yer alan kameranın perspektifini karşılaştırmak için "Camera Match" aracı bulunmaktadır. Canlı görüntüler ile birleştirme (Compositing) çalışmalarında, "Camera Tracking" aracı kullanılarak çekimlerdeki kamera hareketleri sahne içerisinde yer alan bir kameraya aktarılabilir. ”(39)

- Kaplama

"Scanline" ve "mental ray" kaplama sistemleri (Renderer) standart kaplayıcı olarak kullanılabilir. Yüksek çözünürlükte kaplamalar gerçekleştirilebilen yapısı ve her renk kanalı için 16-bit veri saklama yeteneği sayesinde yüksek kaliteli sonuçlar kolaylıkla elde edilebilir. Alan derinliği, hareket bulanıklığı, hacimsel ışık, ateş, sis ve duman efektleri kaplama sistemi tarafından desteklenmektedir. "Effects" arabirimi sayesinde filtre efektleri ön kaplama işlemlerine ihtiyaç duyulmadan etkileşimli olarak düzenlenebilir. ”(39)

“Seçimlik ışın izleme (Selective Ray-Tracing) teknolojisi sayesinde, sadece sahnede yer alan "Raytrace" malzemeli nesnelere ışın izleme tekniği ile hesaplanarak kaplama süreci hızlandırılabilir. Mental ray kaplama sistemi ile, genel aydınlatma (Global Illumination) modelini kullanarak ışık ve yüzeylerin etkileşimini görselleştirme olanağı bulunmaktadır. Mental ray kaplama sistemi ile kostik ışık efektlerini (Caustics) görselleştirme olanağı bulunmaktadır. "Radiosity" aydınlatma çözümleme sistemi ile, gerçek dünya ışıklarını kullanarak, aydınlatma görselleştirmeleri hazırlama olanağı bulunmaktadır. "Light Tracer" aydınlatma çözümleme sistemi ile, "Global Illumination" ve "Radiosity" aydınlatma sistemlerine yakın kalitede sonuçları hızlıca elde etme olanağı bulunmaktadır. "Area", "Blackman", "Catmull-Rom", "Soften" ve "Mitchell-Netravali" olmak üzere 12 parametrik hesaplama eklentisi bulunmaktadır. "Command Line Rendering" sistemi ile 3ds max'ı açmadan kaplama işlemlerini yapma olanağı. Yoğun içeriğe sahip dosyaların açılmadan kaplanmasını kolaylaştıran yapı, aynı zamanda kaplama işlemlerinin denetimi ve yönetimi için ek bir seçenek sunmaktadır.

"Panorama Exporter" aracı ile tek noktadan, panoramik kaplamalar oluşturulabilir. "Backburner" ağ üzerinden kaplama sistemi ile, canlandırmalar, "Scanline" kaplama sistemi ile en az 1 ve en fazla 9999 bilgisayar kullanarak kaplanabilir. (mental ray ile ağ üzerinden kaplama işlemi için ek işlemci lisansları gerekmektedir.) Tek kareyi parçalara bölerek ağ üzerinden kaplamayı sağlayan "Net Frame Render" sistemi bulunmaktadır. (Bu işlem sadece "Scanline" kaplama sistemi tarafından desteklenmektedir.)”(39)

- Veri Paylaşımı

“Oluşturulan sahneler, Macromedia Shockwave 3D formatındaki dosyalara saklanabilir. Bu sayede, 3ds max ile oluşturulan içerikler, etkileşimli uygulamalar ve web sayfalarına sorunsuzca taşınabilmektedir.

Oluşturulan sahneler, mobil cihazlar için oyun içeriği geliştirmede kullanılan JSR-184 formatındaki dosyalara aktarılabilir.”(39)

- Eklentiler ile Geliştirme

3ds max'ın açık yazılım mimarisi kullanılarak, her türlü işlev için ek araçlar kolayca geliştirilebilir.

Yazılım ile kullanıcılara sunulan SDK (Software Developers Kit) içerisinde, 3ds max'i oluşturan ana yazılım kodunun %50'den fazlası referans bilgi olarak sunulmaktadır.

Kullanımı kolay ve nesne yönelimli, MAXScript programlama dili ile birçok yeni araç herhangi bir yazılım dili bilmeden geliştirilebilir.

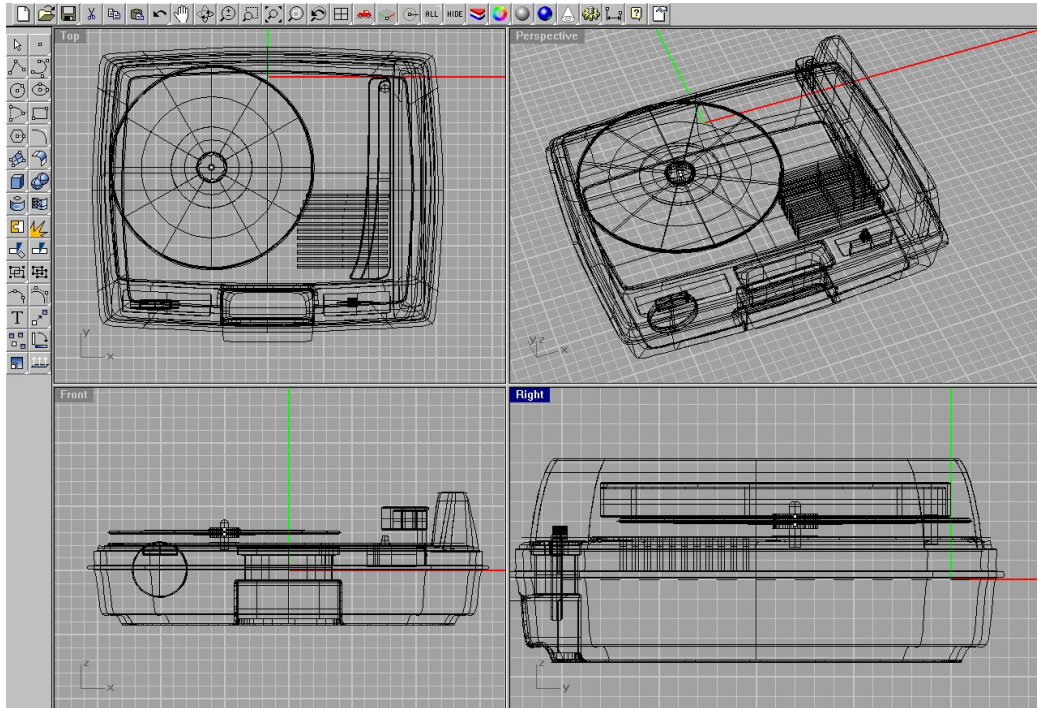
"Macro Recorder" arabirimi ile, 3ds max içerisinde yapılan işlemler, MAXScript dilinde kayıt edilerek yeni araçların oluşturulmasında kullanılabilir.

"Visual MAXScript Editor" arayüzü ile MAXScript uygulamaları görsel bir şekilde geliştirilebilir.”(39)

3.3.2 Varlık Bazlı Taslak / Teknik Resim Programları

“Bu programlar, son zamanlara kadar bilgisayar destekli tasarım olarak anlaşılan programları temsil eder: AutoCad, VectoWorks ve çok sayıdaki diğer programlar evrensel olarak kullanışlı taslak/teknik resim gereçleridir ve mimarlık, ürün tasarımında sıkça kullanılır. Bu programlar tasarımın her evresinde kullanılır, başlıca iki boyutlu tasarım belgelenmesini üretir; projelene görüntüler, bölümler, seviyeler ve planlar gibi. Günümüzde üç boyutlu modelleme ve hatta render kabiliyetleri de sıkça entegre olsada, halen iki boyutlu çizimler unsur bazlı bilgisayar destekli tasarımın başlıca kullanımudur. Mimarlıkta ve ürün tasarımında, üç boyutlu bir objeyi anlatmak için sadece iki boyut kullanımı halen yaygındır ve soyut / kuramsal doğasından çıkan birçok durumu gözden geçirmek için faydalıdır. İlk iki

boyutlu temsiller üç boyutlu ortamları görselleştirmek için kullanılmıştır. Bununla beraber, bu yaklaşım demek değildir ki, üretilmiş iki boyutlu bilgi kendi içerisinde tutarlıdır veya tamamen tanımlayıcıdır. Planların ve seviyelerin aynı üç boyutlu objeyi tutarlı bir şekilde tanımlamaması veya uymaması veya plandaki bir değişikliğin kendiliğinden yükseltideki değişikliği uygulamaması, profesyonel tasarımcıların sıkça uğraştığı bir problemdir. Harici referanslar ve çizim blokları –farklı dosyalardan gelme ve ayrı dosyalarda saklanan geometrik modeller– gibi tutarsızlıkları önlemek için yerleştirilebilir. (9:183)



Resim 3.6 Rhino Arayüz Görünümü(46)

Varlık bazlı taslak programları ismin de önerdiği gibi çizim unsurlarından oluşur: çizgiler, poli-çizgiler, eğriler ve daha az derecede desteklenen yüzey ve katılar. Bu programlarda modelleme normalde iki boyutlu geometri ile başlar. Modelleme yardımcıları ve bilgi organizasyonları kavramsal modelleyicilere benzer fakat özel veya açık kaynaklı yazılım dili sayesinde,

bilgili kullanıcılar fonksiyonları kişisel tercihlerine göre ayarlayıp, yazılımı belirli bir endüstri veya şirket için daha uygun hale getirebilir. Bu programlar geleneksel kağıt üzerine çıkış verirler veya otomatik tertibatlarda sergilerler. Geniş yazı düzenlemesi ve geniş kapsamlı boyutsal özellikleri de çoğunlukla bu tür belgelenmeleri desteklemek için bulunur. Varlık bazlı programların şekilleri iki boyutlu temsil etmesi CNC kesme makinaları veya iki boyutlu freze işleri gibi üretim işleri için kullanışlıdır. **AutoCad** ve benzeri programlar CNC makinaları için iki boyutlu temsiller hazırlanmasında yaygınca kullanılır.”(9:184)

3.3.2.1 AutoCAD 2007

“AutoCAD 2007, kavramsal tasarımdan çizim ve detaylandırmaya, yaratma, görselleştirme ve dokümantasyon için gereksinim duyulan her türlü aracı sağlar. AutoCAD 2007, komutları ve kullanıcı ara yüzünü güncellenmiş tasarım ortamında sunarken, fikirleri gerçekleştirme gücü verir.” (40)

“AutoCAD 2007'in önemli özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

- Kavramsal Tasarım

“Yeni kavramsal tasarım ortamı, katı ve yüzeyleri yaratma, düzenleme ve navigasyon işlemlerinde basit ve sezgisel hale getirir. Bu araçlarla, fikirleri tasarımlara çevirmek kolaylaşır. Gelişkin navigasyon araçları, tasarımcılara modellerini şekillendirirken etkileşim sağlar, böylece tasarım alternatifleri daha iyi değerlendirilebilir ve daha üretken olunur. “(40)

- Görselleştirme Araçları

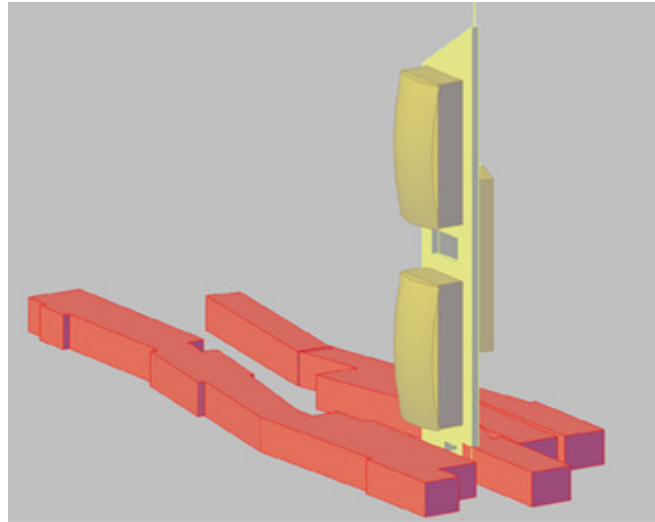
“Proje yaşam çevriminin hangi aşamasında olursa olsun, AutoCAD 2007, tasarımı görselleştirmeye olanak tanır. Gezinme canlandırmaları, ışık

efektleri, malzeme kütüphaneleri ve gerçekçi kaplamalar (mental ray rendering) sayesinde, tasarım aşamasında, sonradan ortaya çıkabilecek problemleri gözlemleyebilir veya sunum için görselleştirmeler hazırlanabilir. “(40)

- Paylaşım

“AutoCAD 2007, paylaşım için güçlü araçlar sunar: güncel DWG dosya formatını önceki sürümlerde saklama, işaretlemeleri de içeren DWF dosyalarını okuma ve yazma, arka planda DWF dosyası kullanma ve çizimleri Adobe® PDF formatında saklama gibi.” (40)

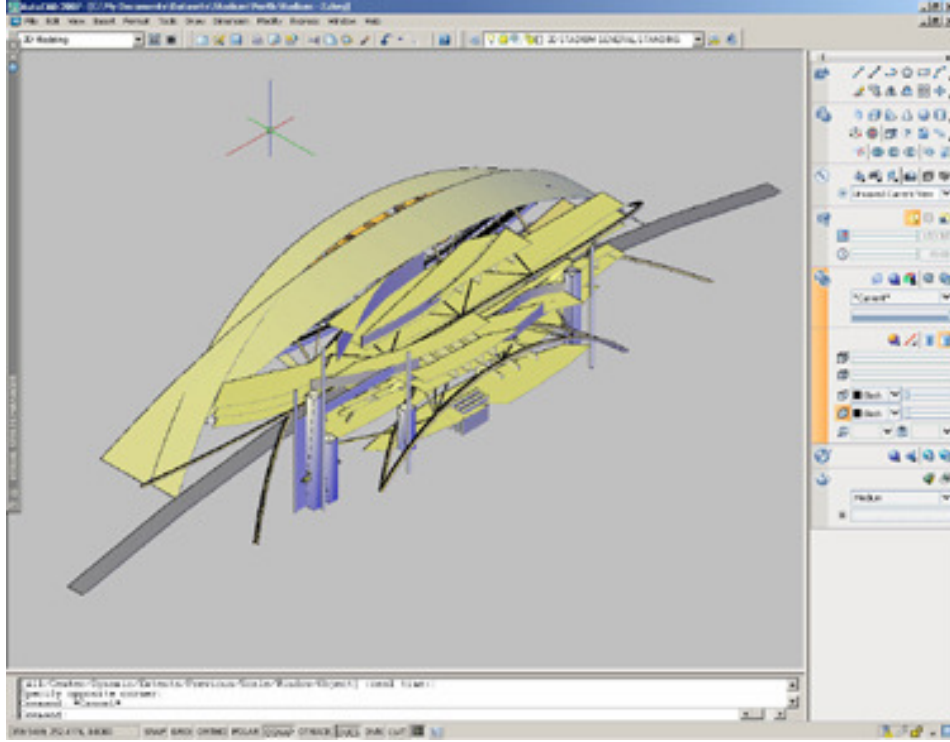
- Katı ve Yüzey Modelleme



Resim 3.7 AutoCad Sayısal Model Örneği(40)

Yeni katı (solid) ve yüzey (surface) araçları, katı ve yüzey modelleri yaratmayı kolaylaştırır. Yüzey yaratma ve düzenleme (“mesh” nesnelere farklı olarak) eklenmiştir. Katı nesnelere, karmaşık yüzeyler içeren yüzeler tarafından tanımlanabilir. Kullanılabilirliği artırmak için, yeniden tasarlanan kullanıcı ara yüzü, katı ve yüzey yaratımını tek yerde birleştirir. “(40)

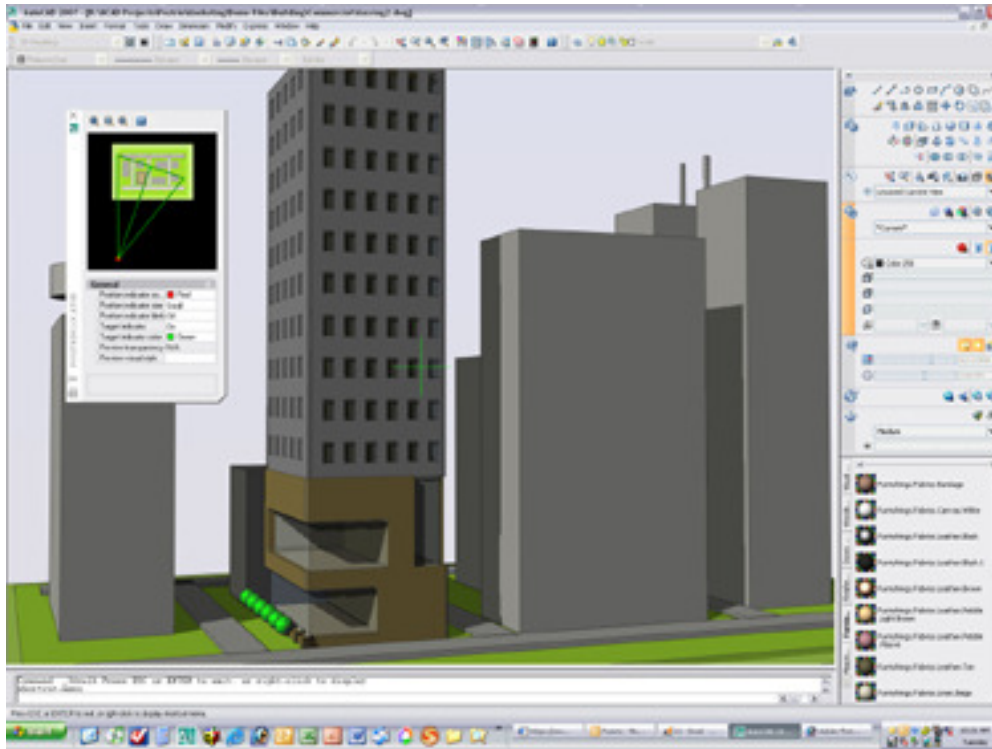
- Tasarım Ortamı



Resim 3.8 AutoCad Arayüz Görünümü(40)

“AutoCAD 2007’de eklenen yeni tasarım kontrol paneli (dashboard) ile, katı ve yüzey modelleme araçları tek yerde toplanmıştır. Böylece AutoCAD’in sunduğu araçlara ve iş akışına kolaylıkla erişilebilir. Ayrıca önceki sürümlerde çizim işlerini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen tutamak (grip) temelli düzenleme araçları, katılar ve yüzeyler için de kullanılabilir.”(40)

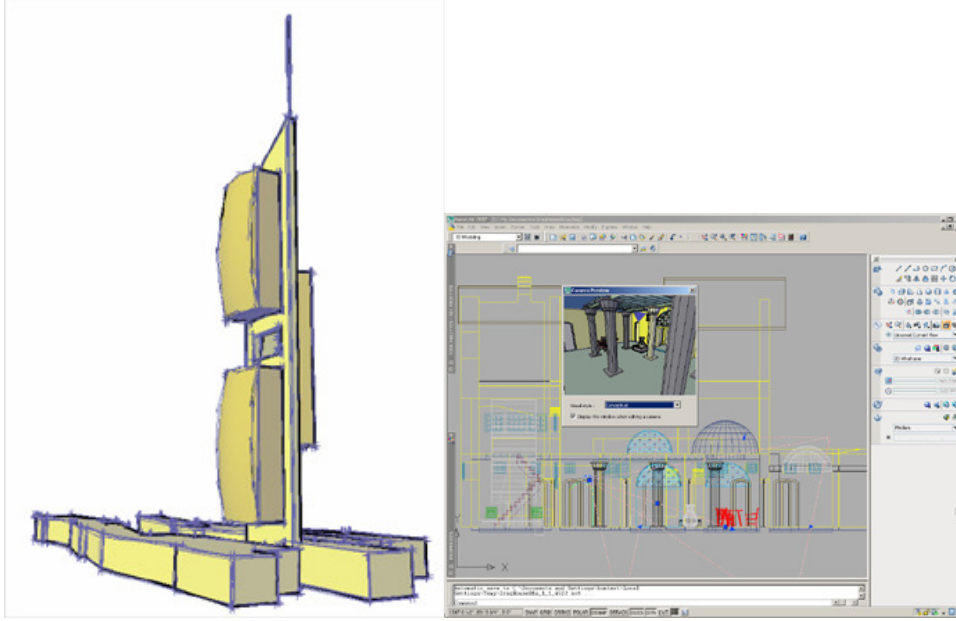
- Navigasyon



Resim 3.9 AutoCad Arayüz Görünümü(40)

“Perspektif görünümde saydam kaydırma (pan) ve yakınlaşma (zoom) işlevlerine ve “Orbit” komutu sırasında düzenleme yapmaya olanak tanır. Ayrıca, yürüme (walk) modu gibi yeni araçlarla, bilgisayar oyunlarında kullanılan gezinme yöntemine benzer şekilde modelin içinde hareket etmeye olanak tanır. Bu gelişkin navigasyon araçları sayesinde daha üretken olunur, çünkü modeli yaratma ve düzenleme sürecinde, daha fazla etkileşime sahip olunur. Ayrıca tasarımlar daha iyi incelenir ve anlaşılır.” (40)

- Görsel Stiller



Resim 3.10 AutoCad Sunum Tekniği ve Arayüz Görünümü(40)

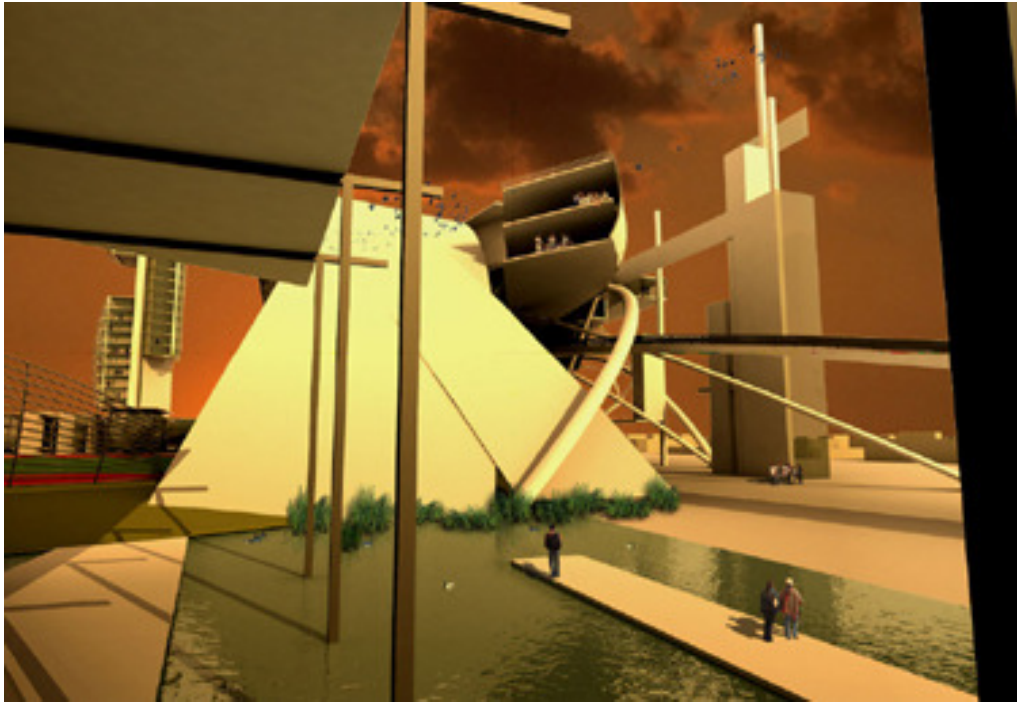
“AutoCAD 2007’deki Görsel Stiller (Visual Styles), 3 boyutlu görüntü ile ilgili her bileşene uygulanabilir; yüz stilleri, kenar çizgi efektleri, malzeme görünümü, gölgeler, aydınlatma, perspektif ve paralel görünüm, görsel stillerle zenginleştirilebilir. Yeni araçlarla görsel stiller, tasarım gereksinimlerine göre belirlenebilir ve tasarımın güncel aşamasını yansıtacak şekilde vurgu yapılabilir.”(40)

- Canlandırma

“AutoCAD 2007 bünyesindeki yürüme (walk) ve yol (path) canlandırma araçları ile, model içinde ilgi noktaları belirleyip, daha sonra bu noktalardan geçen bir yol oluşturabilir veya basitçe bu noktalardan yürüyüp, canlandırma yaratabilir ve bu canlandırmaları paylaşabilir. Canlandırmalarda değişik

görsel stiller veya gölgelendirme durumları kullanarak, görsel efekt yakalanabilir. Bu araçlar, tasarımı dinamik olarak göstermek için de kullanılabilir. Bu araçların bir başka yararı da, sonuç üründe ortaya çıkabilecek problemleri önceden saptamaya yardımcı olmasıdır.” (40)

- Kaplama (Rendering)



Resim 3.11 AutoCad Render Örneği(40)

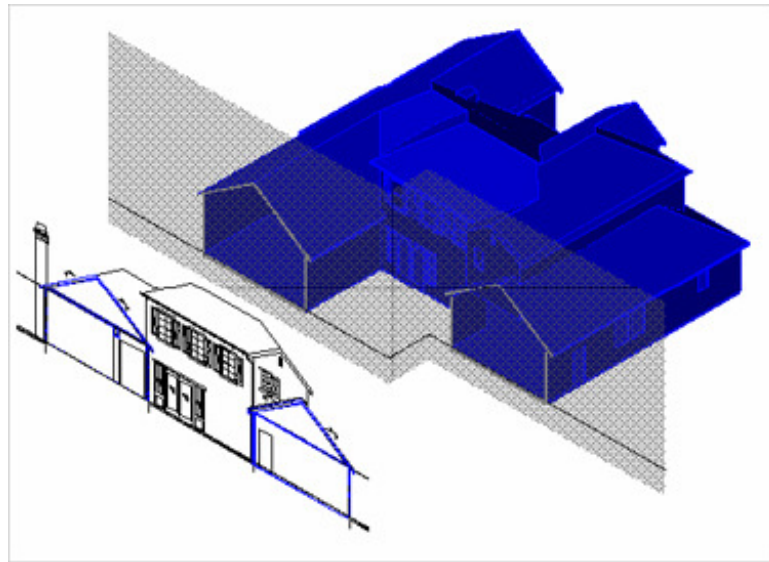
“AutoCAD 2007, kaplama (rendering) teknolojisinin en gelişkin ürünü olan mental ray® kaplama motorunu barındırır. Autodesk® 3ds Max® yazılımında da kullanılan bu güçlü teknoloji, yeni kullanıcı ara yüzü ile hassas ve gerçekçi kaplamalar yaratmayı sağlar. Kaplama için önceden ayarlı parametreleri kullanılabilir veya kayar kontroller ile zaman-kaplama kalitesi ayarları belirlenebilir. Kaplama, malzemeler ve aydınlatma zenginleştirmeleri ile her AutoCAD kullanıcısı, yüksek oranda hassas ve kaliteli kaplamalar elde edebilir.” (40)

- Işıklar

“AutoCAD 2007’deki aydınlatma araçları ile çizime uzak, noktasal veya spot ışıkları hızlı ve hassas bir şekilde yerleştirebilir. Işık kaynağı yerleştirildiğinde, ışık hedefi tutamaklarını kullanarak parlamanın nerede olacağını hassas şekilde kontrol edilebilir. Işığın gölgeler üstündeki etkisi kaplama yapımına gerek olmadan gerçek zamanda izlenebilir.” (40)

- Malzemeler

“AutoCAD 2007’de malzemelerin modellere atanması, tarama desenlerinin 2 boyutlu bloklara atanması kadar kolaydır. Önceden tanımlı kütüphanedeki malzemeler, sürükle bırak yöntemiyle katılara veya yüzeylere atanabilir ve malzeme, modelin boyutlarına göre otomatik olarak ölçeklenir. Malzeme kütüphanesinde olmayan malzemeler ise, malzeme düzenleyicisi sayesinde kolayca tanımlanabilir. Tüm bunlar, ek yazılıma gereksinim kalmadan gerçekleştirilir. (40)

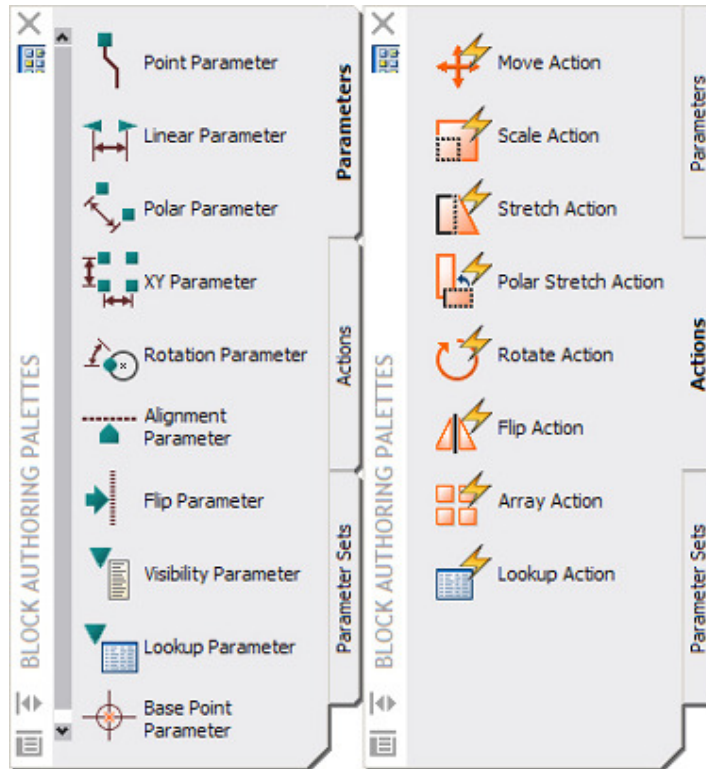


Resim 3.12 AutoCad Kesit Görünümü(40)

- Kesit ve Görünüş

“AutoCAD 2007’de yer alan kesit (section) ve düzleştirme (flatten) araçları ile, model den hızlı ve basit şekilde çizim oluşturulabilir. Kesit aracı, katı ve yüzey modellerden dinamik olarak ayarlanabilen bir düzlem ile kesit almaya yarar. Bu kesen düzlem, ölçülendirmeye ve notasyona hazır görünüş veya plan görünümü çıkarmak için kullanılabilir. Düzleştirme aracı, 3 boyutlu modelleri otomatik olarak 2 boyutlu görünümlere indirgemeye yarar. Bu araçlar ile, modelden kesit ve görünüş gibi çizimleri otomatik olarak elde edilğinde, tekrar çizim yapmak durumunda kalınmaz, böylece ortaya çıkabilecek hatalar da en aza indirilmiş olur.”(40)

- Dinamik Bloklar



Resim 3.13 AutoCad Kullanıcı Arayüz Görünümü(40)

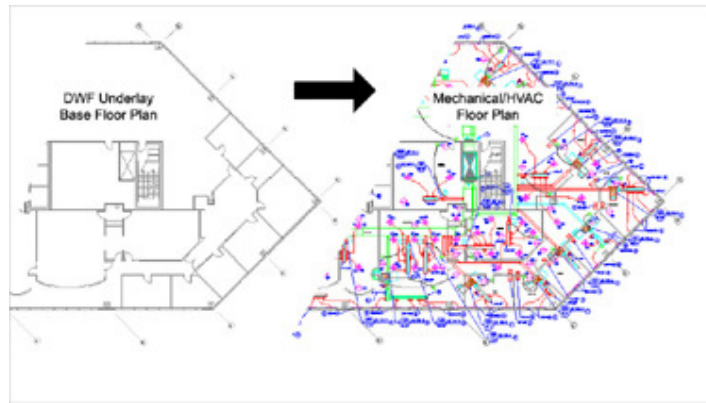
“Blok yaratma araçları ile, varolan blok kütüphanelerine dinamik davranışlar eklenebilir. Herhangi bir programlama işlemine gerek kalmadan, bloklara dinamik işlevler eklemek çok kolaydır. Yeni blok yaratma paletini kullanarak, bloklara parametre ve eylemleri sürükle-bırak yöntemiyle eklenebilir. Varolan blok kütüphanelerinin daha etkin kullanım için dinamik bloklara çevrilebilir veya üretkenlik için standartlara uygun yeni dinamik bloklar yaratılabilir.

- Tablolar

AutoCAD 2006 için geliştirilen tablo (Table) komutu, tablo yaratmayı ve özelliklerini belirlemeyi kolay ve elverişli duruma getirmişti; böylece tablo yaratma değil, içeriği odak haline geldi. Tablo stilleri yaratarak, kenar özellikleri (ızgara görünürlüğü, çizgi kalınlığı ve rengi), hücre özellikleri (yazı stili, yüksekliği, rengi, hizalaması, arka alan dolgusu), başlık yeri ve daha birçok parametre, önceden tanımlı hale getirilebilir. Ayrıca var olan tablolardaki stilleri, yeni yaratılan tablolara uygulanabilir.” (40)

Paylaşım

Arka Planda DWF



Resim 3.14 AutoCad Paylaşım Örneği(40)

“AutoCAD 2007 yazılımı, DWF dosyalarını arka planda referans olarak kullanılmak üzere okumaya olanak tanır. Bu, yeni çizim yaratırken DWF dosyalarını temel olarak kullanılabileceği ancak DWF çizimi üzerinde değişiklik yapılamayacağı anlamına gelir.

Adobe PDF Formatında Yayımlama

AutoCAD 2007 ile çizimleri Adobe® PDF formatında yayımlanabilir. Böylece ek yazılım öğrenmeye veya satın almaya gerek olmadan DWG dosyaları PDF formatına çevirilebilir.

Önceki Sürümlerden Geçiş

Önceki sürümler için özelleştirilen menüler, çalışma alanları, araç çubukları, tarama desenleri, çizgi tipleri ve acad.pgp dosyası, AutoCAD 2007'ye zahmetsiz ve kayıpsız olarak aktarılabilir. AutoCAD 2006'da tanımlanan yeni CUI formatı, geçişi daha da kolaylaştırır çünkü özelleştirmeleri ve versiyon bilgisini otomatik olarak okur. Bu aynı zamanda AutoCAD'in ileriki sürümleri için de geçiş işleminin otomatik olacağı anlamına gelir.

DWG Formatı

AutoCAD 2007 DWG dosya formatı güncellenmiştir ve 2004/2005/2006 DWG dosya formatından farklıdır. Bu yeni dosya formatı, aynı zamanda Autodesk® Architectural Desktop, Autodesk Map® 3D, Autodesk® Civil 3D® ve AutoCAD® Mechanical gibi Autodesk'in endüstrilere özel ürünlerinin son sürümlerinde de kullanılır. Önceki sürümler ile dosya paylaşımı da gerçekleştirilebilir. Daha önceki sürümlerde olduğu gibi, önceki DWG versiyonları AutoCAD 2007 tarafından okunabilir. AutoCAD 14, 2000 ve 2004 DWG formatında dosya saklaması gerçekleştirilebilir. Ek olarak, daha önceki sürümlere aktarım için dosyalar AutoCAD Release 12 DXF formatında saklanabilir.”(40)

3.3.3 Unsur Bazlı Programlar

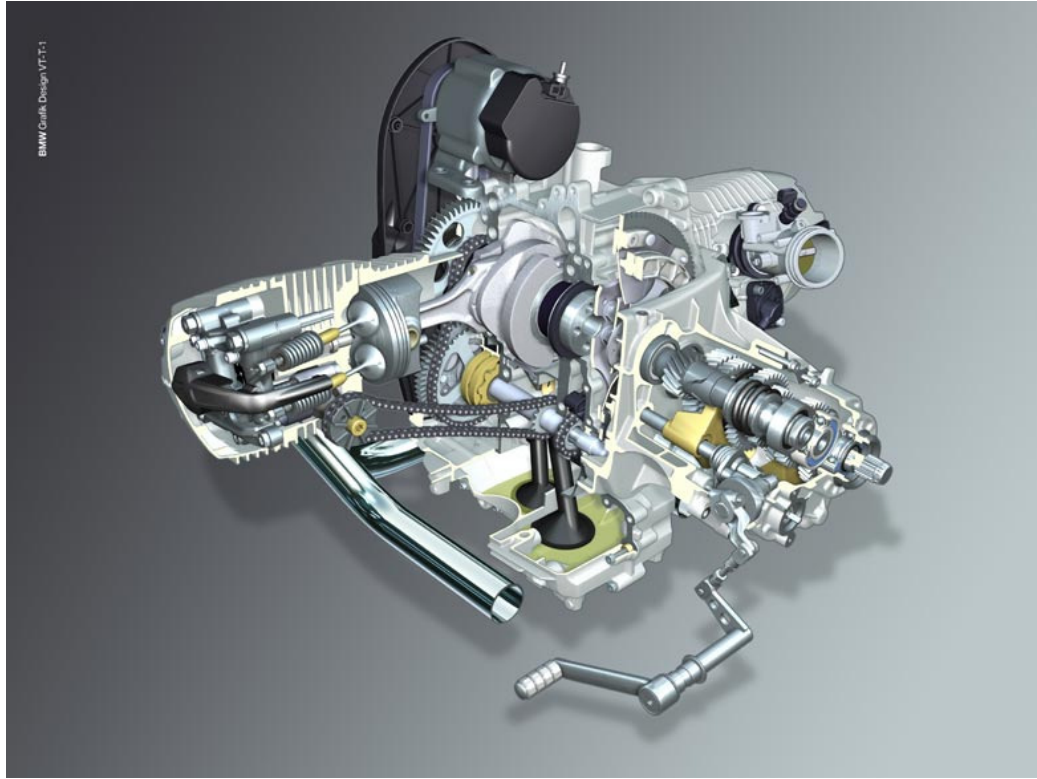
“Üç boyutlu grafik modelleyicilerin bu grubu, özellikle mimari tasarım aktivitelerini kavram tasarımından tasarım geliştirme ve hatta yapılandırma için tasarım evrelerine kadar desteklemek için geliştirilmiştir. Bu yaklaşım aynı zamanda yapı bilgisi modelleme (building information modeling “BIM”) olarak geçer. Sıkça kullanılan yazılımlar arasında Autodesk’in Architectural Desktop’ı ve Revit’ı, Bentley’in MicroStation’ı, Nemetschek’in Allplan’ı veya Graphisoft’un ArchiCAD’i yer alır. Bu sistemler tasarım projesindeki ana elemleri temsil etmek için üç boyutlu unsurlarına veya objelere, varlık bazlı tasarlarda çizgiler, kavisler veya yüzeylerin yer değiştirmesi ve ilave edilmesine güvenirlir. Üç boyutlu modeller kullanmak tutarlı ve belirsizliği olmayan modeller üretir, bu modellerden daha sonra katman ve planlar gibi iki boyutlu görünümmler üretilebilir. Üç boyutlu modeldeki bir değişiklik bağıntılı olan iki boyutlu görünümünde de uyumlu bir değişiklik oluşturur. Bazı modeller kullanıcının kavramsal kütsel bir modelle başlarnasını sağlayıp, içsel boşluklar tayin ederek adım adım şekillendirmesine olanak verir, sonrada duvarlar, pencereler gibi imar objelerin tayin olmasına olanak sağlar. Diğer ortamlar kullanıcının iki boyutlu geometriyi yapılandırmasına ve daha sonra bu çizimlere yükseklik belirleyici, vs, özellikler tayin edip üç boyutlu obje bazlı modele dönüşümüne izin verir. Çoğu unsur bazlı ortamlar önceden tayin edilmiş unsur veya obje sınıflarının (duvarlar, bölücüler, pencereler, kapılar veya merdivenler gibi) geniş kütüphanelerine güvenir.

Bu proramlardaki objeler; meteryaller, yapılandırma çeşitleri, toleransları ve bir çok diğer konudaki bilgi ile anlatılabilir. Bilgideki bu göreceli zenginlik profesyonel kullanımda artı değer sağlar çünkü esas modelleme paketi, fiyat tahmini, alan yönetimi, yapısal analiz, tesisat yönetimi vb. destekleyen farklı yardımcı programlarla birleştirilebilir. Unsur bazlı programlar normalde miktar çeşitlerinin türemesine uygun kullanışlı yollar sunar, bunlar fiyat tahmini gibi teklif verirken kullanışlı bilgilerdir.(9:184)

Düzeysel ve muntazam geometriler için uygun iken, karmaşık şekillenmiş elementler veya binalar yapılandırmak için kullanıcılar mücadeleye bulabilirler. Mimari unsurların tasarımı için üç boyutlu modelleme kabiliyetlerinde de limitasyonlar vardır. Az sayıda unsur bazlı programlar herhangi bir şekilde CNC üretim aktivitesini destekler. Çoğu tasarım geliştirme ilk evrelerinde kullanılmak üzere yapılmıştır. Parametrik kabiliyetler çoğunlukla sınırlıdır ve yapılandırma için gereken detaylı belgelenmenin hazırlığını kapsamaz.”(9:185)

3.3.4 Tasarım geliştirme programları

“Tasarım geliştirme programları var olan temel şemanın fonksiyonel, estetik ve teknik olarak çözülmüş tasarıma geliştirildiği evredir. Bu programlar sıkça ürün tasarımında kullanılır ve artış göstererek mimari tasarımda da kullanılır. Asli olarak bina endüstrisi için tasarlanmadığından kullanıcılar spesifik mimari fonksiyonlar veya model kütüphaneleri beklememelidir. Zaman ve efor terimlerinde tasarım geliştirme, tasarım ofisinin rolünün büyük bir kısmını oluşturur, özellikle üretim veya yapılandırma için tasarım eklendiği zaman.



Resim 3.15 BMW Firması Sayısal Modelleme Kullanım Örneği(43)

Tasarımın bu daha planlanmış safhası, **CATIA**, **Pro/ENGINEER** veya **I – DEAS** gibi tasarım geliştirme programlarının hiyerarşik yapılanmasına yansır. Tasarım geliştirme programları şekil bazlıdır ve boyutsaldır, yazı ve sembollerden oluşan ağaç benzeri bir teşhir şeklinde, modelin içsel yapılanmasını görsel olarak gösterirler. Başlıca modelleme elementleri; yapılandırma veya referans geometri olarak desteklenen çizgi tipi elementlerle beraber, yüzeyler ve katılardan oluşan özelliklerdir. Parça modelleri, uzatma-ihraç etme, kesitler, kenarlardan oluşur ve parçalar bir modeli oluşturmak için birleştirilebilir. Her ne kadar daha önce bahsedilen unsur bazlı programlar ile benzeşik gösterebilirler de, özellikleri kıyasla kesin olarak farklıdır, çünkü anlamsal içerikleri - tasarım amacı bağlanmamıştır. Yerine birkaç şekil unsur ve kullanıcının bölüm veya parçalar yapılandırmasını sağlayan yapı taşları oluşturur. Bölüm veya parçalar birleştirildikten sonra ancak tasarım niyetini temsil edebilir ve tasarımın fiziksel olarak yapılandıktan sonra nasıl olacağını yansıtır.

Tasarım geliştirmenin doğası uzmanların işbirliğidir ve bu programlar yapısal analiz, dinamik analizi, kalıp analizi, levha metallerin fonksiyonları gibi aplikasyon bağlantılı modelleme teknikleri gibi uzantılar veya eklenebilir modüller ihtiva ederler. Tasarım modelleri, CNC makinalarının programlanmasında aplikasyonlar ilave ederek drektifler üretmekte direkt olarak kullanılabilir.”(9:185)



Şema 3.2 MCAD 4.96 Milyon Kullanılıcı Pazar Payı

Solidedge4%Solidworks9%Inventor10%Mechanical

Desktop12%CATIA22%Pro/ENGINEER25%Unigraphics and IDEAS18%

En Çok Kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım ve Mühendislik Programları ve Pazar payları (41)

3.3.4.1 CATIA

“Bir çok mühendislik uygulamasında fikirlerin gerçek hayata taşınmasında problemler yaşanmaktadır. Fikirlerin gerçek hayata aktarılması, doğru yazılımlarla desteklenen iyi bir mühendislik gerektirmektedir. Tam parametrik ve aynı zamanda varyasyonel bir ortamda, katı yüzey ve tel kafes modelleme tekniklerini başarılı bir entegrasyonla kullanıcılarına sunan Catia, tüm üretim sistemlerine uyabilecek esnekliği ile bilgisayar destekli tasarım ve üretime (cad/cam) geçmeyi düşünen yada halihazırdaki sistemini genişletmek ve desteklemek isteyen firmalara iyi bir çözüm olarak önerilmektedir.”(34)

“Catia geniş kullanım tabanlı bir CAD/CAM çözümler paketidir. Önceleri, havacılık ve uzay sanayiinin gereksinimlerini karşılamak amacıyla geliştirilmeye başlanan Catia ‘nin kendisini yenilemesi ve kullanıcı taleplerini karşılaması sayesinde otomotiv, gemi, ürün tasarımı gibi değişik sektörlerde de yerini almıştır.

Catia ‘nın ürün geliştirme sürecine modül sayısının bolluğu ve kapsamlı olması değişik ve geniş alanlara hitap etmesini sağlamıştır. Catia ‘nın en büyük avantajlarından birisi de yüzey modelleme, katı yüzey entegrasyonu ve yüzey analizlerinin çok gelişmiş olmasıdır. Özellikle kalıp, saç, kaporta gibi yüksek yüzey kalitesi isteyen endüstri ürünlerinin tasarımı için vazgeçilmez çözümdür. Bu yüzden otomotiv uzay ve havacılık sektörlerinde kendini yıllardan beri ispatlamıştır. Dünyada üretilen her 10 uçaktan 7' si ve her 10 otomobilden 4' ü catia imzası taşır.”(34)

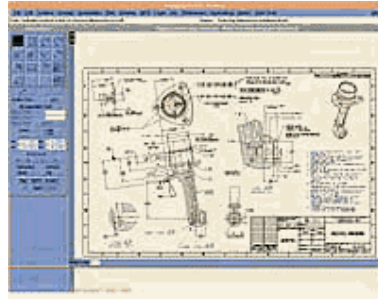


Resim 3.16 Catia İle Modellenmiş Bir Otomobil(34)

- Draw – Space (2D/3D) İntegrasyonu : Catia 2D/3D integrasyon işlemini tüm catia kapsamında mümkün kılar. Kullanıcılara 3 boyutlu plan parçalarından 2 boyutlu projeler yaratmalarına izin verir. Catia sistemi otomatik olarak 3 boyutlu modellerden 2 boyutlu görünüş

oluşturabilir , 2. ve 3. Boyut arasında kullanıcı kontrollü bir geçiş sağlar.

- Taslak Hazırlama (Drafting) : Catia taslak hazırlama bölümü 2D wireframe ve Annotation (yazılı izah) ürününe bir ek ilavedir. Kullanıcıya kolayca mühendislik teknik çizimleri oluşturmasına izin verir.
- 2D WireFrame and Annotation : Catia 2D Wireframe and Annotation ürünü içerdiği tools (aletler) bölümü ile 2 boyutlu analiz ve şekil değiştirme modifiye etme ve 2D ve 3D catia modellerini göz önüne getirme işlemini hızlı ve kolay bir hale getirir.



Resim 3.17 Catia Arayüz Görünümü(34)

Catia – CADAM Drafting : Catia – CADAM Drafting yüksek mahsüldarlık, tasarım ve taslak tatbikini kolayca kullanılmalıdır.

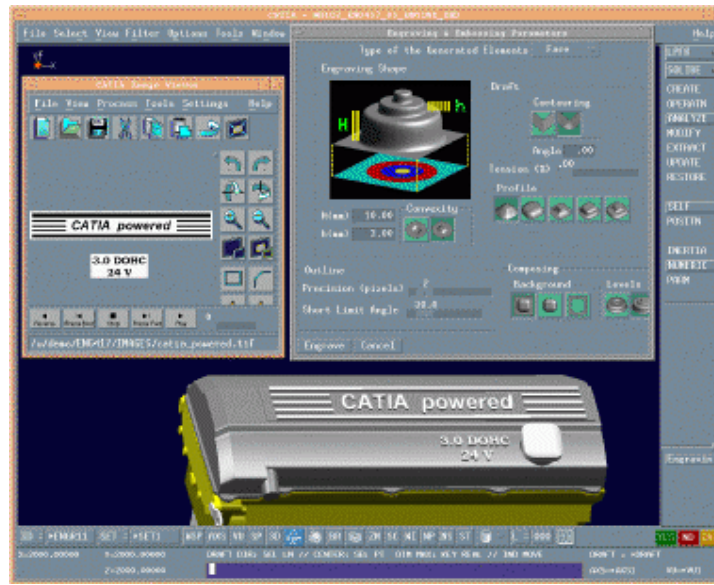
“2D ve 2.1/2 Tasarım ve Taslaklama : Çeşitli, kullanıcı kontrollü ve otomatik, istenilen parametrik, geometrik ve fonksiyonel cebir, kullanımlarını içerir.

İnkılapçı bir yenilik olarak; tasarımcıya , sistem dinamik olarak cebri parametrik geometri inşası halindeyken freehand sketch (serbest krokileme) imkanı sağlar.

Dinamik Taslaklayıcı (Catia Dynamic Sketcher) : Bu ürün kullanıcılara hızlı olarak 3 boyutlu bir dizaynın 2 boyutlu profilini taslaklamasını sağlar.

Bu sayede kullanıcı sadece 2 boyutta bir modifiye işlemiyle değişimi 3 boyutlu tasarıma yansıtabilir.

3D WireFrame : Catia 3D Wireframe, geometrik modelleyicinin kullanıcıya 3 boyutlu geometride, doğru modifiye ve analiz imkanı verdiği bir anahtardır. Ayrıca 3D wireframe, birçok tasarım sisteminde bulunan bir dizi ilave taslaklama metodu ihtiva eder. Bu ürün CAD sistemlerinin başlangıç seviyesinde olan bir kullanıcı için uygun olup uzun bir gelişim yoludur. 3D Wireframe aynı zamanda tasarım analiz ve imalat adı altında toplanan bir grup konfigürasyon aletinede sahiptir.”(34)



Resim 3.18 Catia Arayüz Görünümü(34)

“Exact Solids (Gerçek Katı Tasarımlar) : Catia Exact Solids; sayısal kontrol mekanizması ve ölçülebilir element analizi gibi istenilen akış yönü tatbiki, model izahını sağlar. Analiz araçları ve katı geometri teknolojisi yapılan bir tasarımın optimizasyonunda kullanılır.

3D Parametric Variational Modeller : Catia 3D Parametric Variational Modeller ile tasarımcılar; tasarım tasarımlarını zaptetmek ve ürün neticesini hızlandırmak için Catia geometrisine parametrik bilgiler ekleyebilirler. Bu

teknoloji orijinal tasarımı baz olarak kabul ederek değişimleri otomasyon haline getirebilir ve alternatif tasarım neticeleri için büyük bir esneklik sağlar.”(34)

- Feature – Based Desing : Feature – Based Desing parçanın 3 boyutlu tasarım üzerinde yapılabilecek çehre değişikliklerini mümkün kılan bir teknolojidir. Örneğin parça üzerine delik açmak mil koymak veya kabartma yapmak için kullanılabilir. Bu teknoloji kullanıcının bir katı model üzerinde değişiklik yapabilmesi için oldukça cesaret verici bir uygulamadır.
- Asseby Modelling (Montaj) : Catia Assembly Modelling tasarımcılara 3 boyutlu modellerin parçaları arasında montaj yapma imkanı verir. Bu teknoloji montaj tasarımını çok kolay ve hızlı bir hale getirir. Araç menüsü içinde kullanışı oldukça kolay olan bir grafiksel menü ağacına sahiptir. Bu şekilde yapılacak olan tasarımlar çok hızlanır ve hata payını minimuma indirir.
- Composites Covering , Generate Composites Covering (Kaplama) : Bu iki bölümde parça modellere kolayca kaplama yapılabilir ve farklı dolgular yaratılabilir.
- Levha Metal Tasarımı (Sheetmetal Desing) : Catia sheetmetal desing katı bazda levhaların tasarımı ve imalatı konusunda , kullanıcıya yardımcı olur.
- Ayrıca ek olarak içerdiği malzeme özellikleri gibi bilgilerle otomatik olarak levhanın eğilme, bükülme gibi özelliklerini hesaplar ve imalat metodunda yardım sağlar.
- 3D Functional Dimensioning and Tolerancing : Bu ürün tolerans için ANSI, ISO, ASME standartları ve kurallarını tanıyıp sağlar. Katı model üzerinde yüzey, yüz ve köşelerinde; ölçülendirme ve toleransı istenildiği şekilde otomatik olarak yapar.
- Catia shape Desing & Solutions : Catia' nın yüzey tasarım sistemi ile gerçekten çok gerçekçi katı modeller elde etmek mümkündür.

- Programın içinde ihtiva ettiği çeşitli filtreler sayesinde de elde edilen modeli değişik şekillerde renderlıyarak farklı tarzlarda görüntülere ulaşmak mümkün olur.



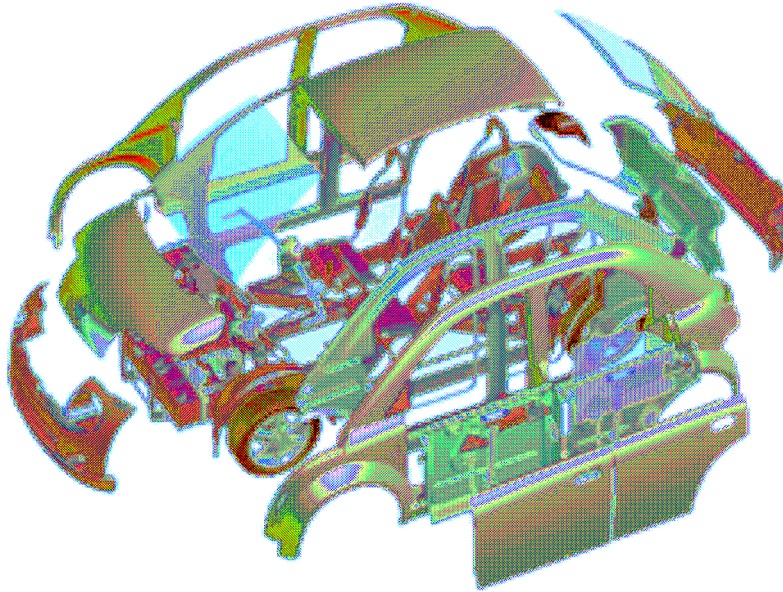
Resim 3.19 Catia İle Modellenmiş Bir Uçak(34)

3.3.4.2 PRO/ENGINEER

“Pro/ENGINEER, tamamen parametrik ve unsur esaslı yapıya sahip olup, modülleri arasında tam birliktelik mevcuttur. Mekanik Tasarım ve Üretimin her aşamasında mühendise sağladığı gelişmiş yöntemler ile eş zamanlı mühendislik kavramını teorik ortamdan pratiğe aktarabilen yazılım olarak kabul edilmektedir.

Pro/ENGINEER, mekanik tasarım, fonksiyonel simülasyon, mühendislik analizleri, endüstriyel tasarım, üretim çözümleri ve üretim planlama yönetimi (PDM) gibi endüstrinin Temel ihtiyaçlarını bir araya getirerek, tek veri tabanı altında toplayan bir yapı ile komple bir çözüm olarak geliştirilmiştir. Pro/ENGINEER'in mühendislik ortamına getirdiği modern teknikler ve sağladığı avantajlardan bazıları ise şunlardır :

B-Rep Solid modelleyici :_Objelerin bilgisayar ortamında tüm fiziksel özellikleri ile tanımlanması, yalnızca bir katı modelleyici ile mümkündür. Tel kafes (wireframe) modelleyiciler objenin yalnızca kenar ve köşelerini tanımlıyabilirken, yüzey modelleyiciler ise yalnızca objeye ait yüzeyleri tanımlıyabilirler. Bir katı modelleyici ile uzayda yer kaplayan objelerin tasarımı tam ve kesin olarak tanımlanabilir ve ayrıca mühendislik analizi için gereken kütle, ağırlık merkezi, atalet momenti vb. tüm fiziksel özellikleri hesaplanabilir. Pro/ENGINEER, yazılımı eskimiş bir teknoloji olan Constructive Solid Geometry (CSG) yerine modern çift hassasiyetli B-Rep Solid Modeling teknolojisini kullanmaktadır.”(34)



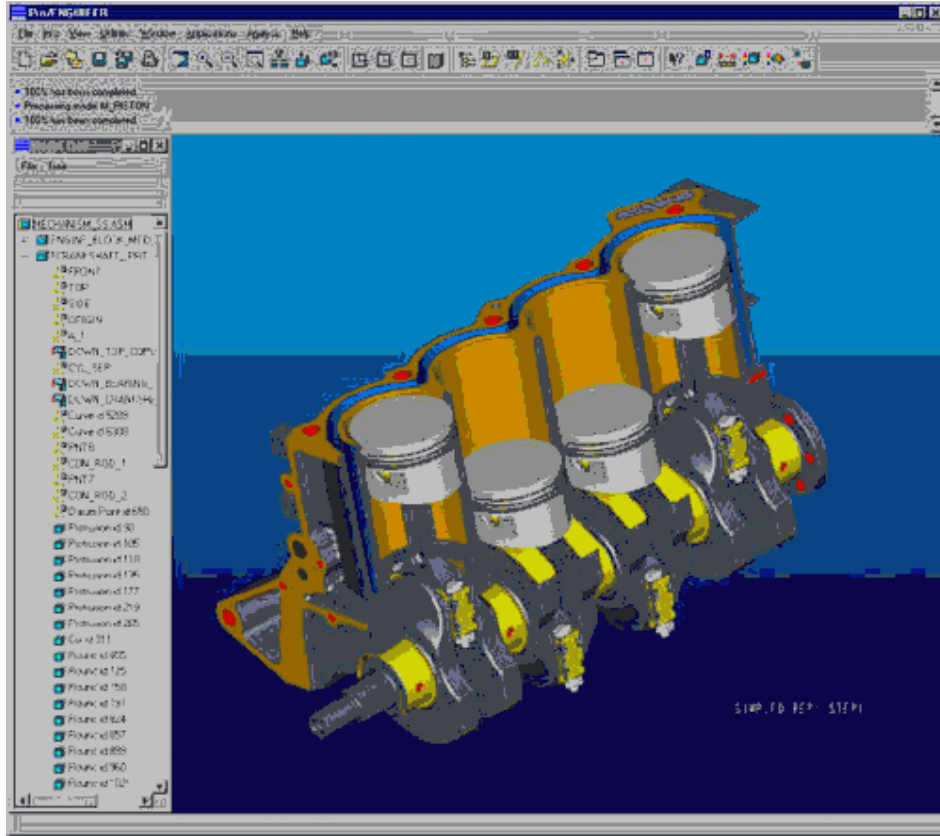
Resim 3.20 Pro-E Wildfire kullanarak tasarlanmış ve demonte edilmiş otomotiv uygulaması.(41)

Parametrik Tasarım: Pro/ENGINEER modelleri tamamen parametrikdir. Tasarlanan objeler ve montaj gruplarına ait ölçüler birer sabit değer olmaktan

ziyade istendiği an değiştirilebilen birer parametre olarak tanımlanmışlardır. “Parametrikliğim getirdiği diğer bir avantaj ise birbirine benzeyen ürün gruplarının bir kez genel olarak tasarlandıktan sonra temel model üzerinde yapılan modifikasyonlar ile değişik ürün tiplerinin en az zaman ve emek harcanarak geliştirilmesine olanak tanınmasıdır.”(34)

“Unsur Esaslı Tasarım: Unsur esaslı tasarım olanağı Pro/ENGINEER’de, kolay ve doğal bir modelleme olanağı sunar. Boolean hesaplama teknolojisi kullanan ve mühendislerden çok matematikçilere hitap eden eski tip katı modelleyiceler yerine Delik, Kıvırtma, Oluk, şaft, Yanak, Boyun gibi doğrudan doğruya mühendislik terimleri ile isimlendirilmiş *intelligent feature* ların kullanımı, modelleme sürecini kısaltır ve daha anlaşılır, kavranır kılar. Böylece model üzerinde bir delik açmak isteyen tasarımcı bunun için uzayın bir başka yerinde bir silindir yaratıp, bunu parçasına göre öteleyip döndürdükten sonra parçası ve silindiri arasında bir kesme işlemini tanımlamak yerine, doğrudan doğruya parçanın üzerinde deleceği yüzeyi işaretlemler ve delik derinliğini ve çapını vererek orada gerçek bir delik oluşturur. Programın parametrikliğinde ötürü bu delik yüzey üzerinde ötelenebilir, çapı ve derinliği değiştirilebilir, çoğaltılabilir (pattern) yada tamamen kaldırılabilir. Tam Birliktelik (Full Associativity): Pro/engineer tek ortak veri tabanı kullanır ve bu tasarıma ait tüm bilgiler (3 boyutlu model, teknik resim, sonlu eleman modeli, CNC işleme vs.) bu ortak veri tabanına girilir. Pro/engineer ortamında tasarımın herhangi bir aşamasında yapılan herhangi bir değişiklik tüm diğer aşamalara anında ve otomatik olarak yansır.”(34)

“Örneğin modelin boyunun 50 mm’den 60 mm’ ye çıkartılması bu parçaya ait CNC işleme bilgisinin yeniden hesaplanmasına, sonlu eleman modülünün yeniden oluşturulmasına, teknik resminin yenilenmesine yol açar. Tek veri tabanından dolayı bu parçaya ait tüm bilgiler güncelleştirilmiş olur.



Resim 3.21 Pro/Engineer ara yüzü, piston-silindir bloğu dizayn ve simülasyonu(34)

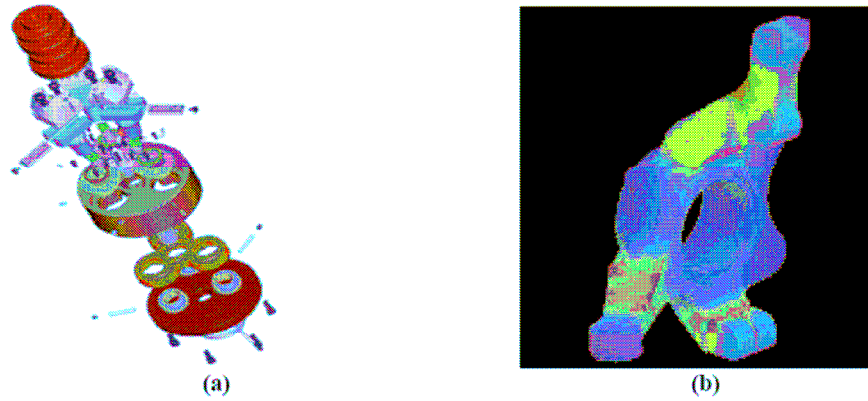
Karmaşık Montaj Grupları : Makine mühendisliğinde hemen hemen tüm projeler birden fazla parça içerir ve genellikle amaç bu parçaların birbirleri ile uyum içinde çalışmasını sağlamaktır. Pro/engineer parametrik esaslı yapısı itibarı ile istenildiği kadar parçadan oluşan karmaşık montaj gruplarının kolaylıkla tasarlanmasına ve montaj modunda iken bunlara değişiklik yapılmasına ve bu modda parça oluşturulmasına imkan verir.”(34)

“Standartlara Uygun Teknik Resimler : Pro/engineer 3 boyutlu modellerin ve montaj gruplarının DIN, ANSI, ISO,ve JIS standartları ile uyumlu teknik resimler elde edilmesine imkan tanır

Parça Aileleri ve Kütüphaneler : Pro/engineer’in parametrik ve unsur esaslı yapısı, temel bir modelin çok sayıda varyasyonunun kolaylıkla elde

edilmesini sağlar. Bu yolla geniş parça aileleri ve standart parça kütüphaneleri yaratılabilir. Halihazırda Pro/engineer içinde standart bağlama elemanından kalıp elemanına, takımlardan elektrik konnektörlerine kadar geniş bir yelpazeye yayılmış 35,000 den fazla sembol içeren ANSI ve ISO standartlarını içeren kütüphaneler mevcuttur.

Donanımdan Bağımsız ve Kompakt Yapı :_Pro/engineer modern teknikler ile tamamen C proglamlama dili kullanılarak yazılmıştır. Programın getirmiş olduğu tüm çözümler, UNIX, Windows NT, Windows 95/98 ortamlarını desteklemektedir. Kullanıcının isteğine bağlı olarak en ekonomik donanım çözümleri seçme imkanı vardır. Ayrıca değişik makinalar ve donanımlar arasında veri alışverişi ek işlem yapmadan anında yapılabilmektedir.”(34)

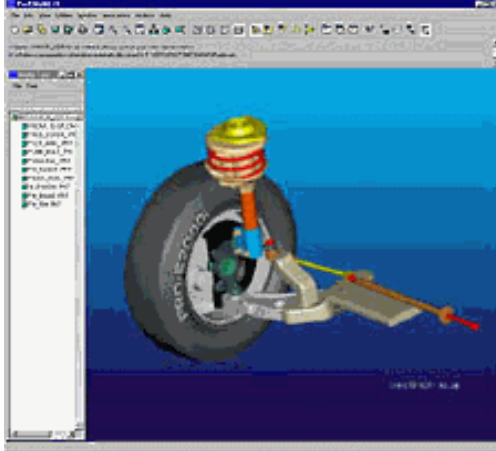


Resim 3.22 Pro-E Wildfire kullanarak tasarlanmış, ve yüklemeler altında gerilme analizi yapılmış tasarım uygulaması.(41)

“Pro/ENGINEER yüzey tasarım modülünün özellikleri şu şekilde sıralanabilir

- Yüzeyi kesiti çizilip belli bir derinlik verilerek oluşturabilir. (extrude)
- Yüzey kesiti çizilip belli bir eksen etrafında belirli bir açıda yada istenen bir noktaya kadar döndürülerek yüzey oluşturabilir. (revolve)
- Yüzey kesiti çizilip belli bir eğrisel yörünge izleyerek, yüzey oluşturabilir, (sweep)
- Bir düzlemdeki yüzeyi oluşturacak sınır eğrileri seçilerek düzlemsel yüzeyler oluşturabilir. (flat)
- Mevcut bir yüzeyden veya katı modelin yüzeyinden ofset alınarak yüzey oluşturabilmelidir. (offset)
- Bir katı modelin yüzeyini yada mevcut bir yüzeyi kopyalayarak yüzey oluşturabilir (copy)
- Katı modelde yada mevcut yüzeyler arasında yüzey köşe yuvarlatmaları oluşturabilir. (fillet)
- Fillet (round) bir kenar seçilerek yada iki yüzey seçilerek sabit veya değişken yuvarlatmalar gerçekleştirilebilir.
- Yüzey kesiti belli bir yörünge üzerinde süpürülürken yardımcı yörüngelerle bu kesitin yörünge boyunca değişmesi sağlanabilir.
- Bir yönde (veya iki yönde) kesit eğriler seçilerek bu eğrilerden geçen yüzey yaratabilir. (Boundry)
- Helisel formda yüzeyler oluşturabilir. (helical sweep)
- İki yüzey arasında yumuşak geçişli (curvature continuity) yüzeyler yaratılabilir. (surf to surfs)
- “Free Form kabiliyeti ile yüzeyler modifiye edilebilir.
- İki ayrı yüzeyi birleştirme ile tek yüzey haline getirebilir. (merge)
“open “ veya “closed” özellikleri sayesinde yüzeyler uçları açık veya kapalı olarak yaratılabilir.
- Boundry metodu ile yaratılan yüzeylerin komşu yüzeylere tanjant veya normal olması eğrilik (2. Dereceden) geçişin kontrolü sağlanır.

- “Blend control points” seçeneği ile oluşturulan yüzeyin patch sayısı ve şekli belirlenir. “(41)



Resim 3.23 Pro/Engineer Arayüz Görünümü(34)

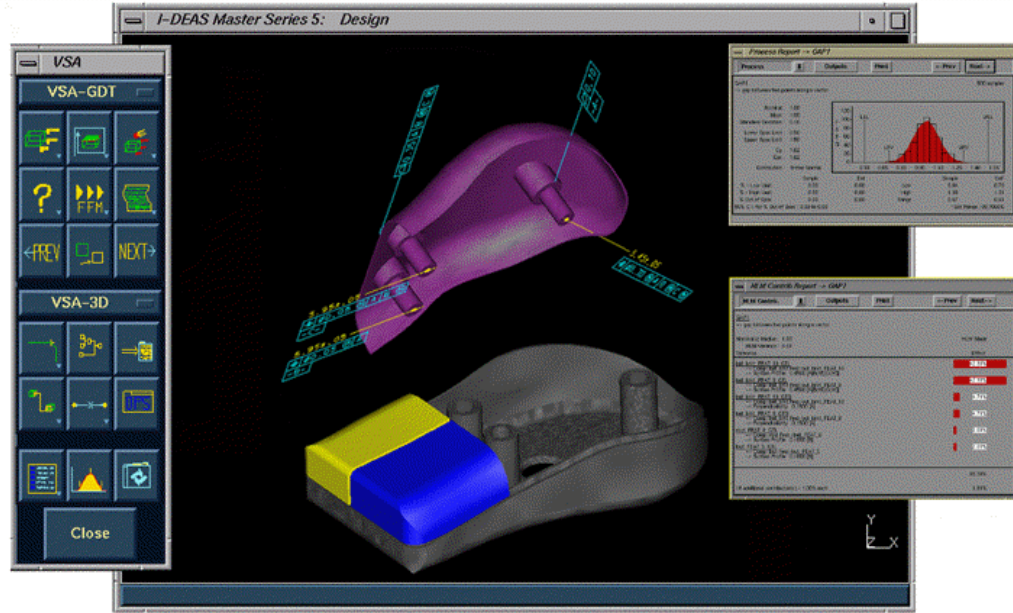
Free Form yüzeyler:

- Local: Kontrol poligonunda tek bir nokta hareket ettirilir. Diğer noktalar sabit kalır.
- Vary Smoothly: işaret edilen bölge içinden bir nokta hareket ettirilir diğer noktalar 2. dereceden devamlılığı korurlar.
- Vary Linearly: işaret edilen bölge içinden bir nokta hareket ettirilir ,diğer noktalardaki yüzeyin tanjantlığı korunur.
- Same offset: Bütün noktalar aynı oranda hareket ettirilir.
- Kontrol poligonunu oluşturan gridler ayarlanabilir.

Yüzey Analiz Metodları:

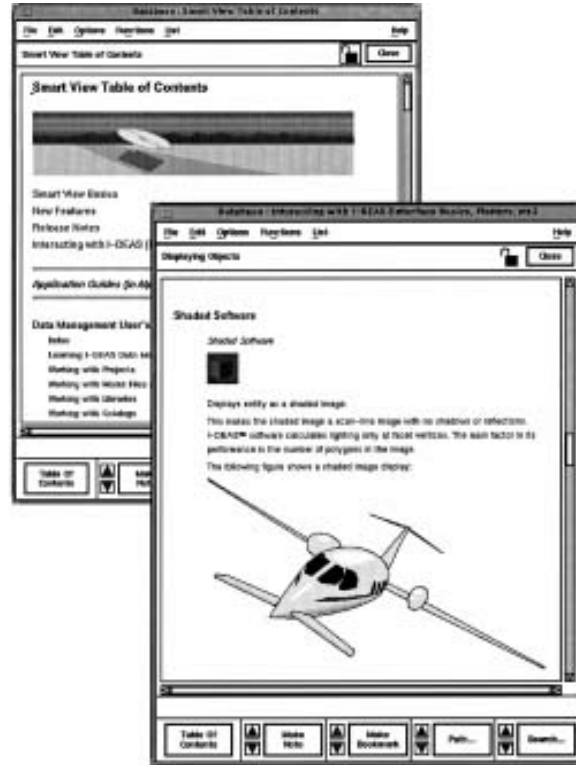
- Gaussian, eğim, yüzey normalleri, kesit eğrileri, belli bir ışın kaynağından ışık hüzmesinin gönderilmesi, kalıp çıkma açısının kontrolü gibi yöntemlerle yüzeyler kolaylıkla kontrol edilebilmelidir.
- NURBS tekniği ile tanımlanmış eğriler kullanarak yüzey oluşturabilir.
- Yüzeyler tamamen parametrik olarak oluşturabilir.
- İGES veya diğer transfer metotları ile gelen yüzeyler üzerinde modifiye işlemleri gerçekleştirilebilir.”(41)

3.3.4.3 I-DEAS



Resim 3.24 I-DEAS Kullanıcı Arayüz Görünümü(34)

“I-DEAS mekanik tasarım ve otomasyon yazılımının üreticisi olan SDRG 1967 yılında kurulmuş Amerika kökenli bir firmadır. I-DEAS yazılımı Ford, Siemens, Nissan, Nokia, Zanussi, Kodak, Sony, Xerox gibi dünyanın saygın firmalarının da aralarında bulunduğu havacılık, otomotiv ve endüstri imalatçıları tarafından ürün geliştirme sürecinde kullanılmaktadır.”(34)



Resim 3.25 I-DEAS İle Bir Havacılık Çalışması(34)



Resim 3.26 I-DEAS Arayüz Görünümü(34)

SONUÇ

Üç boyutlu modelleme programlarının tasarımcılar tarafından kullanımı son onbeş yıl içerisinde hızla yükselen bir grafik oluşturmaktadır. Bu hızlı değişim, tasarım sürecinin yeniden tanımlanması ve gelişen teknolojik uygulamaların ve getirilerinin süreç içerisindeki rolünün belirlenmesini gerektirmektedir.

CAD/CAM programları ve tasarımcının ilişkisi tasarım sürecine etkin rol oynar. Tasarımcının ürettiği üç boyutlu sanal modeller dijital ortamda paylaşımı kolay ve maniple edilebilirliği yüksek verilerdir. Eskiden tasarımcının kullandığı ortam kağıttı ve iki boyutlu yada üç boyutlu modellerin saklanması, maniple edilmesi, tasarım sürecinde yer alan diğer unsurlar arasında paylaşılması zaman almaktaydı. Günümüz teknolojisi bu süreçte dijital verilerin süratle paylaşımına izin vermekte ve zamanın verimli kullanımına olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra iletişimde kopukluk yaşanmaması için, programlar arasında ortak bir dil birliğinin olmadığı göz önünde bulundurulmalı ve tasarım sürecinde kullanılacak ortamın önceden belirlenmesini gerektirmektedir.

Bu çalışmada tasarım sürecinin tanımları araştırılmış ve süreç içerisinde üç boyutlu modellemenin etkin rol oynadığı iletişim süreci tanımlanmaya çalışılmıştır.

Üç boyutlu sayısal objeler sanal bir dünya manzarası oluşturmak için kullanılır. Sayısal modelleme, yıllardır kullanılan ve günümüzde de kullanılabilen geleneksel metotlardan üstündür / üstün avantajlar sağlar. Sayısal modeller tasarım safhasının herhangi bir noktasında ve en düşük bedelle değiştirilebilir. İnteraktif olabilirler, sayısal modellerin geleneksel

modellere göre en üstün yeteneği/özelliği kullanıcının modelin içine girmesini ve içeriden görmesini sağlamasıdır, bunun sebebi sayısal modellerin genelde orijinal ölçülere uygun yapılmasıdır (11:167)

Tasarımcının CAD/CAM programları ile arasında çok hassas bir ilişki vardır. Programların yapabilecekleri tasarımcının yetenekleri ile sınırlıdır yada tasarımcının yapabilecekleri programın kabiliyetleri ile sınırlıdır. Tasarımcı, tasarımını programın yapabildikleri ile sınırlama yanığına düştüğünde bu programın hatası değil tasarımcının tasarımına uygun program seçimindeki hatasından yada tasarımcının programa ne kadar hakim olduğu ve verimli kullandığı ile ilintilidir.

Üç boyutlu modelleme programlarının da kabiliyetleri çeşitlilik arz etmektedir ve tasarımcı tasarımının gerekliliklerine uygun modelleme programlarını tercih imkanına sahiptir. Araştırmanın ikinci bölümünde üç boyutlu modelleme programlarının genel modelleme yöntemleri ve kabiliyetleri verilmeye çalışılmış ve bu kabiliyetlerin CAD/CAM programlarının sınıflandırılmasında oynadıkları rolleri araştırılmıştır.

CAD/CAM programları tasarım sürecinde, tasarım aşamalarına, programların kullanım alanları ve kabiliyetlerine veya modelleme yöntemlerine göre sınıflandırılabilir. Çalışmada tanımlanan üç boyutlu modelleme sınıflandırmaları, yukarıdaki üç başlık altında toplanmış ve bu sınıflandırmalar üçüncü bölümde ele alınmıştır.

Araştırmanın üçüncü bölümünde yapılan sınıflandırma, CAD/CAM programları arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. Tasarım programlarının arasındaki bu farklılıklarının daha iyi anlaşılabilmesi için üçüncü bölümde günümüz tasarımcıları ve tasarım firmaları tarafından en fazla kabul gören tasarım programlarının özellikleri anlatılmaya çalışılmıştır.

CAD/CAM programları arasında farklılık yaratan en önemli unsur programların tasarımcıya sunduğu kabiliyetleri olarak görülmektedir. Bu kabiliyetler tasarım safhasında tasarımcının hedeflediği sonuca ulaşmasında kesin rol oynamaktadır. Kavram / Konsept Modelleyiciler tasarımcının kısıtlı ihtiyaçları için yeterli görülse de, tasarım geliştirme ortamları, mühendislik analizi gibi daha teknik ve üretime yönelik tasarım modellemede üstün özellikler sunmaktadır.

Tasarımcının ürününü görselleştirmek için Kavram / Konsept Modelleyicileri kullanması ve üretimi düşünmeden görselliği tercih etmesi de mümkün görülmektedir. Tasarımcının görevi bütün bu modelleme yöntemleri ve programları arasında, tasarımı için gerekli olan modelleme programını önceden belirlemek ve sadece programın yeteneklerine göre değil kendi yeteneklerine göre tasarım yapmasını sağlayacak CAD/CAM programını seçmek olacaktır.

Tasarımcının ve tasarımın bu farklı ihtiyaçları CAD/CAM programlarında geniş bir ürün yelpazesi oluşturmaktadır. Program yazılımcıları ve programları üreten firmalar farklı ihtiyaçları karşılamak ve ihtiyaçlara en uygun CAD/CAM aplikasyonunu üretmek için günümüzde olduğu gibi gelecekte de çalışmalarına devam edeceklerdir.

KAYNAKLAR

1. BERNHARD B. E. (2005) **DESIGN History Theory and Practice of Product Design**. Birkhauser
2. BEDWORTH D.D. and HENDERSON M.R (1991) **Computer Integrated Design and Manufacturing** McGraw Hill Inc.
3. DANAHER S. (2004) **Digital 3D Design** . THOMSON COURSE TECHNOLOGY
4. DEDEAL M. (2003) **İletişim Tasarımı ve Çoklu ortam**. Pusula
5. DE MOZOTA B. (2005) **Tasarım Yönetimi**. Çev.Kaçamak Sibel MediaCat
6. ERTÜRK S. (2006) **Tasarımda Görsel Modelleme: Tarihi Geri Bakış** ARKİTEKT Dergisi Sayı:2006/04-05
7. GROOVER E.W and ZİMMERS JR. (1991) **An Introduction Computer Aided Design and Manufacture** Blackwell Scientific Publication
8. KALPAKJIAN S. (1990) **Manufacturing Engineering and technology** Addison Wesley Publising Company
9. KUSIAK A. (1990) **Intelligent Manufacturing System** Prentice Hall Int. Ltd.
10. KENNEDY E. Lee (1986) **CAD Draving, Design, Data Management** The Architectural Press
11. KHEMLANI L. (2004) **form-Z 4 3D Modeling Rendering & Animation**. Mc Graw Hill
12. MAVER T. (1978) **The Concept of Modeling** Architectural design İTÜ Mimarlık Fakültesi
13. MA Y. And SOATTO S. (2004) **An Invitation to 3D Vision**. Springer
14. MASSON T. (1999) **CG 101: A COMPUTER GRAPHİCS INDUSTRY REFERENCE**. New Riders

15. MC MAHON C. And Browne J.(1998) **CAD CAM 2ND EDITION Principles, Practice and Manufacturing Management**. Prentice Hall
16. NALBANT M. (1997) **Bilgisayarla Bütünleşik Tasarım ve İmalat** Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
17. NALBANT M. (1996) **AutoCAD ile Çizim Teknikleri ve Modelleme** Beta Yayınevi
18. NICHOLSON H. (1991) **Interconnected Manufacturing Systems** Peter Peregrinus Ltd.
19. OYADA O. (1996) **Hyper Realistic** Rockport
20. ÖZGÜNER A. (1992) **Mimari Proje Sürecinde Bilgisayar Kullanımı** Macintosh Dünyası
21. Reiter (1992) **CIM Interfaces, concepts, standarts and problems of interfaces in Computer Integrated Manufacturing** Chapman Hall
22. RANKY P.G. (1990) **Manufacturing Database Managment and Knowledge Based Expert Systems** Bddles Ltd.
23. ROBIN B. (1993) **Designing the Future** Thames and Hudson
24. SAĞLAMER G. (1992) **Mimarlıkta Bilgisayar Uygulamalarının Dünü Bugünü ve Yarını** Macintosh Dünyası
25. SCHODEK D.-BECHTHOL M."et al"(2005) **DIGITAL DESIGN AND MANUFACTURING: CAD/CAM Applications in Architecture and Design**. WILEY
26. TIZZARD A. (1994) **An Introduction to Computer Aided Engineering** Mc Graw Hill Book Co.
27. TOKER B. (1994) **Tasarımı Anlatmak CAD** İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Yayını No:88
28. TOSUN V., URÇAR S. (1994) **İşte HOT-Dog Tekniği CAD**
29. TURBİDE D.A. (1991) **Computer in Manufacturing** Industrial Press Inc.
30. WALDER I.A. (1992) **Principles of Computer Integrated Manufacturing** Jhon Wiley and Sons Ltd.

31. WATT A. (2000) **3D Computer Graphics – Third Edition**. ADDISON-WESLEY
32. WEATHERALL A. (1992) **Computer Integrated Manufacturing. A Total Company Competitive Strategy** Butterworth Heinemann
33. ZEİD İ. (1991) **CAD/CAM Theory and Practice** Mc Graw-Hill Inc.
34. <http://abone.turk.net/eren43/> CAD-CAM NEDİR
35. <http://www.turkcadcam.net/rapor/tas-tek-str-2004.html>
36. <http://old.mo.org.tr/mimarlikdergisi/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=37&RecID=899>
37. <http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/stratejikteknoloji/>
38. http://www.zaon.com/company/articles/3d_rendering.php **Choosing the Best 3D Rendering Application for Your Needs (New for 2005)**
39. <http://www.sayisalgrafik.com.tr/index2.html?urunler/max/>
40. <http://www.sayisalgrafik.com.tr/index2.html?urunler/autocad>
41. usam.cu.edu.tr/dokuman/ProEngineer.pdf
42. <http://www.okino.com/casestudies.htm>
43. http://www.maxon.net/pages/dyn_files/dyn_htx/htx/1119/01119_01120
44. <http://tw.rhino3d.com/products/ipaq/>
45. http://www.canon.com/camera-museum/design/process/camera_design/6.html
46. <http://dolinsky.fa.indiana.edu/caveart/spr02/nsPage/index.html>