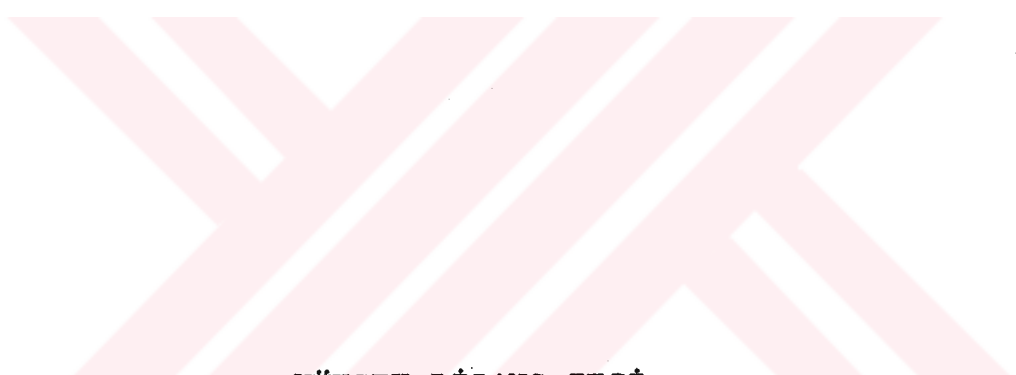


YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM İLE
OTOMOBİL DIŞ DİZAYNI



YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAK. MÜH. OGÜN ELİKARA

İSTANBUL 1993



Bu tezin gerçekleştirilmesinde, bilgi ve görüřleri
ile büyük yardımları dokunan sayın hocam Doç. Dr. Erhan
ALTAN'a sonsuz teřekkürlerimi sunarım.

Ogün ELİKARA
Makina Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Özet

Summary

1. Giriş	1
2. Tasarım ve Otomobil Tasarımı	3
3. Otomobil Dış Tasarımını Etkileyen Faktörler	6
4. Otomobil Tasarım Yöntemleri	15
4.1 Klasik Olarak Otomobil Tasarımı	15
4.2 Bilgisayar Destekli Otomobil Tasarımı	17
5. Bilgisayar Destekli Otomobil Dış Tasarımı	21
5.1 Bilgisayar Destekli Otomobil Tasarımında	
Çizim ve Model	21
5.1.1 Çizim ve Model Oluşturulmasında	
Gelişmeler	27
5.2 Bilgisayar Destekli Otomobil Tasarımında	
Analiz	41
5.2.1 Analizde Gelişmeler	50
5.3 Bilgisayar Destekli Otomobil Tasarımının Bazı	
Firmalarda Uygulanışı	64
5.3.1 Volkswagen'de Bilgisayar Destekli	
Otomobil Tasarımı	64
5.3.2 ICEM	66
5.3.3 Ford'da Bilgisayar Destekli Otomobil	
Tasarımı	69
5.3.4 GM ve Chrysler'de Bilgisayar Destekli	
Otomobil Tasarımı	72
5.3.5 Volvo'da CATIA Yazılımı İle Otomobil	
Dış Tasarımı	75
6. Otomobil Tasarımında Önemli Boyutların	
Belirlenmesinde Bir Yaklaşım	80
6.1 Otomobil Modellerinde Ana Boyutlar	80
6.2 Bazı Modellerde Boyutsal İlişkiler	82

7. Yeni Yaklaşımdan Faydalanarak CAD İle Model	
Tasarımı ve Gelişimi	90
8. Sonuç	103
Kaynakça	107
Ekler	115
Özgeçmiş	



ÖZET

Araç tasarımı, özel türde bir endüstriyel tasarım olarak ele alınmaktadır. Otomobil tasarımı için; klasik ve bilgisayar destekli olmak üzere iki adet metod vardır.

Bu tezde, bilgisayar destekli teknikler ile otomobil dış tasarımı anlatılmış ve bilgisayar vasıtası ile otomobil tasarımında önemli boyutların belirlenmesi için bir yaklaşım gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, araç tasarımının tarihi, otomobil dış tasarımını etkileyen faktörler ve tasarımcının sorumluluk alanlarından söz edilmiştir.

Diğer bölümde, bilgisayar destekli otomobil dış tasarımı açıklanmıştır. Çizim, model yapımı ve analiz aşamaları ile farklı otomotiv şirketlerinin bu konulardaki çalışmaları sunulmuştur. Otomobil tasarımında etkili olan bazı önemli ana boyutlar ile bu boyutlar arasındaki ilişkiler anlatılarak, otomobil tasarımı için bir yaklaşım meydana getirilmiştir.

Sonuç olarak, bu yaklaşımın kullanımı ile, BMW stil tabanına dayanan küçük sınıf bir otomobil oluşturulmuş ve tasarım zamanı ile maliyetin düşürülmesi yönünde, tasarım mühendisi ile stilistin birlikte çalışmaları sağlanmıştır.

İstanbul 1993

Ogün ELİKARA
Makina Mühendisi

SUMMARY

It is assumed that vehicle design is a special industrial design. These are two methods for automobile design; classical and computer-aided design.

In this thesis, exterior design of automobile by computer-aided techniques has been explained and an approach to determine important dimensions in automobile design by computer has been realized.

In the first part of this study, history of vehicle design, factors effecting exterior design of automobile, and responsibility of designer have been mentioned.

In the other part, computer-aided exterior automobile design has been explained. Stages of drawing, modelling and analysis and workings of different automotive companies about these subjects have been presented. Some important main dimensions effecting automobile design and the relation between these dimensions have been explained and an approach for automobile design has been constituted.

As a result, by using this approach a small class car based on BMW style have been given and working together with design engineer and stylist to reduce time of design and cost has been provided.

Istanbul 1993

Ogün ELİKARA
Mechanical Engineer

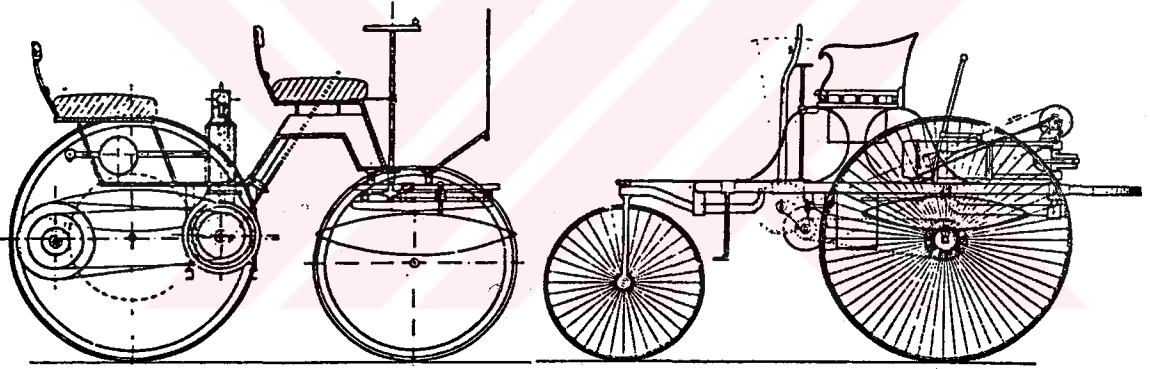
1. GİRİŞ

Otomobil varoluşundan bu yana, hep bir buluş olarak kabul edilir. Ama ilk otomobillere baktığımızda bu araçların bir buluştan ziyade, bir uygulama, bir adaptasyon biçimi olduğu görülmektedir. Çağımızın bu en önemli buluşu, aslında yüzyıllardır giderek rafine hale gelmiş atla çekilen zarif araba tiplerinin devamı gibidir. Yakından bakıldığında, dingil, süspansiyon, hatta fren sistemlerinin başlangıç dönemlerinde büyük değişimler geçirmediği görülür. Ayrıca bu dönemlerde, otomobile biçimini veren kaportalar da aynen geleneksel imalat teknikleri ile üretilmekteydi. Saç kaplamanın, ahşap bir iskelet üzerine bükülerek giydirilmesiyle gerçekleştirilen imalat teknikleri nedeni ile, ilk otomobil imalathaneleri marangoz atölyelerine benzer bir yapıdaydılar. Yakın zamana kadar, ticari buzdolaplarının yapımında, kamyon şasisi üzerine otobüs kaportası yapımında bu imalat tekniğine benzeyen imalat türleri görülmüştür.

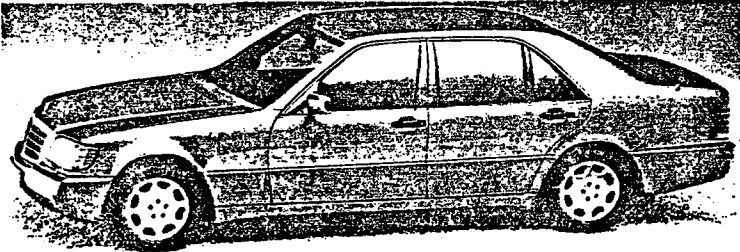
Eğer bir tasarım olarak ilk otomobillere bakılırsa, önemli boyutlarda değişiklikler olmadığı, sadece atın yerine motorun kullanıldığı görülmektedir. Otomobilde asıl değişiklikler, seri üretime geçildiğinde başlamıştır. Bu dönemden itibaren, otomobil, üretiminden önce büyük ve kapsamlı araştırmaların yapıldığı bir araç olmuştur. Bu şekilde, birçok yeni sistem ve imalat türleri geliştirilmiştir. Oluşturulan bu yeni sistemler ilk olarak, özel üretimlerde denenmiş ve geliştirilmişler, daha sonra yaygınlaştırılarak uygulanmışlardır. Bu açıdan bakıldığında otomobilin seri üretimi ile özel üretim arasında bir iletişim ilişkisi olduğu varsayılmalıdır. Dolayısı ile hem fabrikaların gerçekleştirdiği prototipler hem de özel amaçlı otomobiller, halk tipi otomobillerin bir yerde araştırma ve geliştirme sahası olarak kullanılmaktadır. Bundan dolayı da otomotiv sektöründeki seri üretim hiç bir zaman özel üretimi ortadan

kaldırmamıştır, tam tersine aralarında güçlü bir bağ kurulmuştur. Son yıllarda iyice önemi artan alternatif yakıt arayışları sonucu BMW firmasının 1992 yılı başlarında kamuoyuna tanıtımını yaptığı ve elektrik enerjisi ile çalışan E1 ve E2 modellerinin seri üretimlerinin planlanması, sözü edilen seri ve özel üretim arasındaki ilişkiye iyi birer örnek teşkil etmektedirler.

Otomobillerin gelişmesi denince, genellikle teknik gelişme ve buluşlar anlaşılmaktadır. Günümüz otomobillerine bakıldığında, motorlarından süspansiyon sistemlerine, karoserinin malzemesi ve şeklinden, kumanda aygıtlarına kadar büyük bir gelişme yaşanmaktadır. (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1: Patenti alınan ilk otomobiller; 4 tekerlekli Daimler ve 3 tekerlekli Benz. /1/



Şekil 2: Günümüz otomobillerinden Mercedes-Benz S serisi. /2/

2. TASARIM VE OTOMOBİL TASARIMI

Günümüzün ekonomik etkenleri ve otomobil piyasasındaki rekabet nedeni ile otomobil yapılarının en verimli ve insan emniyetini ön planda tutacak şekilde dizaynı gerekmektedir. Verilen giriş ve çıkış bilgilerini gerçekleştirecek en pratik, ekonomik ve estetik çözümler, tasarım aşamasında oluşturulmaktadır.

II. Dünya Savaşı'na kadar olan dönemde, tasarımı gerçekleştiren kişinin, konuyla ilgili geniş bir tecrübe ve yeteneğe sahip olması gerekmektedir. Planlanan dizaynın gelişiminde, harekete geçirici görevini, çalışılan konu ile ilgili eski modeller üstlenir, bu modellerden esinlenilerek yeni tasarımlar yönlendirilip geliştirilirdi. II. Dünya Savaşı yıllarından sonra, tasarımla ilgili olarak, temel bazı düşünce değişiklikleri oluştu. Savaş sonrası meydana çıkan ihtiyaçlar sonucunda, teknolojinin sınırları çok genişlemiş ve o zamana kadar bilinen tasarım sistemlerinin yanına özellikle bilgisayar teknolojisi gibi yeni ve çok geniş amaçlı sistemler eklenmiştir. Tasarım konularındaki, önemli boyutlara ulaşmış değişiklik otomotik kontrol ve ölçme tekniğinin bu alanlara büyük ölçüde girmesiyle oluşmuştur. Bu teknolojik gelişmelerin yanı sıra hızla artan rekabet, daha üstün, nitelikli ve ucuz ürünlerin kısa süreler içinde geliştirilmelerini ve piyasaya sunulmalarını zorunlu hale getirmiştir.

Otomobil tasarımında ulaşılan bu noktada rekabetin payı büyüktür. Her firma sürekli yenilik, rakiplerine karşı hamle peşindedir, bu konuda gerekli araştırma-geliştirme hamlelerini yapamayan firmaların üst sıralarda yer almaları çok güçtür. Ancak otomobilin gelişimi denince, yeniliğin yanında süreklilikte önem kazanmaktadır. Eğer bir firma otomobilin tasarımını her yıl değiştirirse, hem araştırma hem de imalata bağlı kalıp ve parça giderleri katlanır, bu da

üretileen yeni tasarımıın maliyetini yükseltir. Eğer firma, sürekli aynı otomobili üretmeye devam ederse, tasarım değışiklikleri ve yenilikleri içermeyen bu ürün moda sistemi dışına itilir, buna bağılı olarakta firmanın pazar payı düşüş eğilimine girer.

Öyleyse en u ygun yol, değışimi uzun ve kısa vadeli olarak ikiye ayırmaktır. Birincide her üç dört senede bir tepeden tırnağı kadar yenilikler getirilir. İkincide ise pajur, farlar, vb. ile oynanır ve ürün diri tutulur.

Otomobil tasarımı, özel bir çeşit endüstriyel tasarım şekli olarak yorumlanabilir. Tasarımcılar, dizayn ekibindeki mühendislerden farklı sorumluluklara sahiplerdir ve bil-hassa otomobil endüstrisinde pek çok farklı uzmanlaşma dalı bulunmaktadır. Genellikle söz konusu tasarımcıların, iki tane özel sorumluluk alanları vardır:

-Ürünün görünüş ve ergonomisini belirlerken, piyasa ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre hareket etmek,

-Piyasa, kullanıcı ve mühendislik ihtiyaçlarını, bütün bir tasarım çözümünde birleştirmek,

Ergonominin ölçülebilir ve objektif alanında da olsa, görünüşün subjektif alanında da olsa, bu sorumluluklar, kullanıcı ile ürün ara yüzeyinde kalan bir iş olarak nitelendirilebilir. Bu alanlar temin edilirken, tasarım çözümlerinin kapsamlı bir şekilde bütünleştirilmeleri için, ürünün bütün olarak incelenmesi ve bu alanların uygun bir biçimde hesaba katılmaları gereklidir.

Bu sorumluluk alanları ele alınırken, bununla ilgili iki işlemin gerçekleştirilmesi gerekmektedir:

-Ürün fikrinin zihinde canlandırılması,

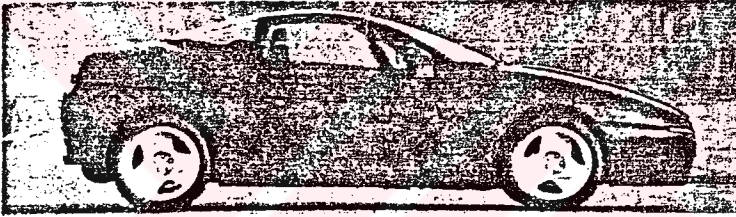
-Alternatif tasarım çözümlerinin oluşturulması.

Fikir ve alternatiflerin tasviri, dizayn ekibi içindeki iletişimin sağlanmasında gereklidir. Bunlar, hem yönetim, hem de pazarlama maksadıyla, tasarım yönetiminin bir aracı ve satış fikirlerinin bir metodu olarak da kullanılırlar. Dizayn ekibi içinde endüstriyel tasarımcılara bazen ressam gözüyle bakılır, bu nedenle hem görsel, hem de yaratıcı olmaları gerekmektedir. Endüstriyel tasarımcının, ortaya çıkan tasarımdaki uzmanlığı, resim sanatı ve tekniklerin sunulması gibi ustalıklarının etkisini gösterir.

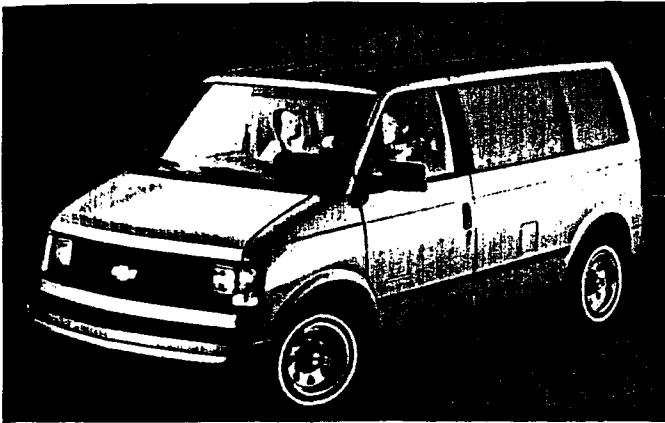
Bir ürün tasarımcısının dizaynı ele alındığında, onların düşüncelerine göre, bu tasarım gelişime yönelik veya yenilik getirici olabilir. Yenilik getirici olarak kabul edilen tasarımlar, nadir olarak meydana gelmektedirler. Örneğin, Sony'nin Walkman'i yaratması gibi, Bir tasarımın nelerden oluşacağı bilinmedikçe, bir veri tabanı meydana getirilemez, özellikle tasarım işleminin ilk aşamasında yenilik doğuracak dizaynın kompütürize olarak oluşturulması güçtür. Diğer taraftan, gelişime yönelik tasarım, kompütür gerekliliğinden sorumlu olduğu için önceden verilen bilgileri kullanır. Hemen hemen bütün otomobil tasarımları gelişime yöneliktir. Yaşamsal, işletimsel, ergonomik ve teknik zorlamaları gibi her işin önünde tutulan çoğu otomobil elemanları, tasarımcılar tarafından açıkça belirtilirler./3/

3. OTOMOBİL DIŞ TASARIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

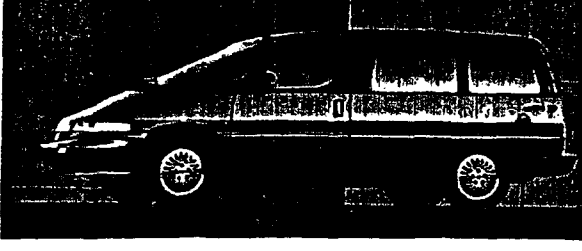
Bir otomobil tasarımına başlanırken ilk olarak, tasarımın ne tür bir amaca yönelik olacağı konusuna açıklık getirilir. Burada tasarlanacak olan araç sportif bir amaca hitabedecek coupe (iki kapılı spor) bir otomobil olabileceği gibi 1990'lı yıllarda ortaya çıkan ve yaygınlaşan türde bir MPV (multipurpose vehicle-çok amaçlı araç) de olabilir. Tasarımın belirlenen amaca uygun olması yanında, hem teknik bir görünüm, hem de sembolik bir değişim üzerine kurulan o anki moda da uyması gereklidir. Aşağıdaki şekillerde farklı amaçlara yönelik bazı araç tipleri görülmektedir:



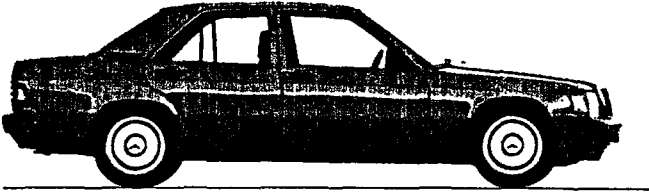
Şekil 3: Sportif bir coupe otomobil. /2/



Şekil 4: Van tipi bir araç. /4/



Şekil 5: Son yıllarda yaygınlaşan türde bir MPV. /5/



Şekil 6: Orta sınıf sedan bir otomobil. /6/

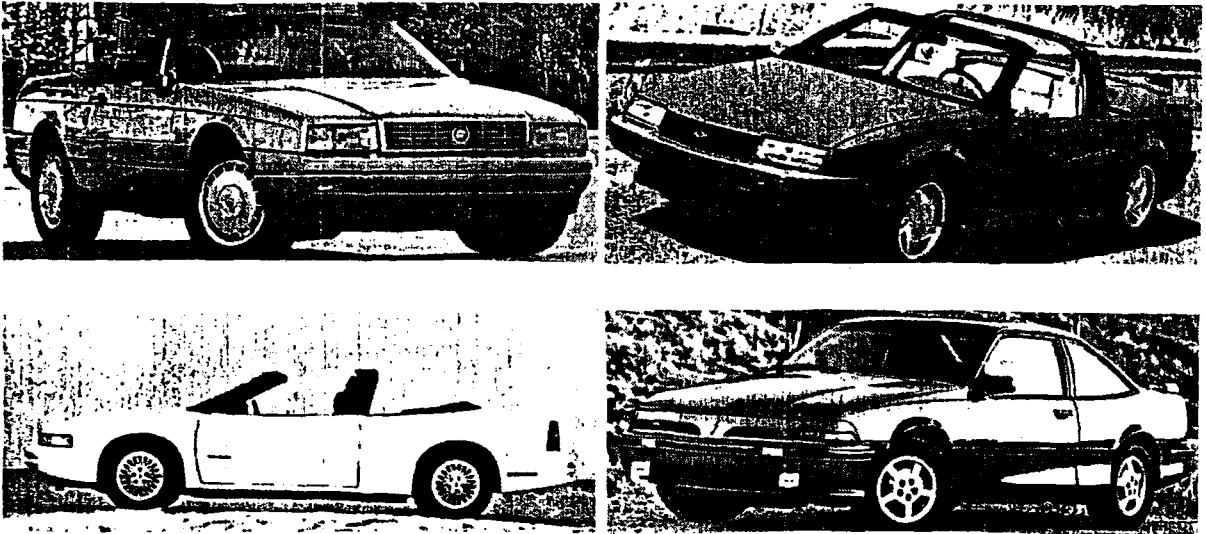


Şekil 7: Üst orta sınıf station bir otomobil. /6/

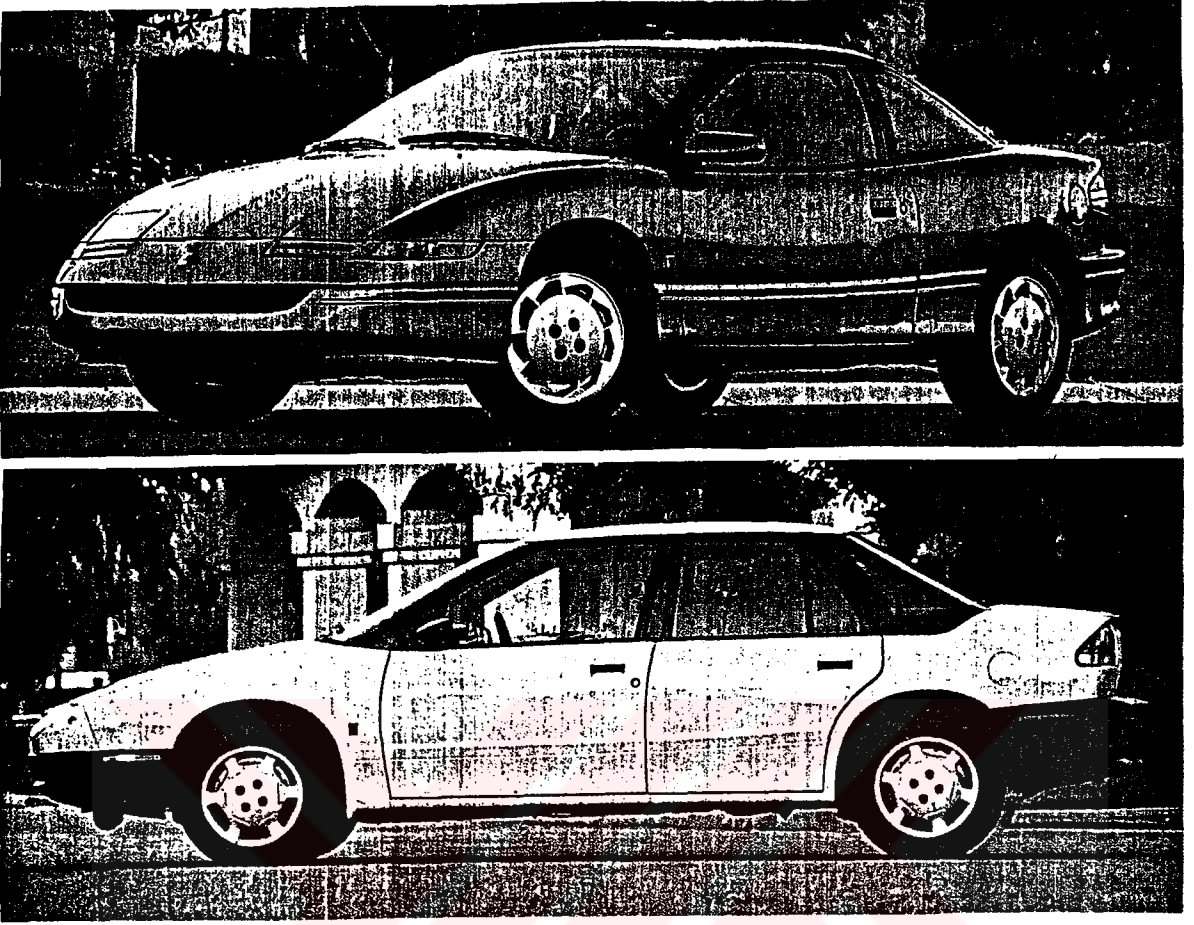
Hedeflenen amaca ve moda uygunluk doğrultusunda, tasarımın gelişime yönelik ve yenilik getirici bir yapıya sahip olması gereklidir. Aksi takdirde tasarlanan ürünün, diğer ürünlerle rekabet edebilme şansı azalır.

Tasarımın başlangıç planlamalarında, piyasa araştırmalarından ve bugünkü araçların üretim akışlarından bazı sonuçlar çıkartılmalıdır. Çünkü, piyasanın ne tür amaçlara yönelik ihtiyaçlar ve talepler içinde bulunduğu tasarımı etkileyecektir. Piyasanın daha ekonomik ve ucuz olan küçük

sınıf otomobiller talep ettiği bir dönemde, büyük motor hacmine ve gövde yapısına sahip pahalı bir otomobil tasarlanması yolundaki çalışmalar yanlış olacaktır. Bu tür bir hata 1980'li yılların ilk yarısından itibaren dünyanın ve A.B.D.'nin büyük ve sayılı firmalarından GM ve Chrysler tarafından yapılmıştır. Japon firmalarından özellikle Honda, Mazda ve Toyota ufak hacme sahip, ekonomik ve ucuz otomobilleri ile Amerikan otomotiv sektörünü çok zor bir duruma soktular. 1950'lerde Amerikan pazarının yarısını elinde bulunduran, halen dünyanın en çok otomobil üreten kuruluşu olan ve merkezi Amerika'dan dünyanın her sanayileşmiş ülkesine uzanan GM'in 1991 yılında beyan ettiği zarar 7 milyar dolar oldu. /7/. GM tarafından 1992 yılında, şirketin genel başarısını etkilemesi amacı ile, Japonların sistemiyle üretime geçecek yeni bir marka olan Saturn bölümü kuruldu. GM'in Buick, Chevrolet, Oldsmobile ve Cadillac gibi markalarının çeşitli modelleri ile yeni kurulan Saturn'ün modelleri karşılaştırıldığında, piyasa talep ve ihtiyaçlarının aynı kuruluş içinde otomobil dış tasarımını ne kadar üst düzeyde etkileyebildiği rahatlıkla görülebilir. (Şekil 8 ve Şekil 9).



Şekil 8: GM'nin çeşitli markalarının bazı modelleri.



Şekil 9: GM'nin yeni kuruluşu Saturn'e ait iki model.

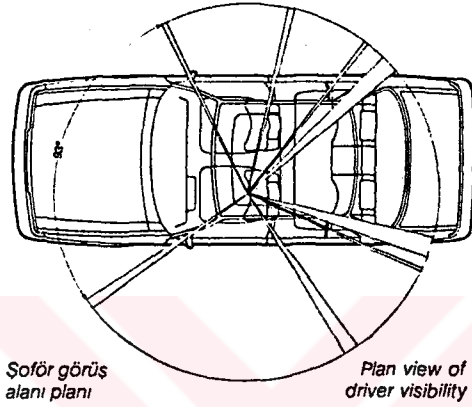
/9/

Bir otomobilin dış tasarımı, yasal, fiziksel ve mühendislik sınırlamalardan etkilenecek, bu doğrultuda oluşturulur. Yeni bir otomobil tasarımında ön cam açısının aerodinamik kurallara ters düşecek şekilde yüksek tutulması yanlış olacaktır, buna karşın ön camın çok düşük bir açı ile yerleştirilmeside emniyet ve ergonomi yönünden sorunlar doğurur. Motor, süspansiyon birimleri gibi bölümlerin yapısı ve konumları, mühendislik zorlamalar olarak tasarımı etkilemektedirler. Yasal sınırlamalara bağlı olarak belirlenen yolcu taşıma kapasiteleri, farlar ve sinyaller için maksimum emniyet ve verimlilik elde edilmektedir. Bu durumda dolaylı olarak emniyet ve verimlilikle ilgili faktörlerde otomobilin tasarımı üzerinde etkili olmaktadır.

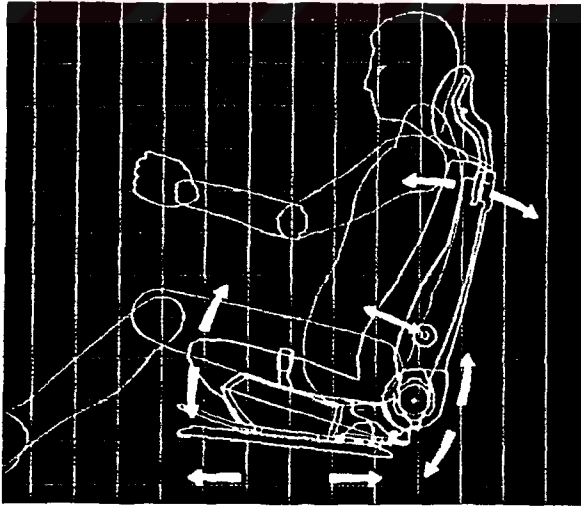
Otomobilin fiziki emniyeti iki büyük grup altında toplanır: Aktif emniyet ve pasif emniyet. Araçların bu iki görüş altında araştırılması, tasarlanması ve yapımı gerekir. Aktif emniyet, kazayı önlemeye yönelik her türlü teknik donanım ile ilgilidir; frenler, sinyaller, farlar, görüşle ilgili kurallar, lastikler aktif emniyeti sağlayan başlıca unsurlardır. Pasif emniyet ise otomobilin emniyetinden çok, insanı korumaya yönelik sistemlerden oluşur; emniyet kemeri ve hava yastıkları bu tür emniyet unsurlarıdır. Günümüzde aktif ve pasif emniyete, yol emniyeti adı verilen üçüncü bir tür de eklendi. Bütün bu emniyet unsurlarının, bir otomobilin tasarımında, aracın çeşitli bölümlerini farklı şekillerde etkiledikleri görülmektedir. Aktif emniyetin temel unsurlarından biri, sürücünün bulunduğu yerden gerekli alanı rahatça görebilmesidir. Bu aşamada ön plana çıkan faktörlerin başında otomobilin camları ve aynaları gelmektedir. Bu nedenle, camlar, görünümü bozmayacak şekilde kaliteli, kaza sırasında pasif emniyetide etkilemeyecek şekilde patlamayan cinsten ve transparan olmalıdır. Kullananın görüş açısı otomobilin karoseri, ön cam eğimi, otomobilin üst kısmı tarafından sınırlandırılmıştır. Sürücünün görüşüne göre tüm bu engellere gölge alanları adı verilmektedir. Bu alanlar otomobilin dayanıklılık özelliğini korumak amacı ile belirlenmiş ölçülerin altına düşürülemezler. Aynaların boyutları ve eğimleri yasal kurallar dahilinde olmalıdır. Aynı zamanda dış dikiz aynaları, yayalara çarpmamaları için belirli bir uzaklıkta monte edilmelidir. Farların ise otomobil boşken yerden 400-1200 mm arasında bir mesafeye yerleştirilmiş olmaları, bu kuralların bir gereği olarak tasarıma yön verirler. (Şekil 10).

İnsan-araç ilişkilerinin, insan güvenliği ve rahatı için en uygun şekilde düzenlenmesine çalışan ergonomi yaklaşımlarında otomobil tasarımını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. İnsan vücudunun tüm kapasitelerini ince-

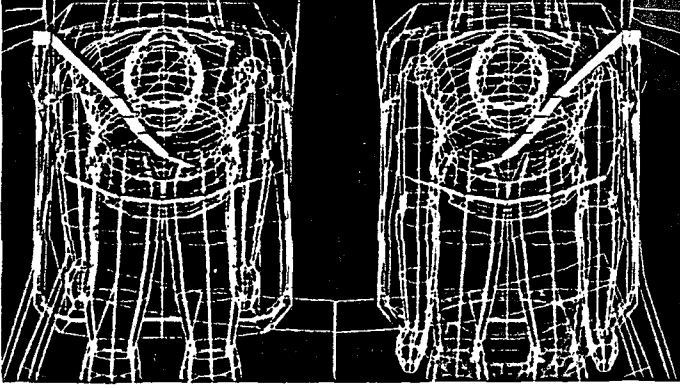
leyerek bunlardan sonuçlar çıkartmak ve bu sonuçların kullanıldığı tasarımların başarılı olup olmadığını sınamak ergonominin alanına girer. Taşıtlar, özellikle otomobiller ergonomik yaklaşımın kullanıcı lehine en çok göz önüne alındığı ve bunun kullanıcının bilgisine sunulduğu alanların başında yer alır. (Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13).



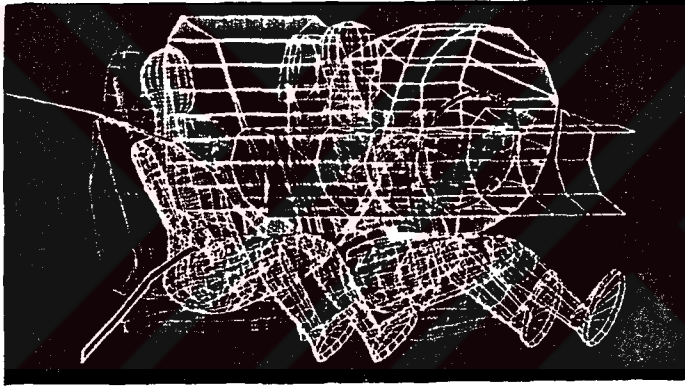
Şekil 10: Mühendislik zorlamalar ve ergonominin tasarımıdaki etkisi sonucu oluşan sürücü görüş alanı. /10/



Şekil 11: Volvo 960 modelinde sürücü ergonomisine yönelik bir simülasyon. /11/



Şekil 12: Mercedes-Benz tarafından, emniyet ve ergo-
nomi yaklaşımları ile gerçekleştirilmiş emniyet kemeri kul-
lanım simülasyonu. /6/



Şekil 13: Mercedes-Benz hava yastığı simülasyonu.

/6/

Bir otomobil ilk defa kullanan içinde, sürekli kul-
lanan içinde kolay kullanılabilir olmalıdır. Otomobilin
dinamik karakteri de göz önünde tutularak, sürücüye ve
yolculara güvenli ve rahat bir ortam sağlanması tasarımcı-
ların başlıca amaçlarından biri olmalıdır. (Şekil 14).

Bu konuların tümü doğrultusunda, bir otomobilin
dış tasarımını etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir-
ler:

-Hedeflenen amaç ve modaya uygunluk

-Bu doğrultuda gelişime yönelik ve yenilik getiren yapılar beklentisi

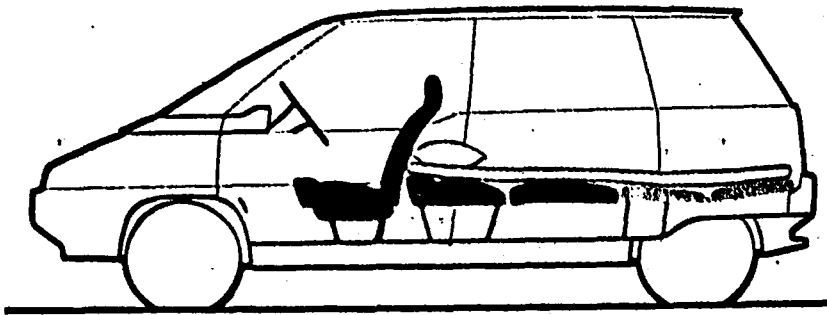
-Piyasa-kullanıcı, ihtiyaç ve talepleri

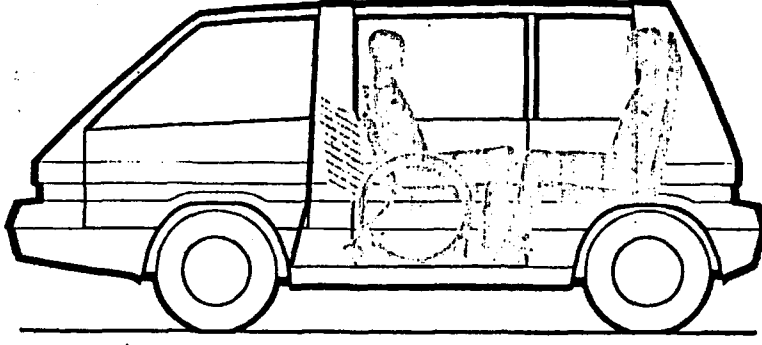
-Mühendislik ve fiziksel zorlamalar

-Maksimum ve minimum yasal sınırlar

-Mühendislik ve yasal sınırlamalara bağlı olarak maksimum emniyet ve verimlilik

-Ergonomik yaklaşımlar





Şekil 14: Araç içinin kullanımına ilişkin, ergonomik yaklaşımlar. /12/



4. OTOMOBİL TASARIM YÖNTEMLERİ

Teknolojik gelişmeler sonucunda ulaşmış olduğu seviyeye bağlı olarak, otomobil endüstrisinin genel tasarım yöntemleri:

-Klasik olarak otomobil tasarımı

-Bilgisayar destekli otomobil tasarımı

olmak üzere ikiye ayrılabilir.

4.1 KLASİK OLARAK OTOMOBİL TASARIMI

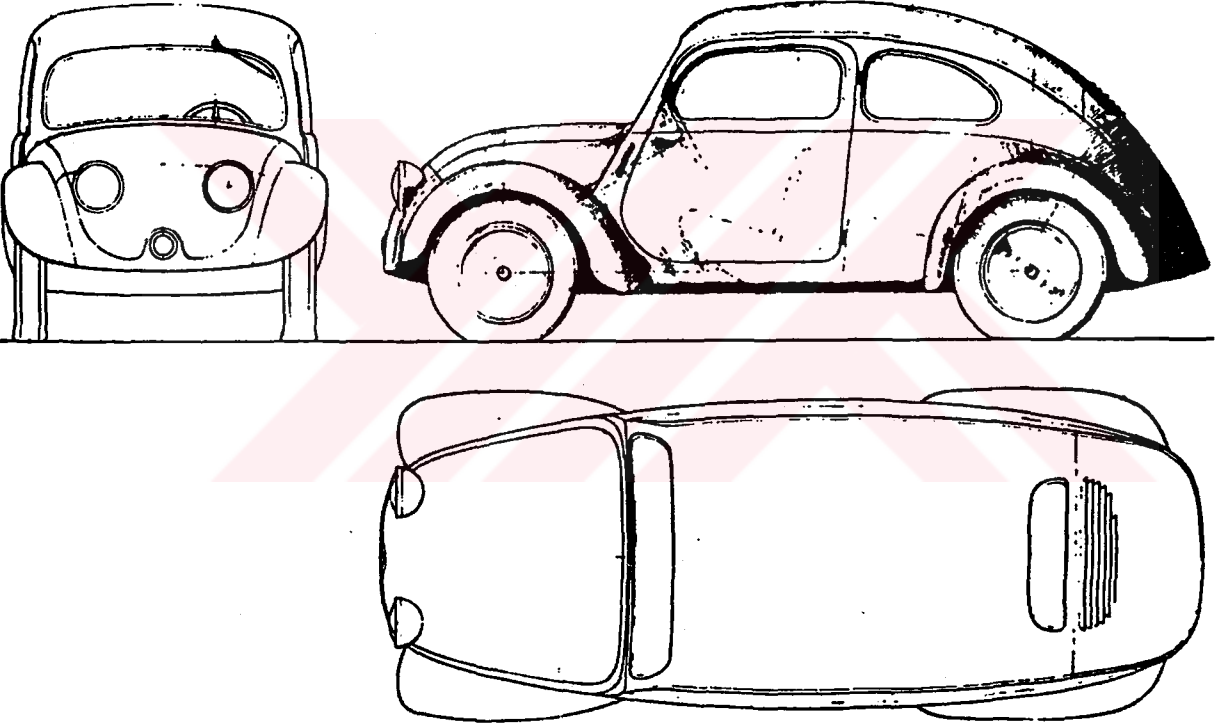
Otomobil endüstrisindeki teknolojik gelişmeler doğrultusunda, tasarımda bilgisayar desteğinin yavaş yavaş kullanılmaya başlandığı 1960 ve 1970'li yıllara kadar geçen dönemde, otomobil tasarımları klasik olarak gerçekleştirilmekteydi.

Klasik olarak otomobil tasarımında, işlemi gerçekleştirecek olan tasarımcının konuya karşı yeteneğinin ve konuyla ilgili tecrübesinin üst düzeyde olması gerekmektedir. Bu şekilde gerçekleştirilmeye çalışılan tasarım çalışmalarında, o zamana kadar oluşturulmuş eski tasarımların incelendiği ve yeni modellerinde, bu tasarımlar içinden başarılı olanların örnek alınması sonucu yönlendirilip oluşturuldukları görülmüştür.

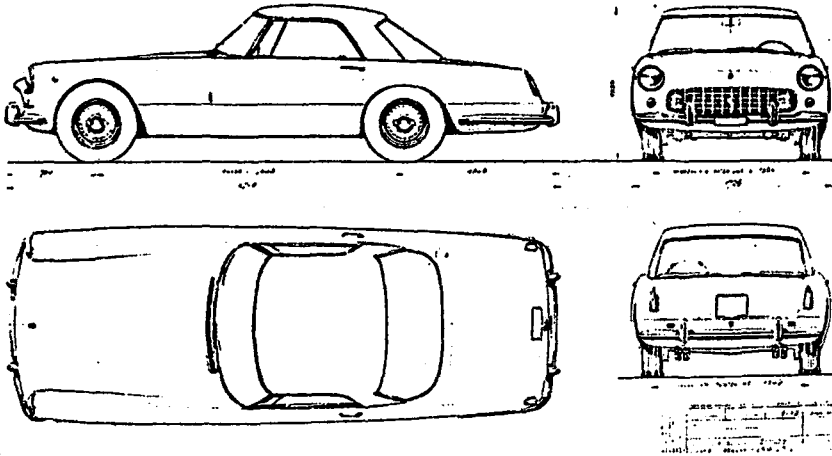
Klasik olarak tasarlanmış otomobiller incelendiklerinde, ortaya çıkan sonuç; yapının tamamen tasarımcının kendi deha ve yeteneğinin bir ölçütü olduğudur. Bundan dolayı da klasik olarak tasarlanmış birçok eski otomobil, markası kadar tasarımcının adıyla anılır.

Giovanni Pininfarina, Sergio Pininfarina, Nuccio

Bertone, Giorgetto Giugiaro, Ugo Zagato ve Giacinto Ghia gibi isimler klasik olarak otomobil tasarımının uygulandığı dönemlerde deha ve yetenekleri sayesinde oluşturdıkları otomobil tasarımları ile tanınmışlardır. Bu isimlerin çoğu o dönemlerde sağladıkları başarılı tasarımlar neticesinde, şu anda da dünyanın en önemli tasarım stüdyoları ve prototip atölyelerinin sahibi konumundadırlar.(Şekil 15 ve Şekil 16).



Şekil 15: Klasik olarak gerçekleştirilmiş otomobil tasarımının ilk örneklerinden; Ferdinand Porsche'nin tasarladığı ilk Volkswagen tasarımı. /13/



Şekil 16: Pininfarina tarafından klasik olarak gerçekleştirilmiş otomobil tasarımına bir örnek; 1958-Ferrari 250 GT. /14/

Günümüz otomotiv endüstrisinde ise, tasarım işlemleri, ulaşılan teknolojik gelişmeler neticesinde dizayn ekipleri tarafından gerçekleştirilmektedirler. Böylece oluşturulan yeni ürünler, klasik olarak gerçekleştirilen otomobil tasarımındaki gibi tamamen tek bir tasarımcının tecrübesinin, yeteneğinin ve kişisel bilgisinin ölçütü olmaktan çıkmaktadır.

Klasik olarak otomobil tasarımında, otomobil tamamen hazırlanıp genelde yürür vaziyete getirilmeden, birçok hata ve eksiklik görülememekteydi. Şu anda ise kullanılan sistemler yardımıyla, tasarlanan otomobilin çeşitli bölüm ve durumlarına ait birçok analiz ve test yapılabilmekte, otomobil somut hale getirilmeden olabilecek birçok tasarım hataları ve eksikleri, kısa bir sürede düzeltilenilmektedir.

4.2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMI /3/

Otomobil endüstrisi, dizayn işlemini mühendislik değerlendirme ve üretimden ayırarak, kavramsal, görsel ve paket programlar önemine göre böler. Dizayn programının

ilerki aşamalarında CAD kullanıldığı halde, taşıt stilistleri, birçok firmada genellikle dizayn işleminin ilk aşamasında CAD olmaksızın çalışmaktadırlar. Otomobil tasarımının gelişimine ait olduğu için, otomobil stilistleri içinde CAD kullanımı mümkün olabilmelidir. Ancak, onların çalışma yöntemleri genellikle bunu güçleştirmektedir. Çeşitli firmalar ve Coventry Polytechnic, tümleşik bir dizayn prosesinde otomobil tasarımcılarının verimli olarak CAD kullanabilme yollarını araştırmaktadırlar. Her ne kadar, konvansiyonel mühendislikte CAD, tasarım işleminin sonraki aşamalarına katkıda bulunabiliyorsa da, yeni stratejileri ve teknikleri gerektirmektedir. İlk dizayn taslağının bilgisayar destekli olarak çıkarılabilmesi için, Coventry Polytechnic'te yapılan çalışmalarda, sistem sınırlarının geliştirilmesinin yanısıra yeni bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur.

Dizayn prosesinin birçok ayrıntısı değiştirildiği halde, CAD işlemdeki esas elemanları değiştirmemektedir. Tasarım işlemi, yine de ardı ardına gelen üretim-değerlendirme-imal spesifikasyonundan oluşmaktadır. Bazı elemanlar, farklı isimlerle adlandırılmış olabilirler, ama genel sıraları aynı kalmaktadır. Otomobil endüstrisi, farklı teknik terimler kullandığı ve birçok opsiyona bölünebildiği halde bir istisna değildir. Örneğin Volkswagen'de sıra şu şekildedir; planlama, öngeliştirme, stil, dizayn, hesaplama, test, prototip ve imal.

CAD sistemleri, dizayn, hesaplama, test, prototip ve imale uygun kurulmuşlardır. Genellikle bu sistemler, öngeliştirme ve stil için kullanılamamaktadırlar. Son yıllarda, gelişim maliyetleri tasarrufuna uygun önemli bir fırsat sunan CAD'ın, gelecekteki önemli uygulamalarından bilgisayar destekli stil, dünya otomobil endüstrisinin içinde bu sektörle özdeşleşmiş olarak kabul edilmektedir. Henüz denenmekte olan bu sistemi, kısmen stilistlerin kullanmaya alışmış oldukları yöntemlerden, malzemelerden ve stil nite-

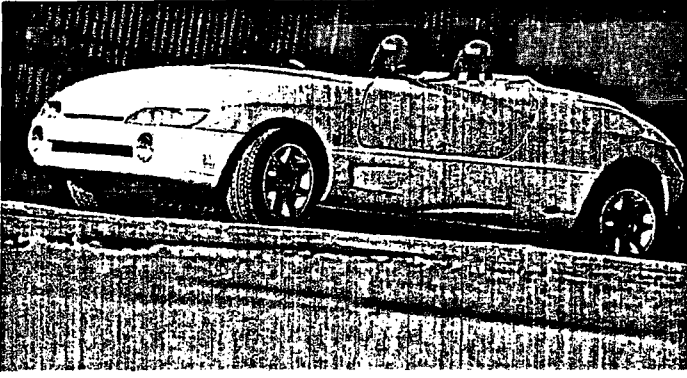
liklerinden dolayı tam olarak meydana getirmek güçtür.

Bir otomobilin yaratılması için, dizayn prosesinin başlangıç planlamaları, piyasa araştırmalarından ve bugünkü modellerin üretim düzeylerinden bazı sonuçlar elde ederler (Tablo 1). Öngeliştirme aşamasında, programlama ve mühendislik bölümü ile dizayn stüdyolarına dağıtılan, temel spesifikasyon ve niteliklerin listesi yer alır.

Tasarım Aşaması	İlgili Bölüm
Planlama kararlarının tayin edilmesi	Ürün planlama ve yönetim
Temel spesifikasyon ve nitelikler listesinin çıkarılması	
Konu ile ilgili taslakların geliştirilmesi	Stil-dizayn stüdyosu
Tüm program ayrıntılarının çıkarılması	Yönetim
Kesin talimat ve niteliklerin çıkarılması	
Dizayn önerilerinin geliştirilmesi	Stil-dizayn stüdyosu
Yasal, fiziksel ve mühendislik zorlamaları, birbirleriyle bağdaştıracak ayrıntılı dizayn gelişimi	Stil-dizayn stüdyosu
Kesin ve son dizayn yada dizaynların seçilerek ayrılması	Yönetim
Seçilen dizayn önerisinin, tam ölçülerdeki üç boyutlu kil modele dönüştürülmesi	Stil-dizayn stüdyosu

Tablo 1: Otomobil tasarımı için prosesin başlangıç aşamaları. /3/

Aşağıdaki şekillerde bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmiş bir otomobil modeli görülmektedir.



Şekil 17: Tasarım aşamalarının tümü bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmiş bir model. /15/



Şekil 18: Aynı model için bilgisayar destekli otomobil tasarımı çalışmaları. /15/

5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL DIŞ TASARIMI

Bir otomobilin yaratılabilmesi için, uygulanması gereken tasarım prosesi genel anlamda iç ve dış tasarım olmak üzere ikiye ayrılır: İç tasarımda, moda uygunluk, maksimum emniyet, kullanıcı talepleri ve ergonomik yaklaşımlar gibi faktörler göz önünde bulundurularak, otomobilin yolcu kabini tasarımı gerçekleştirilmektedir. Dış tasarımda ise, bu faktörlerle birlikte mühendislik, fiziksel ve yasal sınırlamalar doğrultusunda otomobilin karoseri tasarımı meydana getirilir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada bilgisayar destekli otomobil dış tasarımı ele alınmıştır.

5.1 BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMINDA ÇİZİM VE MODEL

Prosesteki, temel spesifikasyon ve niteliklerin listesinin çıkarılmasını takip eden aşama, dizayn stüdyolarındaki araç stilistlerini içerir. Bu stilistler, rekabet edebilecek analizlere ve tasarımcıların geleceğe yönelik öngörülerine dayanan önerileri gösteren, serbest konulu taslakları hazırlarlar. Stilistler, hedeflenen alıcı grubunun göz dikebileceği yaşam biçimi göstergeleri, amaca ve moda uygun araçlar ile diğer ürün örneklerinin içeriildiği taslaklar üzerinde etkilerini kullanabilirler. Bu taslaklar tam doğru olmayıp, sadece aracın gerçek boyutlarına benzer ve hatırlatıcı olmaktadır. Bu aşama, dizayn prosesinde bilgisayar kullanarak gerçekleştirilen en zor bölümlerden biridir ve bazen bu işlemleri bilgisayarla gerçekleştirmeye çalışmanın verimli olmadığı fikrini destekleyen kanıtlar göstermektedir.

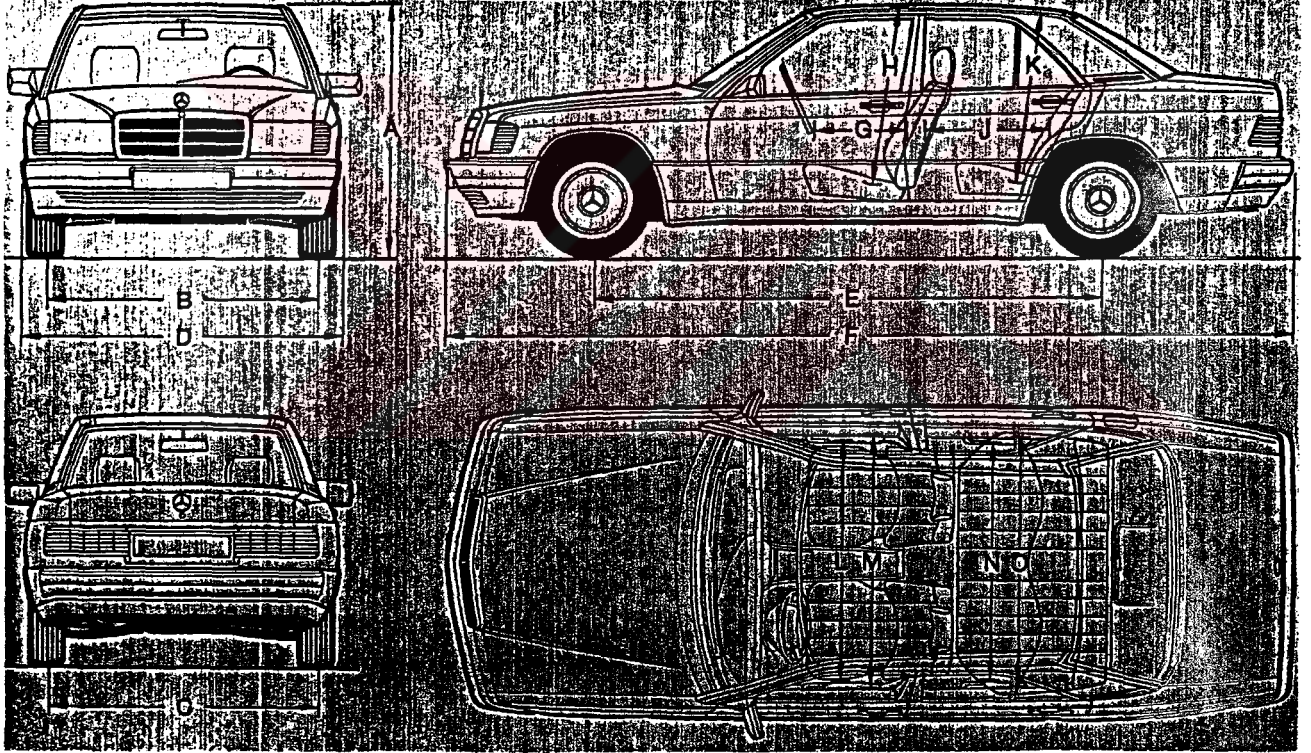
Yönetim konuyla ilgili önerileri değerlendirir ve tercih edilen yolları, aracın sahip olması gereken görünü-

şün ifade ediliş biçimini ve benzerliğini inceler. Aynı paralelde, önerilen mekanik ve yolcu ergonomileri programının tasarım ekibinde görüşülüp, değişiklikler yapılabilmesine imkan tanınmaktadır. Bu program, genellikle tam ölçü formlarına yükseltilmiş resimler halindedir. Kesin üretim talimatı, piyasaya çıkarılacak aracın niteliklerinin dahil olduğu son bilgileri içerir.

Bu program spesifikasyonu, araç için boyutsal ihtiyaçların toplamından oluşan CAD gösterimine göre oldukça elverişlidir. Tipik bir program cetveli aşağıda liste halinde getirilmiştir; /3/

- toplam uzunluk, genişlik ve yükseklik
- dingil açıklığı
- ön ve arka iz genişliği (lastiğin yere temas eden kısmının merkezine göre ölçülür)
- ön ve arka çıkıntı (tekerleğin merkezinden ölçülür)
- yaklaşma açısı
- ayrılış açısı
- yerden yükseklik
- tekerlek ve lastik ölçüleri
- radyatör yeri, motor ve kumanda hattı taslağı
- yakıt deposu yeri
- ön cam yeri ve açısı
- tasarıma göre yer seçimi yapılmış, bütün farlar ve sinyaller için minimum ve maksimum yasal parametreler
- minimum/maksimum tampon yükseklikleri ve mesafeleri
- süspansiyon birimleri ve mekanizma sırası
- (bütün koltuklarda) %2.5 kadınlara, %97.5 erkeklere ait mankenler kullanarak, sürücü koltuğu durumunun ayarlanması
- göz elipsi ve görüş açıları (sadece sürücü)
- sürücünün erişebileceği bölgeler
- direksiyon yeri ve ayarlanması
- ısıtma bölümü
- H noktası (kalça yeri)

- omuzun karosere ve diğ er yolcuya olan uzaklığı
- baş üstü boşluğu
- başın cama çarpmasını önleyecek mesafe (kemer takılı iken, başın sallanma durumunda)
- pedal ve vites kolu pozisyonları
- yolcu giriş-çıkışına uygun gövde açılma şekilleri
- bagaj durumu, yük bölmesi ihtiyacı
- temel gövde taslağı (bu ancak, dizayn aşamasının eksiklerini tamamlamadan önceki, başlangıç niteliğindeki kılavuz olabilir)



Şekil 19: Yukarıda belirtilen bazı boyutların üzerinde gösterildiği bir Mercedes-Benz 190 E'nin teknik resmi. /16/

Tasarımcılar, talimat ve programın yayınlanmasını takiben, mevcut stil prosesine başlarlar. Ayrıca daha önceden seçilmiş bilgiler üzerine kurulan aracın, tüm yönlerde-

ki görünüşlerini gösteren taslak resimlerini meydana getirirler. Yönetim, bir veya daha fazla sayıdaki öneri planını, geliştirmek amacıyla seçer. Bu aşamada, yüzey bilgileri sadece tasarımcının küçük sanatsal ayrıntılarına göre ifade edilir.

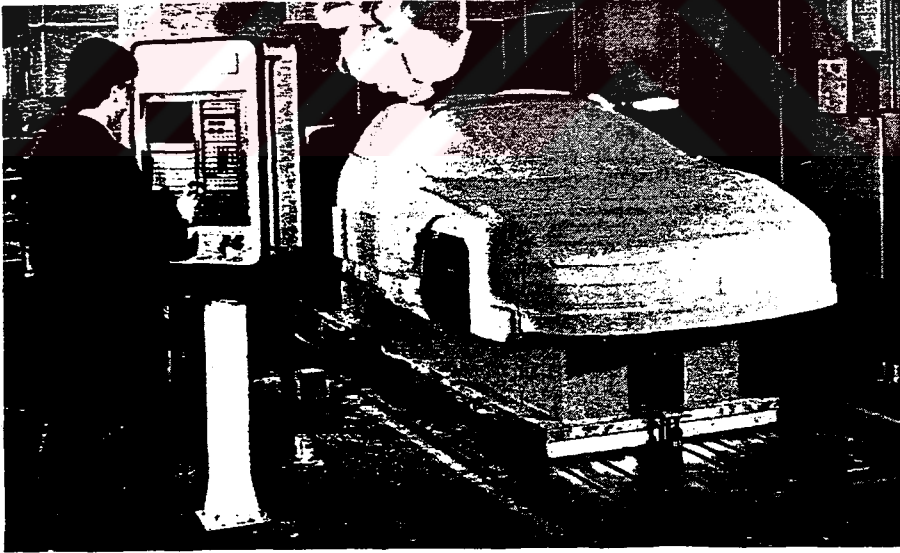
Seçilen tasarımlar, hazırlanmış çizimleri örtmekte olan, transparan ve ince bir plastik film üzerine, tam ölçülerdeki bant resimler şekline dönüştürülürler. Bu işlem, taslak olarak geliştirilen çizimden, gözle bakılarak yapılır, ama program tarafından zorlanarak, bütün yasal ve fiziksel sınırlamalara bağlı kalır. Biraz daha ilerki bu aşamada, dizayn prosesindeki mekanik tasarımını içeren alanlardaki gibi, geliştirme önerilerinin teknik olarak gerçekleştirilebilme imkanlarını sağlamaktan makina mühendisleri sorumludur.

Stil ve mühendislik arasında kesin bir düzeltme ve değerlendirme yapıldıktan sonra, istenilen şekil, yandan önden, arkadan ve üstten görünüşleri ile, bir ihtimal aracın tam ölçülerdeki perspektifinin veya bunun renklendirilmiş şeklinin yorumu ile tamamlanır. Böylece oluşturulan bu çizimler, tasarımın tam ölçülerdeki bir kil modelinin temsili için bir temel olarak kullanılırlar. Değişik görünüşlerden çıkarılan kalıplarla ve gözle incelenerek elde edilen yorumların birleştirilmesiyle, oluşturulan bant resimlerdeki bilgiler, belirgin bir şekilde kil modellere nakledilirler. Pek çoğu kez, stilistler ve modelciler tarafından yüzey formlarında değişiklikler yapılır. Kil model değiştirilmeden önce, ayrıntılı tasarım sorunlarını çözmek amacıyla, bu evrede sık sık taslak çizimler üretilir.

Araç iç tasarımı, dış tasarımdaki gibi hemen hemen aynı proses tarafından ele alınır. Bileşenler, gövde sacı gibi tek bir parçadan çok, ayrı ayrı ele alınmalarına rağmen, sonuçta bir bütün olarak düzenlenirler.

Çoğu firma için, tam ölçülerdeki kil modeller, CAD sisteminin devreye girdiği bu noktada meydana gelir. Burada kil model, sisteme ait bir girdi aygıtı gibi kullanılır; mühendislik değerlendirme, taslak çizimi ve hazırlık işlemlerini temsilen bilgisayar modelini meydana getirmek için, boyutlar doğrudan doğruya kil modelden alınarak sayısallaştırılır. Kil model, aracın belli bir boyutunun modeli olarak meydana getirilir ve bilgisayar, oluşturulan modelin boyutlarını, tüm araç formuna göre kontrol eder.

Tümleşik CAD sisteminde, tam ölçülerdeki kil model, stilin dahil olduğu otomobil tasarımı için, sistemden bir çıktı olacaktır. Sadece talep edildiğinde ve 3 boyutlu bir nesne şeklinde görerek ve dokunarak dizaynın değerlendirilmesine gerek duyulduğunda, model 5 eksenli ve bilgisayar kontrollü bir tezgah yardımı ile, belki de farklı bir malzeme kullanılarak imal edilecektir. (Şekil 20).



Şekil 20: Austin Rover tarafından 5 eksenli bir CNC tezgahı ile gerçekleştirilen bir model. /17/

Yine de önceden belirlendiği gibi tam ölçülerdeki kil model, CAD sistemi içine bir girdidir. Örneğin; gövde

formu ile ilgili bilgiler, kil modelin yüzeyi üzerinden, hatların dikdörtgensel ağırları boyunca nokta nokta sayısal-
laştırılır. Bu noktalar çizgiler halinde birleştirilerek, CAD sistemine transfer edilir ve düzeltme algoritmaları kullanılarak yüzeyler geliştirilir. Bu serbest formlu yüzey bilgileri, takım tasarımı için CAD/CAM sistemlerinde kullanılan ürün tasarımı vasıtalarına iletilirler. Bu bilgiler, doğrulanmış optik tahminlere göre gölgelendirilmiş resimlerin üretiminde de belirgin biçimde kullanılırlar. Bu proses içinde ihtiyaç duyulan yüzey tanımlamalarının kalitesi çok yüksektir. Bu nedenle, araç stilistleri, proses içinde tasarımı oluşturan çok önemli kişilerdir, hem stilistlerin hem de mühendislerin, CAD sistemlerinde gövde yüzeyleri tasarlamaları önemli ve gereklidir.

Üretim maksadı ile, gövde yüzeylerinin hazırlanması, CAD içindeki tek alanı oluşturmaz. CAD aşağıda liste halinde getirilmiş alanlarda da yardımcı olarak kullanılabilir; /3/

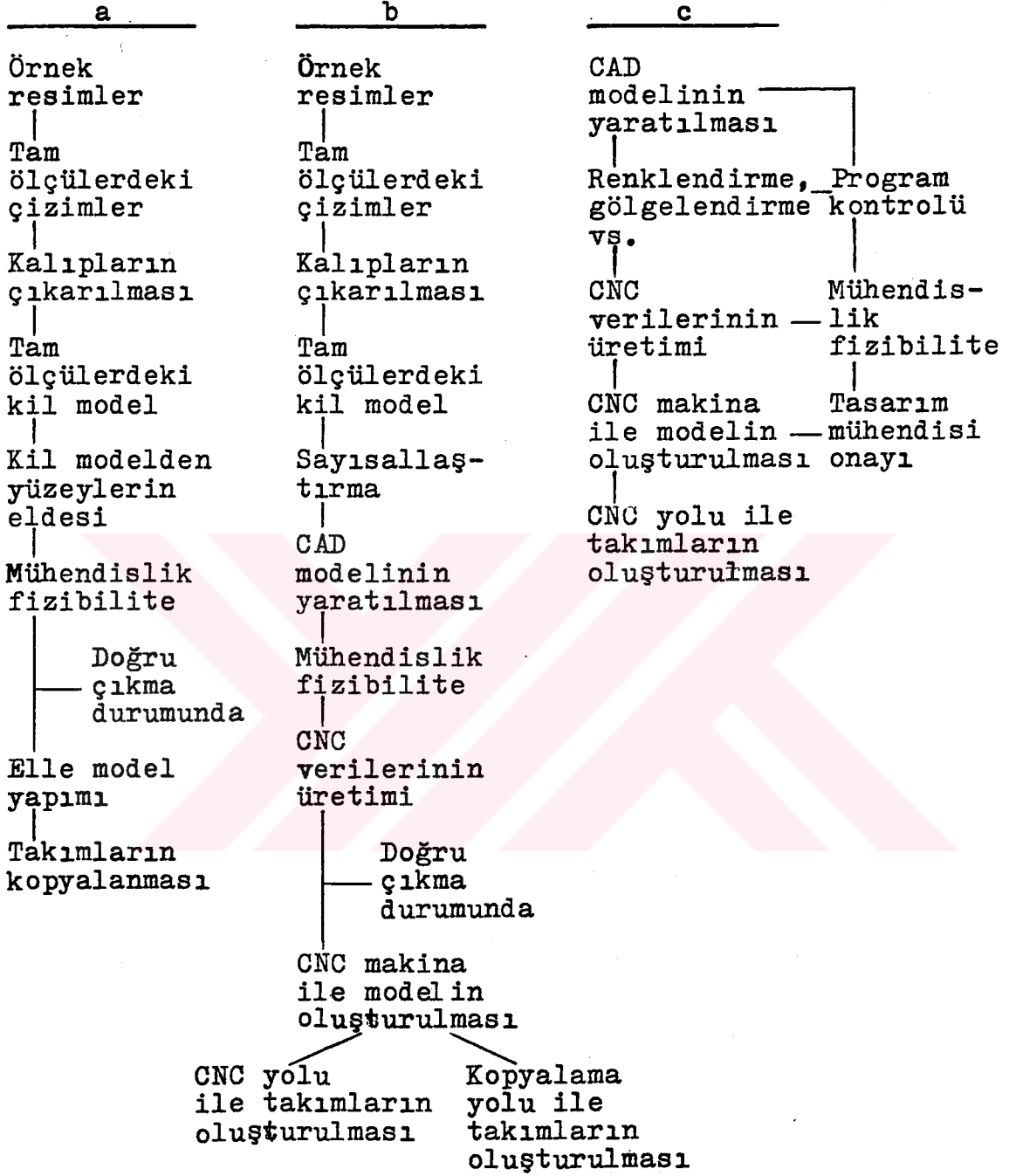
- ürünün universal bir modelinin montajı ve ele alınması
- ürün geliştirmede,
 - çizimlerin oluşturulması ve montaj deneyleri
- gerilim analizleri ve kinematik deneyler
 - sayısal kontrollü olarak işleme ve kalite güvencesi gibi, konu ile ilgili bütün uygulama yöntemlerinin desteklenmesi
- esnek yapısal bilgilerin büyük miktarda kullanılması
- iş istasyonları ve çiziciler
 - sayısallaştırıcılar ve tarayıcılar
 - nümerik kontrollü makinalar ve robotlar
- gibi, farklı terminal donanımların desteklenmesi
- birbirleri üzerinde etkili olabilecek yeteneklere sahip,
 - tasarımcıların
 - tasarım analistlerinin
 - üretim tesis planlamacılarının

çeşitli isteklerinin yerine getirilmesi ve birleştirilmesi

Mekanik bileşenlerin hazırlanması, tel kafes temsiline ve 3 boyutlu yüzey modellerine ihtiyaç gösterdiği gibi, resimlerin üretilmesi için güçlü bir 2 boyutlu model sistemine ihtiyaç gösterir. Bu nedenlerle, firmaların pek çoğu birtakım CAD sistemleri satın almışlardır. Ford ve Volkswagen gibi firmalar ise dışarıdan aldıkları sistemleri büyüterek, kendi CAD sistemlerini geliştirmişlerdir.

5.1.1 ÇİZİM VE MODEL OLUŞTURULMASINDA GELİŞMELER

İngiltere'nin Coventry şehrindeki MGA Geliştirme, tümleşik CAD tabanlı bir dizayn stratejisi için ilk girişimi geliştirmiş ve CAD veri tabanından hareket alan, yüksek süratli ve çok eksenli CNC donanımlarına yatırım yapmıştır. Bu durumda, nispeten düşük maliyetli ve yumuşak malzemeler kullanarak, hızlı ve ekonomik olarak tam ölçülerde bir model imal edilebilir. Sonuçta, çok daha az zamanda kil modele eşdeğer, tam ölçülerde bir ürün temsili meydana getirilmiş olur. Bu, tasarım stratejilerinin temel bir özelliğidir. Diğer bir temel nokta, dizayn prosesinin daha erken aşamalarında tam bir model meydana getirebilme kabiliyetinden yararlanmaktır. Bir araç stilisti ve CAD mühendisinden oluşan ikilinin, iş istasyonunda beraberce çalışmalarıyla ilk tasarıma girişilmiş olur. Bu girişim, Kasım 1987 tarihli Autotech Sergisi'nde MGA Geliştirme'nin sergilenen bazı projeleri üzerinde gösterilmiştir. Projede, herhangi bir ölçeğe göre çizilmiş modeller veya ön hazırlık niteliğindeki çizimler ortaya konmuştur. Bu ikili, boyutsal kesinliği sağlayarak ve yüzey değişikliklerine uygun alanları teşhis ederek, formla ilgili fikirlerin modellerinin oluşturulmasında doğrudan doğruya bilgisayarla çalışmıştır. Bu yaklaşım, form kil modelden sayısallaştırıldığında, normal olarak tahmin edilen doğruluk düzeyine ihtiyaç göstermemiştir.



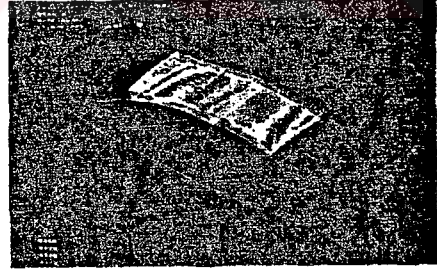
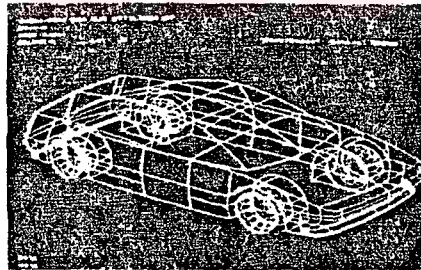
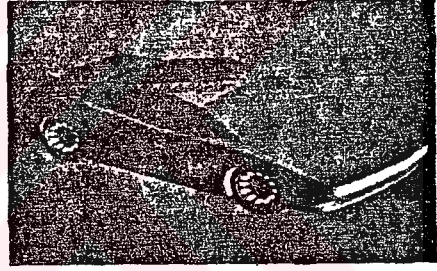
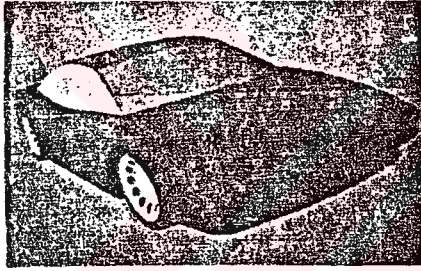
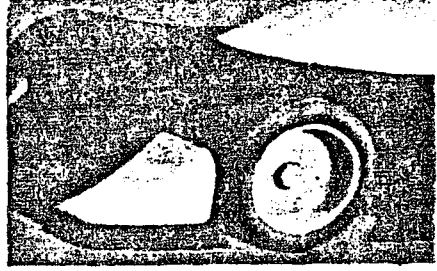
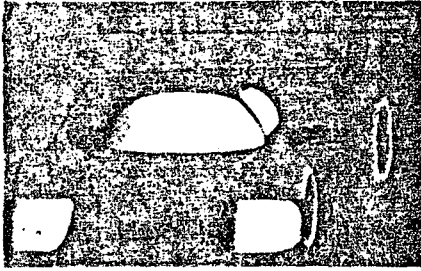
Şekil 21: a-Geleneksel dizayn prosesi, b-Kompütürize dizayn prosesi, c-MGA'nın geleceğe yönelik dizayn prosesi. /18/

İlk yüzey bilgileri, kısa bir sürede yaratılabilmış ve renklerle gölgelendirilmiş gösterim şekli, sadece teklif edilen tasarımın doğruluğunun kanıtlanması için kullanılmıştır. Bu yaklaşımın, stilistlerin inceleyebildiği ve değiştirebildikleri, makina ile işlenmiş tam ölçülerdeki bir modelin erken üretimine bağlı olan bir strateji meydana getirmesi mümkündür. Bu gibi değişiklikler, CAD veri tabanına ait sayısallaştırılmış bilgiler olarak iyice incelenir ve yapıları değiştirilir. O zaman, değiştirilmiş alanlar tekrar tam ölçülerdeki stil modeli biçimine getirilebilirler. Böylece, temel tasarım bilgileri CAD modeli olarak korunur. /18/

Şekil 21'de geleneksel dizayn prosesi ve bunun komputürize yorumu ile MGA Geliştirme'nin gelecek için planladığı proses görülmektedir. Şekil 22'de ise genel stil akışı ve geliştirme zinciri görülmektedir.

Renault, MGA Geliştirme'ninkine benzer, 3 boyutlu modelin bir girdiden ziyade, CAD prosesinin çıktısı olduğu bir stratejiden yararlanmıştır. Benzer bir sistem geliştirmek için kendi Euclid yazılımlarını kullanarak, Matra Datavision ile yakın bir şekilde çalışmışlardır. Renault için temel farklılık, yansıtıcı yüzeyler, gölgeler ve renkler yardımı ile son prosesin yaratılmasında, stille ilgili değerlendirmeleri kolaylaştıran, Raster Teknolojileri görüntüleme sisteminin kullanılmasıdır. Bunlarla birlikte, fiziksel bir modelin işlenmesi için harcanan zamanı %50 azaltmak için, MGA'ninkilere çok benzer başka türde teknikler kullanan stratejiler yardımı ile deneyler yapmaktadırlar. Gerçekte, mühendisler geniş kapsamlı bir inceleme ile dizayn dönüşümünün bir yıla kadar indirilebileceğini önceden haber verebilmekte ve dizayn maliyetleri tümleşik sistemler kullanılarak yarıda kesilebilmektedir. Bunlara ilaveten, iyi sonuçlar veren projeksiyonlara ve geliştirilmiş yeteneklere rağmen, Renault çalışmalarının çoğu için hala

geleneksel tasarım ve geliştirme yöntemlerini kullanmaktadır. Renault stilistleri, otomobil firmalarının çoğunda rastlandığı gibi, CAD sistemleriyle çalışırlarken güçlüklerle karşılaşılıyor görünmektedirler. Yöntemler ve teknikler stilistlerin tümleşik CAD tabanlı dizayn prosesine tamamı ile hakim olabilecekleri gibi geliştirilmemiştir. /3/



Şekil 22: Stil akış eğilimi ve geliştirme zinciri.

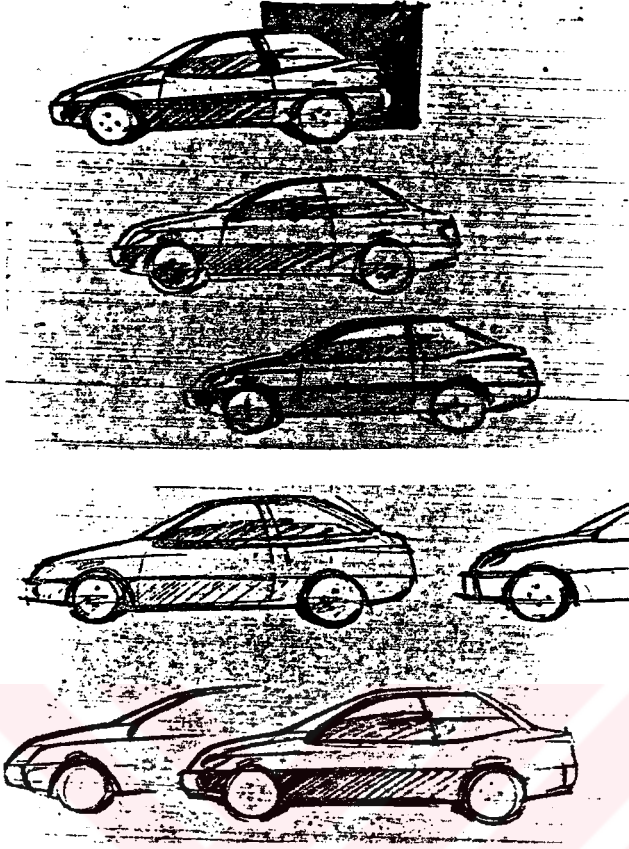
/18/

Yukarıda da verilen nedenlerle, bir takım firmalar tümleşik CAD tabanlı tasarım yöntemlerini geliştirmek amacıyla, Coventry Polytechnic'in Endüstriyel Tasarım Bölümü ile birlikte çalışmışlardır. Büyük Britanya Bilim ve Mühendislik Araştırmaları Konseyi tarafından kısmen sağlanan

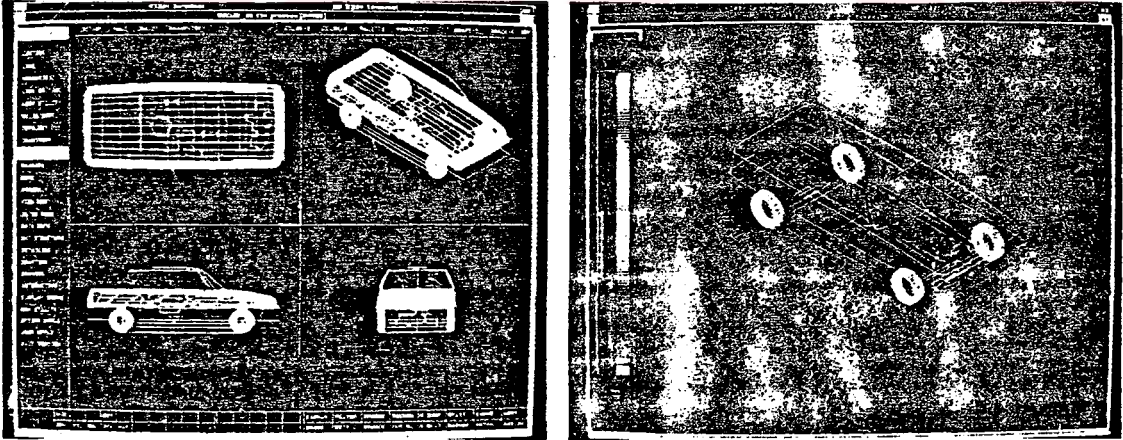
fonla, projeye, Rover grubu, Ford, Jaguar, Matra Datavision, MGA Geliştirme, MIRA (Motor Industry Research Association) ve Motor Panels işbirliği içinde girilmiştir. Proje özel olarak, stilistlerin Euclid ve CADDs 4X gibi mühendislik tabanlı CAD sistemleri ile çalışabilmelerine imkan verecek yöntemlere yöneltmiştir. /3/

Araştırma projesine, tipik bir araç tasarımı ele alınarak girilmiştir. 4/5 oturacak yere sahip, 3 veya 5 kapılı hatchback, seri ve aile otomobili piyasasında rekabet etmeye yönelik, orta sınıf bir otomobil seçilmiştir, Volkswagen Golf ve Ford Escort modelleride bu sınıfa hakim olmaya çalışmaktadırlar. Bu, hem konvansiyonel taslak çizimleri, hem de CAD sistemleri yardımıyla ele alınmıştır. Proje, bir DEC VAX 11/GPX Graphics iş istasyonunda Euclid dizayn yazılımını kullanmıştır. Temel sistemin göreve başlaması ve program bilgilerinin girilmesi, projenin ilk yirmi haftasını almıştır. Ondan sonra, sadece stilize edilmiş formlara sahip aracın modelinin yapımına başlamak ve konvansiyonel stilize etme yöntemler ile bu prosesi karşılaştırıp değerlendirmek mümkün olmuştur. Buna bağlı olarak, CAD kullanılan stilize tasarım yöntemleri için izlenimlerin ve tavsiyelerin geliştirilmesine çalışılmıştır. Bu doğrultuda, üzerinde çalışılan bu proje, CAD tabanına dayanan tümleşik bir dizayn prosesi gelişimine katkıda bulunmaktadır. /3/

Ford firmasında 24 yıl boyunca görev yapmış ve şu anda Coventry Polytechnic'in Endüstriyel Tasarım Bölümü'nde taslak tasarımı önerilerini üstlenmiş olan Neil Birtley, olası tasarımların yan görünüşlerinin hızlı bir şekilde taslaklarının çıkartılmasını sağlamıştır. (Şekil 23). Son prosesin zaman tüketimi oldukça yüksekti ve konvansiyonel paket programları çizimlerinden önemli boyutta yavaştı. Burada, temel araç ölçülerinin daha güçlü ve esnek bir temsili meydana getirilir. (Şekil 24). Stille ilgili önerileri



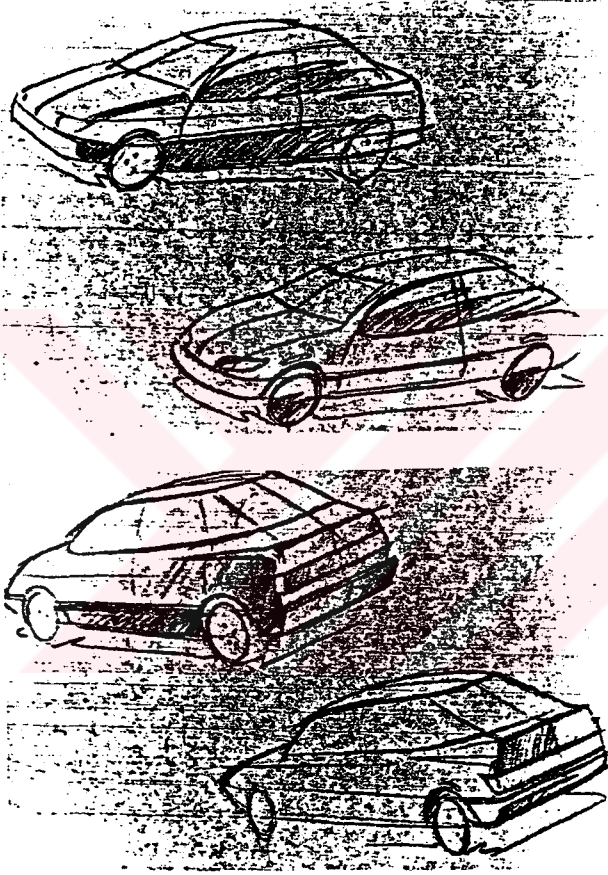
Şekil 23: Taslak tasarımı önerileri. /3/



Şekil 24: Programla oluşturulmuş çizimler. /3/

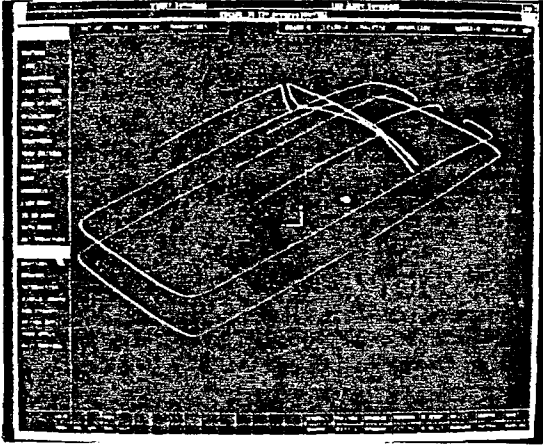
kolaylaştırmak gerektiğinde, hatlar vurgulanarak tel kafes programının basitleştirilmiş bir versiyonu üretilmiştir.

Dizayn prosesinin sonraki aşaması gibi, bu versiyon, daha ileri tasarım önerilerinin çizimleri için bir taban olarak kullanılmıştır. (Şekil 25 ve Şekil 26). Tecrübeli bir tasarımcı, birkaç saat içinde taslak çizimlerinden hareketle, seçilen dizayn konusuna dayanan tam bir çizim oluşturur. (Şekil 27). Euclid yada başka bir mühendislik CAD sistem-

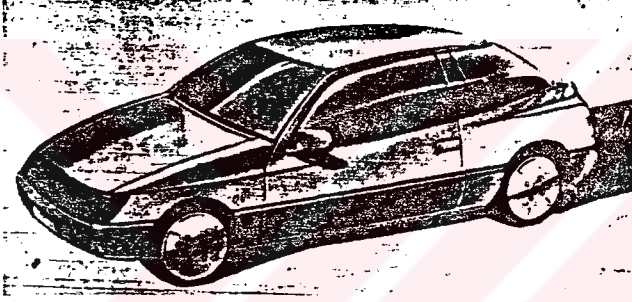


Şekil 25: Tel kafes programı tabanlı, dizayn önerileri çizimi. /3/

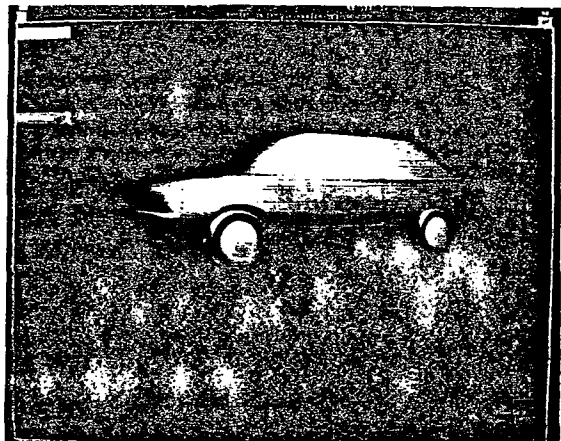
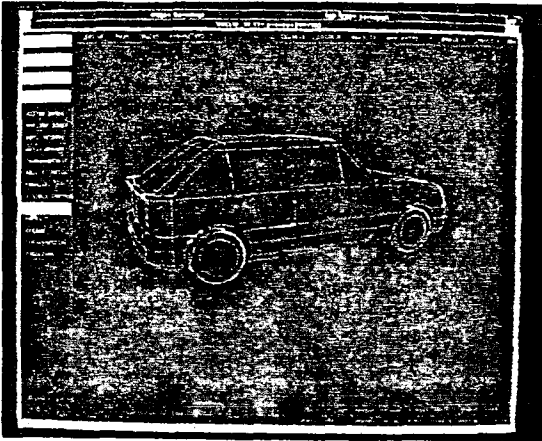
inde eşdeğer bir temsilin üretimi, önemli bir miktarda daha yavaş ve kullanışsızdır. Euclid Unisurf sistemini kullanarak, her parçayı meydana getirmek için üç veya dört eğri yardımı ile yüzey oluşturulmuş CAD modelleri üretilir. Birkaç haftalık zaman alan, stille ilgili önerilerin oluşumu Şekil 28'de gösterilmiştir. /3/



Şekil 26: Basitleştirilmiş tel kafes. /3/



Şekil 27: Taslak çizimlerinden hareketle, tecrübeli bir stilistin tam olarak yorumladığı bir çizim. /3/



Şekil 28: İlk ve yüzey oluşturulmuş CAD modelleri.

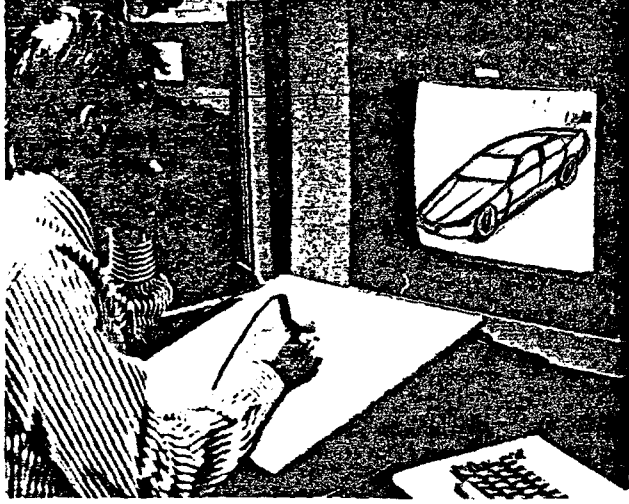
MGA Geliştirme'nin gösterdiği gibi, prosesin dizayn geliştirme aşamalarında CAD sisteminin kullanımı için önemli boyutta faaliyet alanı bulunmaktadır (Tablo 1'deki son dört aşama). Eskiden temel dizayn kararları araç görüşünün tümü hakkında oluşturulurdu, o zaman CAD'nın bulunmadığı geleneksel dizayn prosesi içinde stilistler dizayn gelişimi için, aracın yükseltilerinin tam ölçülerdeki bantlara çizilmesi ile çalışırlardı ve bunlar temel olarak aracın tam ölçülerdeki temsiliyi yaratmak için, kil modelcilerinin yardımı ile çalışmaya elverişli olarak kullanılmışlardır. Bu çalışmalar sıkıcı olacak kadar uzun bir zaman almaktadır, kullanışsız olan bu proses, bir alternatif bulunmayışı yüzünden kabul edilmiştir. Şu anki imkanlar stilistleri kil modelcilerden ziyade, CAD modelcilerine yöneltmek için var olmaktadırlar, her iki durumda da çaba ve güçlüklerin miktarı benzer boyutlardadır. Euclid gibi sistemler için, 3 boyutlu model üretimi nispeten basittir, ölçekli veya tam ölçülerdeki bir model kolayca üretilebilir. Gerçekten, böyle bir sistem ile, karşılaştırmalı analize uygun küçük formların değişimlerini somutlaştırarak bir takım alternatifler üretmek çok daha kolay olmaktadır. Kil modelcileri CAD modelcileri ile değiştirmeyi düşünerek, karşılaştırmalı değerlendirmeye uygun bir takım 1/5 veya 1/4 ölçeklerindeki modellerin üretilmesi ile ve bu kabiliyet yönünde bir dizayn stratejisi yardımıyla hareket etmek doğru olmaktadır. Stilize etme analizlerine, konvansiyonel çizimlerden yada VDU (Video display unit-video görüntü birimi) temsillerinden daha uygun olması için, daima 3 boyutlu bir fiziksel model dikkate alınır. Bundan dolayı, bu yaklaşım tarzı çok tavsiye edilir. /3/

Bunun gibi bir dizayn stratejisi ile başka avantajlarda mümkün olabilir. CAD sistemi, dizayn gelişimlerinin tüm ara aşamalarını depo edebildiği gibi, daha önceki aşamalara geri dönmek ve alınan kararları tekrar incelemek imkanını da mümkün kılmaktadır. Bunun bir bant çizimi ile

gerçekleştirilmesi olanaksızdır, örneğin; dizayn değişikliğine yardımcı olmak için her defasında bantın yeri yeniden belirlendiği için kalıp yeri kaybolur. CAD modeline ait değişiklikler bilgisayar hafızasında depolanır. Dizayn prosesinin her temel aşaması bir yazıcı çıktısı gibi belgeye yazıldığı takdirde, önceki aşamaların yeniden incelenmesi ve alternatif tasarım talimatları için çözümlere kolayca ulaşılması sağlanır.

Dizayn taslaklarını çabuk bir şekilde yerine getirme zorunluluğu vardır ve mühendislik CAD'i bu yaklaşımı kolay bir şekilde desteklememektedir. Bu nedenle, çoğu firmalar birden daha çok sistem kullanmayı kararlaştırmışlardır. Dizayn fikirlerinin 2 boyutlu yorumlarının yaratılması boyama işlemlerinin de içeren CAD sistemleri tahsis edilmiştir. Örneğin; Ford firması, boya püskürtme etkisi gösterecek şekilde, renklerle gölgelendirme yardımı ile yaratılmış somut örnekler meydana getirmek için Dubner boyama sistemini kullanmaktadır. Bu gibi sistemler dikkate değer özelliklere sahiptirler, var olan araçların resimlerini özümleyebilir ve değiştirebilirler, öyleki yeniden stilize edilmiş tasarımlar dakikalar içinde gerçekleştirilebilirler. Dubner sistemi, bir ekran üzerinde tam ölçülerde tasarlanmış bir araç temsilinde olanak vermektedir, hem bir dizayn yardımcısı hem de bir yönetim aracı olarak kullanmaya elverişlidirler.(Şekil 29 ve Şekil 30). Bu sistem etkileyici olmasına karşın, sadece amaçların temsili için kullanıldığından sınırlı isteklere cevap verir, Ford'un temel CAD sistemleri ile iletişimde bulunamaz ve taslak dizayn prosesi içinde kullanılamaz. Bu çalışma alanlarına rağmen, Ford hala diğer firmaların hemen hepsi gibi aynı konumda, geleneksel teknikleri kullanmaktadır. /3/

Coventry'nin araştırma projeleri ekibi, bilgisayar destekli bir taslak çizim sistemi geliştirmek için farklı bir yöntem kullanmıştır. Bu sistem, çok basit bilgilerden



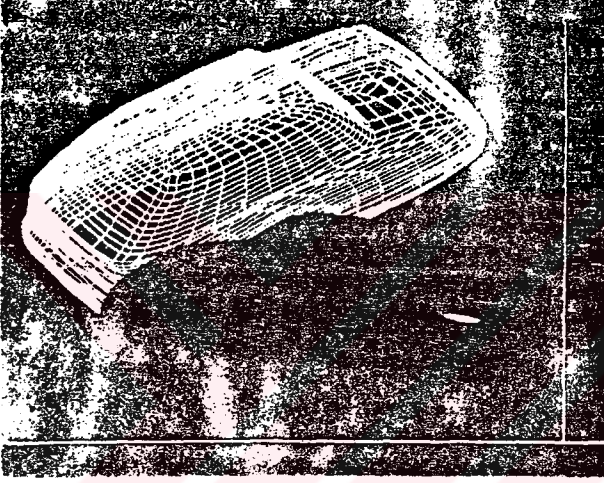
Şekil 29: Tasarıma yardımcı olarak kullanılan Dubner boyama sistemi. /3/



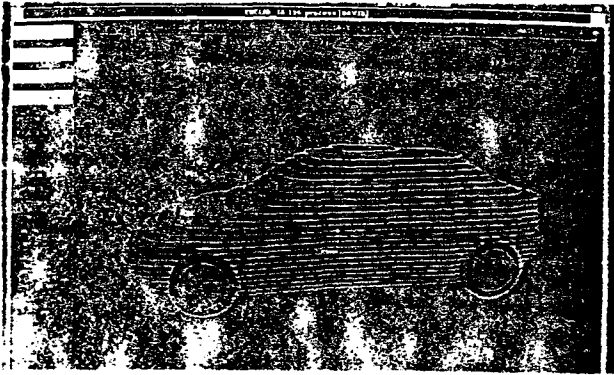
Şekil 30: Bir görüntü birimi olarak Dubner boyama sistemi. /3/

hemen hemen 30 dakika içinde, önerilen araç formunun bir temsilinin üretimine olanak verir. Sistem, tamamen yüzeyleri oluşturulan bir modele uygun temeli oluşturmak için, meydana getirdiği 3 boyutlu bir CAD modelini, Euclid üzerinden IGES (Initial Graphics Exchange Specification) yolu ile nakledebilir. Şekil 31'de örnekleri yer alan bu sistem, hala gelişme eğilimindedir. Autocad ile onun ilave dili Autolisp kullanılarak geliştirilmiş bu sistem, kartezyen uzayında herbiri kendi eksenleri üzerinde yerleştirilmiş

üç boyut içinde, ana hatların şekillendirilme yöntemini kullanmaktadır. Ana hatların biri, diğer iki hat ile keşismek için 2 boyutlu olarak kendi kendine basamak basamak çıkarken, artımsal basamaklar içinde onun eksenleri boyunca hareket eder. Yapısı değiştirilmiş ana hatlar, istenildiği kadar çok interpolate edilmiş dış hat oluşturabilirler ve bunlar kompleks yüzeyler ile katı bir model inşa edilmesi maksadı ile birleştirilmişlerdir. /3/



Şekil 31: Ana hatların modelinden oluşturulmuş 3 boyutlu taslak resmi. /3/



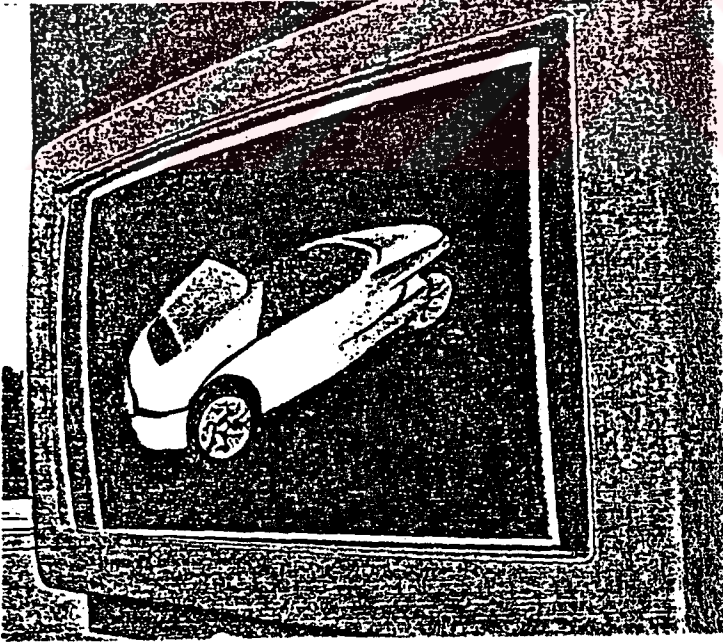
Şekil 32: Ana hatların modeli. /3/

Kağıt üzerinde kabaca açıklanan taslağın, sayısal-laştırılan hatların ve taslaklardan meydana getirilen modelin tüm işlemi yarım saat kadar bir zaman dilimi gerektirir. Bu, kağıt üzerinde hızlı bir perspektif taslağı oluşturmak için bir stilistin harcadığı zaman ile karşılaştırıldığında, birçok alternatif form meydana getirecek olan tasarımcı için yeteri kadar hızlıdır. Model bilgilerinin yaratılışı, program vasıtası ile önceden formülleştirilebildiği gibi, 3 boyutlu interpolasyon yardımı ile farklı modellerin formları arasında otomatik olarak hesaplama yapmak mümkünleşir. Oluşturulmuş ana hatlar modelinin verileri, parçalara ayrılır ve bir CAD sistemi dahilinde kübik parçalar geliştirmede kullanılabilir. Şekil 32, Euclid içinde IGES 3.0 yardımı ile nakledilmiş ana hatların bir modelini göstermektedir. Euclid dahilinde benzer bir sistem veya eşdeğer bir mühendislik CAD sistemi tasarlamak mümkün olabilir. /3/

Bu sistem, daha fazla gelişime ihtiyaç göstermesine rağmen, yaygın bir veri tabanı ile tümleşik bir CAD sistemi görevini yapabilecek bir yapıdadır. Bu gibi bir sistem, dönen ya da başka şekillerde canlandırılmış görünüm, program verilerine giriş, renklerle gölgelendirme temsili vasıtası ile dizayn doğruluğunun kanıtlanması veya makina ile yapılmış 3 boyutlu modeller ve daha hızlı mühendislik gerekliliği gibi, geleneksel yöntemler üzerinde birçok avantaj ileri sürecektir. Bu son olasılık, stilize etme ile mühendislik arasındaki sınırlardan geçen, tamamlanmış bir tasarım prosesi için önemli bir potansiyel sunar.

Merkezi Salt Lake City, Utah'daki Evans ve Sutherland Bilgisayar Kurumu tarafından, çizim ve model aşamaları için geliştirilmiş bir başka sistemde CDRS (Conceptual Design and Rendering System, Fikirsel Dizayn ve Yorum Sistemi) dir. Gerçekte bir CAD/CAM sistemi olan CDRS, A.B.D.'de Ford ve

Chrysler, Avrupa'da ise Volkswagen/Audi, Fiat, PSA ve Renault tarafından kullanılmaktadır. Mühendislik ve imalat prosesi tarafından talep edildiği gibi, CDRS paketi matematiksel değişkenlerin dizayn içine dahil edilmesine müsaade etmektedir. Londra'daki Royal College of Art'taki Araç Tasarımı Bölümü öğrencilerinin eğitiminde de kullanılan CDRS'in en önemli özelliklerinden biri, güçlü yorum yeteneğidir. (Şekil 33). Tasarımcı, otomobilin ekrandaki temsilini, başka bir CAD sistemi ile meydana getiremeyeceği kalitede yaratabilir. Nerede ise fotografik bir görüntü kalitesinin elde edildiği bu sistem, tasarımcılarla birlikte daha çok mühendisler için geliştirilmiştir. Bu nedenle de kullanımında oldukça iyi bir düzeyde teknik bilgi ihtiyacı gösterir. /19/



Şekil 33: CDRS ile geliştirilmiş bir aracın, ekrandaki görünümü. /19/

5.2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMINDA ANALİZ

Otomobil çok karışık bir yapıya sahip olduğundan, klasik mukavemet analizi metodları, örneğin; gerilme enerjisi metodu, etkili olmaktan uzak ve genellikle inanılabılır bir sonuç vermemektedir. Otomobil imalatçıları, piyasaya çıkartmayı düşündükleri modelin prototipini hazırlayıp, bunun üzerinde mukavemet testleri yaparak çeşitli çalışma koşullarında gerilme ve sehimleri, ölçerek bulma yoluna gitmektedirler. Eğer gerçekleştirilen prototip model istenilen standartlara uymuyor ise modelde çeşitli değişiklikler yapılarak, tekrar aynı testler uygulanır. Bu tür bir analiz metodu çok zaman alması ve masraflı olmasının yanı sıra, istenilen optimum tasarımdan da uzak kalmaktadır.

Bu durumda, model daha çizim aşamasında iken, mukavemet karakterlerini analiz etmede kullanılabilecek bir metodun uygulanması büyük avantaj sağlayacaktır. Böyle bir sistem sayesinde, otomobil modelinin mukavemet özellikleri açısından olduğu gibi, stil, ergonomi ve kullanım hacmi bakımından da diğer otomobil firmalarının ortaya çıkarabilecekleri bazı olumlu ve fonksiyonel yeniliklerin kolaylıkla modele tatbik edilerek bunların otomobil yapısına etkileri, prototip model imalatına gidilmeden elde edilebilir. Bilgisayar ile hesaplama prensibine dayanan bu metod, ucuz ve uzun zaman almadığından, tasarımın çeşitli aşamalarında uygulanarak otomobil modelinin optimumlaştırılması sağlanır. /20/

Sonlu eleman metodunda gerçek yapı matematik bir model olarak tasarlanır. Model, bilinen elastik özelliklere sahip sonlu elemanlara bölünür ve bu elemanları birbirlerine bağlayan düğüm noktalarının yer değişimleri, bulunması gereken bilinmeyenler olarak ele alınır.

Dijital hesap makinalarının II. Dünya Savaşı'ndan

sonra devreye girmesi ile, bilhassa bilim ve endüstri dünyasında özellikle uçak sanayiinde sonlu elemanlar yöntemi hızlı bir gelişme gösterdi. Bilgisayar donanımı kapasitesinin artışına paralel olarak yazılım kapasitesi de hızla genişledi. Başlangıçta problem boyutları birkaç yüz bilinmeyen sayısı ile sınırlı iken bugün, pratik olarak bu sayı sınırsız bir hale geldi. Sonlu eleman yönteminin otomotiv sektöründe kullanımı daha yeni tarihlere dayanır. Gövde tasarımı ile ilgili ilk uygulama Daimler-Benz firmasına ait ESEM (Elastostatik Element Methode) sistemidir (1960). Amerikan firmalarından özellikle GM, Chrysler ve Ford 1974'de Detroit'de düzenlenen bir konferansta, konu ile ilgili çalışmaları hakkında ilk defa ayrıntılı bilgi sunmuşlardır. GM Araştırma Grubu'nun çalışmalarında ise uygulama ile ilgili ağırlık noktasını yapı dinamiği oluşturmuştur. Japonya'da da 1970'li yıllardan sonra gövde tasarımında klasik yöntemlerden tamamen sonlu elemanlar yöntemine geçilmiştir. Çok sayıdaki avantajından dolayı sonlu eleman metodu yapı analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. /21/

Sonlu elemanlar metodu;

- çeşitli dinamik ve statik zorlamalar altındaki yapılara uygulanabilir,
- hesap aşamasındaki gelişmelere bağlı olarak, klasik hesaplama yöntemlerinden uzak bir yöntemdir,
- modifiye etme işlemlerine uygundur, üzerinde değişiklikler yapılan alternatif modeller kolay ve hızlı bir şekilde incelenebilir,
- yeterli bir veri tabanı ile desteklendiğinde, çeşitli yapıların karşılaştırılmasına imkan tanır,
- istenilen amaca yönelik, yeterli ve tatmin edici sonuçlar verir,
- klasik yöntemlere göre analizlerin daha ucuz ve kısa zamanda gerçekleştirilebilmesine imkan tanır.

Sayılan bu avantajlarının yanı sıra, sonlu elemanlar yöntemi; modelin alt yapılara bölünmesinde tecrübe gerektirir. Bununla birlikte, çok sayıda veri girişi nedeni ile hata yapma olasılığı yüksektir, sonuçlar belirli bir düzene konmadığı takdirde bir dizi sayıdan oluşur ve yorumlanmasında güçlükler çekilir.

Konvansiyonel hesaplama yöntemlerinin birçok eksikliğini örtmek açısından, araç tasarımı ile ilgili gelişmede sonlu elemanlar yöntemi önemli bir yardımcı unsurdur. Sonlu elemanlar yönteminin gerçek anlamda avantajlı olabilmesi metodun kendine özgü şartlarının yerine getirilmesine ve modelin geliştirilmesi ile ilgili prosese hatasız bir şekilde birleştirilmesine bağlıdır.

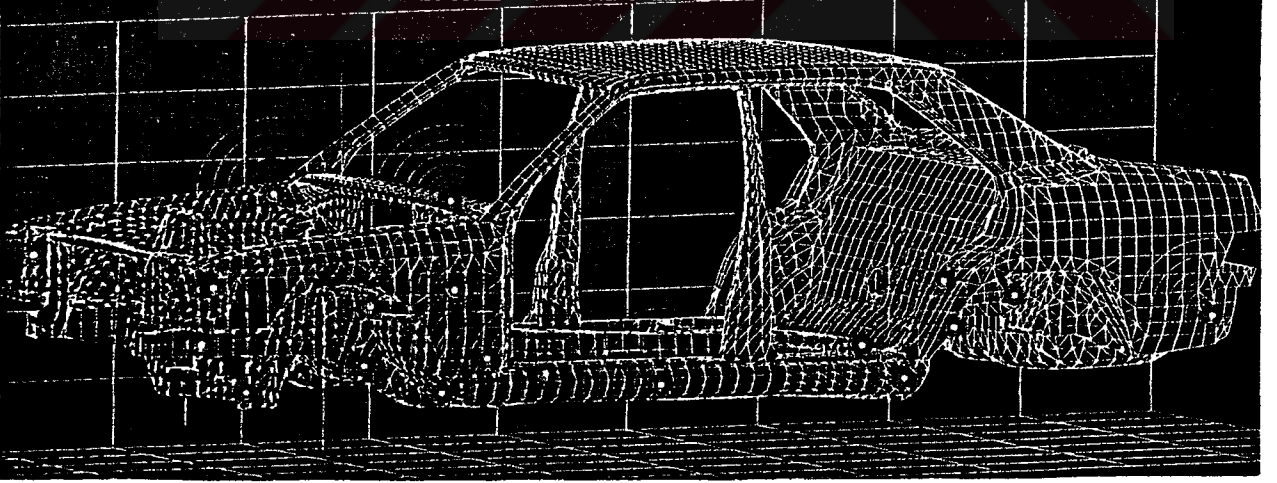
Önçalışma sonucu ilk prototipin hazırlıkları yapılarak, resimleri çizilir. İşlem, deneme yanılma yöntemi ile geliştiği için ilk prototipin denenmesi ve incelenmesi sonucu, modelde ikinci bir prototipin yeniden imalini gerektirecek eksiklik ve yanlışlıklar görünür. Bu şekilde gerçekleştirilen konvansiyonel geliştirme aşamalarında, modele ait spesifik bilgi birikimi, çok sayıda ve pahalıya mal olan deney araçları yardımı ile elde edilir. İmalata karar verme aşamasına gelindiğinde oldukça uzun bir zaman geçmiş olmaktadır. Konvansiyonel geliştirme aşamasının çok uzun zaman alması ve pahalıya mal olması nedeni ile çok sayıda alternatif modelin ayrıntılı incelenmesi mümkün olamamaktadır.

Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak, bilgisayar destekli geliştirme aşamasında ise daha ilk safhada, hem daha çok öneri incelenebilmekte, hem de sunulan öneriler daha ayrıntılı olarak araştırılabilmektedir. Bunun en önemli avantajı ise yeterli ve tatmin edici sonuçlar veremeyen çözümlerin daha ilk adımda elenebilmesi imkanındır. Başlangıçta yapılan ayrıntılı analizler sonucu prototip

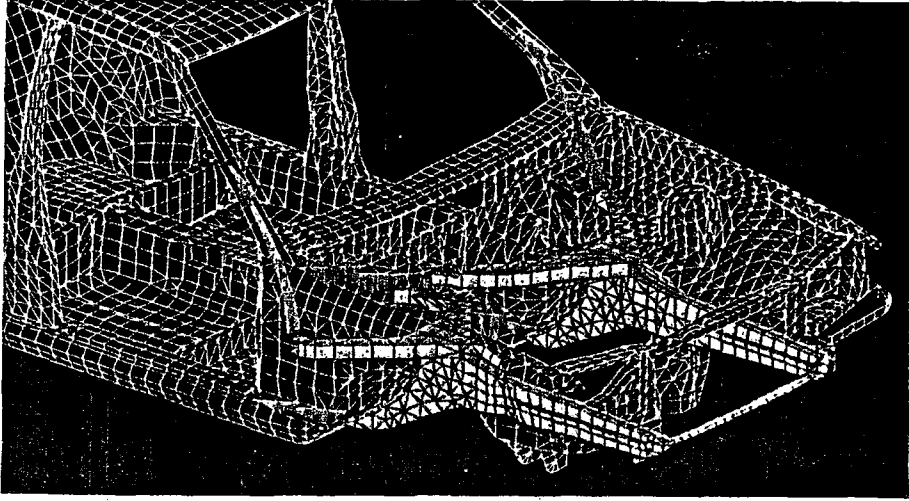
imalinde ve sayısında da tasarruf sağlanır.

Otomobil yapısına ait sonlu eleman modelinin oluşturulmasında, ilk önce düşünülmesi gereken husus sonlu elemanların dağılımı ve seçimidir. Eğer amaç gövde katılığı ve deformasyon hesabı ise kaba bir dağılım yeterlidir, fakat gerilme yığılması ve dağılımları incelenecekse, daha ayrıntılı bir model oluşturmak gerekir. Eleman sayısının 100 ila 500'ü aştığı yapılara toplu bir şekilde hakim olmak zorlaşır. Bu nedenle modelin, araştırmacının daha rahat hakim olabileceği alt bölümlere ayrılmasında yarar vardır. Bu bölünme gerçekleştirilirken, imalat şartları gözönüne alınmalı, model gerçek yapının parçalarına uygun şekilde bölünmelidir. Bir otomobil yapısı için bu alt bölümler; tavan, çamurluk, ön panel, arka panel, taban, yan cephe, kapılar, ön ve arka kaput vs. olabilir. /21/

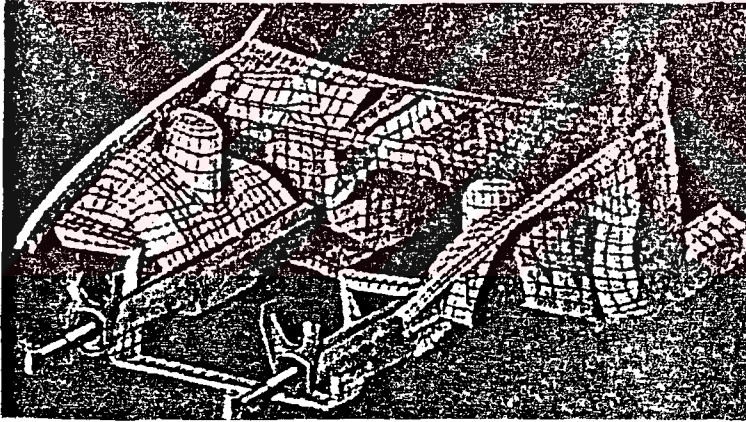
Aşağıda sonlu elemanlar yönteminin uygulanmasına ilişkin bazı resimler görülmektedir:



Şekil 34: Mercedes-Benz 190 E modelinin sonlu elemanlar analizi için hazırlanmış tel kafesi. /16/



Şekil 35: Mercedes-Benz 190 E modelinin sonlu elemanlar yöntemi ile gerçekleştirilen çarpışma testi sonucunda, oluşan kuvvetlerin akış yönünün gösterimi. /16/



Şekil 36: BMW 850i modeline ait bir sonlu elemanlar analizi. /22/

İlk aşamada araştırılacak gövdeye ait temel model oluşturulur. Geometrisi oluşturulan modelde, elemanlara ait düğüm noktalarına numara verilir ve düğüm noktalarının koordinatları tespit edilir. Bu iki ana verinin kaynağı, yeni bir tasarımda model veya prototip, değişiklik çalışmalarında ise modifikasyonla ilgili resimlerdir. Eğer elde bir model, prototip vs. varsa sonlu elemanlara bölme işi

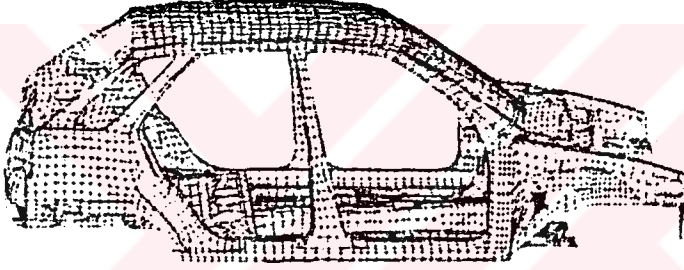
doğrudan prototip üzerinde yapılır. Düğüm noktaları numaralandıktan sonra sıra bu noktaların koordinatlarının tespitine gelir. Bu işi de 3 boyutlu koordinat ölçme cihazı yardımı ile yapmak mümkün olur. Elde edilen koordinat değerleri, özel bir program yardımı ile kontrol edilebilir ve hatalar varsa düzeltilebilir. Gövdenin elemanlara ayrılıp, numaralandırılarak koordinatlarının tespit edilmesi ve hataların düzeltilmesi işlemi normal olarak bir otomobil gövdesi için dört hafta kadar sürer. Elle resim üzerinden yapılan çalışmalar ise otuz-otuzbeş haftalık bir süre gerektirmektedir. Modeli yapılacak gövdenin basit formlu bölümleri otomatik olarak özel bir program yardımı ile elemanlara ayrılabilir. Modelin bazı kısımlarının otomatik olarak üçgen ve dörtgen elemanlara ayrılabilmesi büyük zaman kazancı sağlamaktadır. /21/

Sonraki aşama, düğüm noktalarına ait hataların düzeltilmesi, sisteme, çubuk kesit değerleri, yükler ve sınır şartları gibi diğer verilerin ilave edilmesinden oluşmaktadır. Hataların ve eksiklerin giderilmesinden sonra, bant genişliği tespit edilir. Düğüm noktalarının numaralandırılmasında uygulanacak bir sistemle, komşu düğüm noktalarının numaralarının birbirlerine yakın olması sağlanır. Bunun faydası, işlem sırasında sürenin kısa tutulmasıdır. Bu açıdan, iki düğüm noktası numaraları arasındaki maksimum fark olan bant genişliğinin küçük tutulması amacıyla, özel olarak numaralandırma programları geliştirilmiştir. Bu işlemi takiben, sisteme, elemanların kesit alanları, et kalınlıkları, dış yükler ve sınır şartları gibi ilave veriler girilir. /21/

Bütün kontrollerin yapıldıktan sonra, hesap aşamasına gelindiğinde, modelin çözümü ile ilgili olarak geliştirilmiş değişik sistemler kullanılır. Bilhassa statik hesaplamalarda EASE/EASE2, dinamik hesaplamalarda da NASTRAN önemli sistemlerdir. Birçok sonlu eleman programında giriş ve çı-

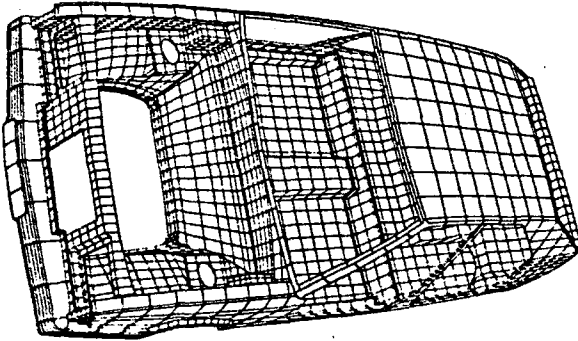
kış değerlerinden başka, ayrıca ilave bilgi niteliğinde; dış kuvvetlerle reaksiyon kuvvetleri arasındaki denge, katılık matrisinin elemanları veya toplam hesaplama zamanı gibi ara bilgiler alınabilir. Sonlu eleman programının ana çıktısı, düğüm noktalarının yerdeğişimini gösteren ve numara sırasına göre sıralanmış liste halindeki yerdeğişimi miktarlarıdır. Ayrıca buna ilave olarak, her elemana ait kesme kuvvetleri ve gerilmelerde bu çıktılar arasına eklenebilir. /21/

Şekil 37, 38, 39 ve 40'ta sonlu elemanlar yöntemi ile gerçekleştirilmiş bazı çalışmalar görülmektedir:



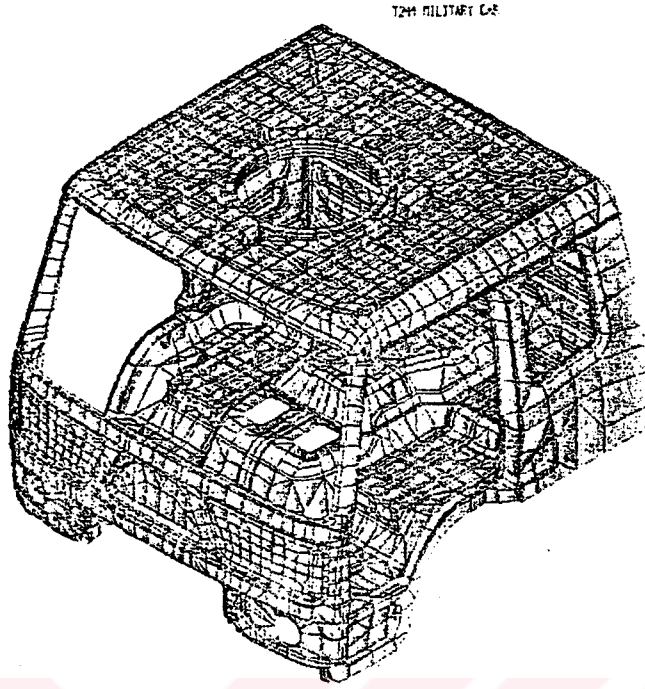
Şekil 37: Citroen ZX modelinin gövde yapısı analizi.

/23/

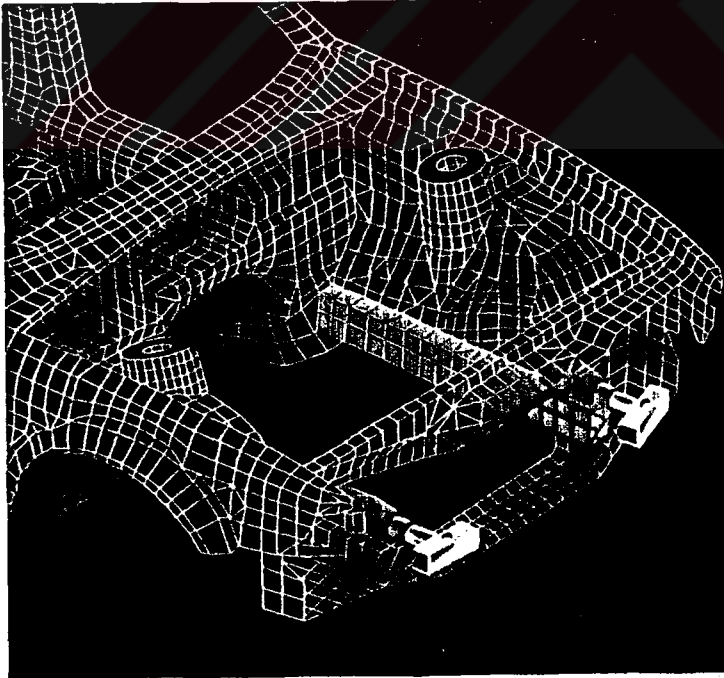


Şekil 38: Citroen BX modelinin gövde yapısı analizi.

/24/



Şekil 39: Leyland DAF firmasının T244 askeri araç kabini için gerçekleştirdiği sonlu elemanlar analizi. /25/



Şekil 40: BMW 5 serisine ait bir modelin sonlu elemanlar yöntemi ile analizi. /26/

Birçok hata kaynağının bulunması, sonlu elemanlar yönteminin sınırlarını oluşturur. Prensipte olarak bu metod araştırılacak yapı modelinin fiziki olarak oluşturulmasına dayanır. Modele ait bazı bölgelerde büyük gerilme yığılmaları söz konusu ise, buralarda sonlu eleman ölçüleri daha da küçülmelidir. Bu hususta modelde oluşabilecek sapmalar sonuçları da etkiler. Ayrıca gerilme-uzama ifadelerine bağlı olarak da sonuçlarda hatalar oluşmaktadır. Gerçek malzeme davranışları, normal şartlar için geçerli olan kanunlara tam olarak uymaz. Gerçek yapı ile tasarım resimleri arasındaki olası küçük farklılıklar, imalatla ilgili toleranslara bağlı kalınlık farklılıkları, presleme sonucu sac aksamın kıvrım yerlerindeki incelmeler, az miktarda eğimli yüzeylerin modelde düz elemanlarla ifade edilmesi, sonlu elemanlar yöntemini etkileyen geometrik hatalardır. Malzemeye bağlı hatalar ise; malzemenin kimyasal bileşimindeki sapmalardan dolayı elastiklik modülü E 'nin değişmesi, soğuk şekil verme hataları, haddelme ve çekmeden doğan malzeme bozukluğu ile karbon miktarındaki toleranslara uyulmaması ve ısıtma işlem hataları sonucu akma sınırının değişmesi şeklinde sıralanabilir. Bağlantı noktalarının esnekliğinin ihmal edilmesi, özellikle burulmada kesit çarpılması bakımından hatalı kabullerin yapılması, 3 boyutlu bağlantı noktalarının doğrusal veya nokta şeklinde idealize edilmesi, sürekli ve yayılı kütle dağılımı yerine modelde nokta formunda kütle dağılımı kabulünün yapılması, sınır şartlarına bağlı hatalar oluşturur. /21/

Bu kadar çok hata ihtimaline karşı, önemli bir husus daha vardır: Sonlu eleman tipi modelin tasarlanmasında önemli rol oynar. Sonlu eleman tipleriyle model %100 realize edilememektedir. Ancak, tecrübelerle göre en iyi tasarımlarda bile, tüm gövde hesabında hesap sonuçları ölçüm değerlerine göre %25 daha katı çıkmaktadır. Ölçüm ve hesap sonuçlarını gösteren, karakteristiği aynı iki eğri arasındaki farkın her zaman sabit kalması, hesap sonuçları hakkında

daima sağlıklı yorumlar yapılmasına olanak tanır. Modellerin basitleşmesi doğrultusunda, hesap sonuçlarının gerçek değerlerden sapması ihtimali azalmaktadır. /21/

5.2.1 ANALİZDE GELİŞMELER

Keele Üniversitesi'nde IBCAM tarafından gerçekleştirilmiş olan, "ürün geliştirme yöntemleri" konulu 1987 Boditek Konferansı raporuna göre; simülasyonlara imkan veren geniş yapısal analiz modelleri için veri hazırlama teknikleri, son on yıl zarfında hazırlanmıştır. Başlangıç analizleri, ilk paket programı gereksinimlerini açıkça belirtmek için kullanılmaktadır. Bulunan genel eğilimler, araç tasarımının ilk aşamaları esnasındaki değerlendirmelerde kullanılabilir. H W Structures firması, aracın çarpışma durumundaki davranış şekli tahminlerinde çeşitli analitik metodlar kullanır:

-Basit el ve nitelik hesaplamaları

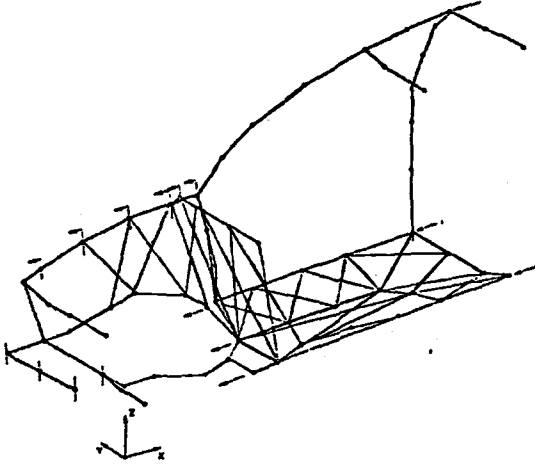
-Lineer sonlu eleman analizi

-Kütle/esneklik metodları

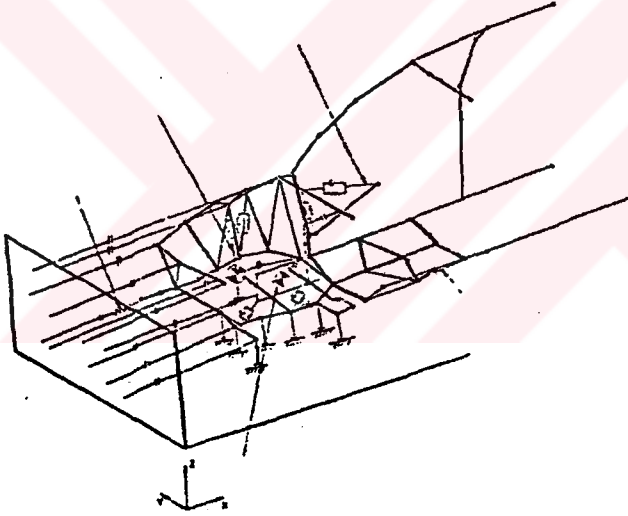
-Yarı-statik lineer olmayan sonlu eleman analizi
(Şekil 41)

-Dinamik lineer olmayan sonlu eleman analizi

-Hibrid (melez) metodlar (yukarıdakilerin birkaçının veya hepsinin test sonuçlarına göre birleştirilmesi)
(Şekil 42). /27/



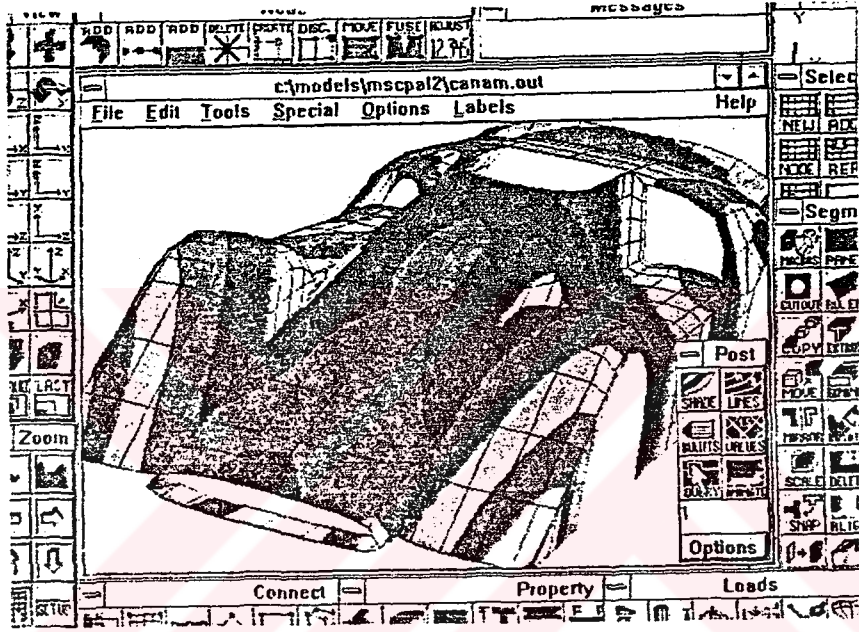
Şekil 41: Yarı-statik kiriş model. /27/



Şekil 42: Hibrid (melez) model. /27/

Lapcad Engineering firmasının Microsoft Windows işletim sistemine göre geliştirmiş olduğu Lapcad for Windows, bir sonlu eleman modelleme paketidir. Yazılım eleman ağı üretimini, kopyalanmasını ve model için bir başlangıç noktası olarak kullanılabilen standart geometrik şekillerin teminini sağlar. Model ağları, kesip çıkarma ve arakesitler gibi özel nitelikler uygulanacak şekilde modifiye edilebi-

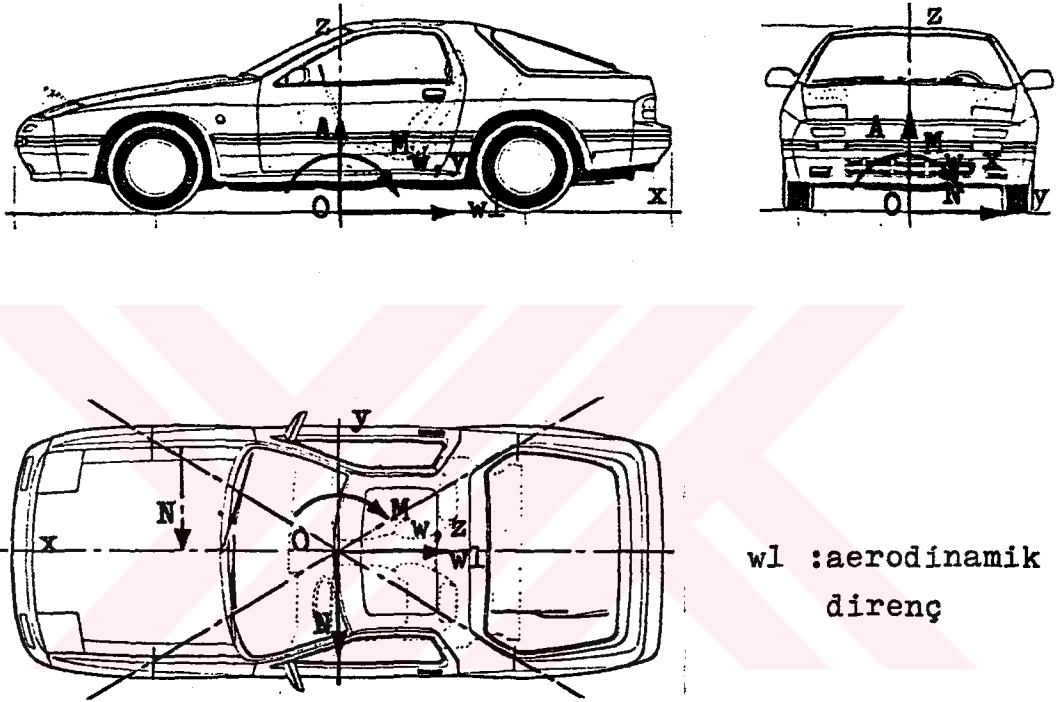
lirler. Model süreci, kopyalama, yansıtma, döndürme, bir yerden başka bir yere nakletme, büyütüp küçülterek geliştirme, çıkarma ve silme, kalıp oluşturma gibi aşamalardan geçerek işlemektedir. (Şekil 43). 2500, 5000 ve 10000 düğüm noktası oluşturabilme yeteneğine sahip versiyonları bulunan Lapcad for Windows, katılar, levhalar ve kirişlerin sonlu eleman analizi modellerini oluşturabilmektedir. /28/



Şekil 43: Kaliforniya'daki Lapcad Engineering tarafından geliştirilen, Lapcad for Windows sonlu eleman modelleme paketinde, bir otomobil gövdesinin yerdeğişimi hatlarının gösterimi. /28/

Bir otomobil tasarımı için aerodinamik yapı oldukça önemli bir role sahiptir. Sadece teknolojik ilerlemelerden dolayı değil, performans ve ekonomi kazancı sağladığından dolayı da oldukça önem kazanmıştır. Günümüzde teknolojinin bir göstergesi haline gelen aerodinamik yapının oluşturulabilmesi için tasarımcı ve aerodinamik analistin çok yakın bir işbirliği içinde çalışmaları gereklidir. /29/

Aerodinamik kuvvetler bir kuvvet alanı olduğuna göre herhangi bir noktada bir bileşke ve bir kuvvet çiftine indirgenebilirler. İşleme kolaylık getirmesi yönünden bu bileşke ve kuvvet çifti tekerleklerin yere temas noktalarından oluşan dörtgenin merkezine uygulandığı kabul edilerek, bu noktada dik bileşenlerine ayrılır. (Şekil 44).



Şekil 44: Bir otomobile tesir eden aerodinamik kuvvet bileşenlerinin genel gösterimi. /30/

Düşey yönde olan A kuvvet bileşeni, genel olarak yukarı, taşıtla zemin arasındaki basıncı azaltıcı yöndedir. $M_{w,y}$ momenti yüksek hızlarda dingil basınçlarından birini çok azaltarak, tekerleklerin taşıyabilecekleri yan ve çevre kuvvetlerini düşüreceğinden tehlikeli durumlar doğurabilir. Yan rüzgarlar ve aracın bir viraj dönmesi halinde oluşan, yan kuvvet N ve $M_{w,z}$ momenti otomobilin seyir mekaniğini önemli ölçüde etkiler. Rüzgar hızının değişik olması yanında, yolların her bölümünde farklı yönlerden gelen hava akı-

mı çeşitli sorunlar yaratabilir. $M_{w,x}$ momenti ise $M_{w,y}$ ve $M_{w,z}$ momentlerinde olduğu gibi, taşıtla zemin arasındaki basıncı azaltabilmesi yanında hava akımının şiddetine ve yönüne göre otomobilin seyri üzerinde de etkili olabilir.

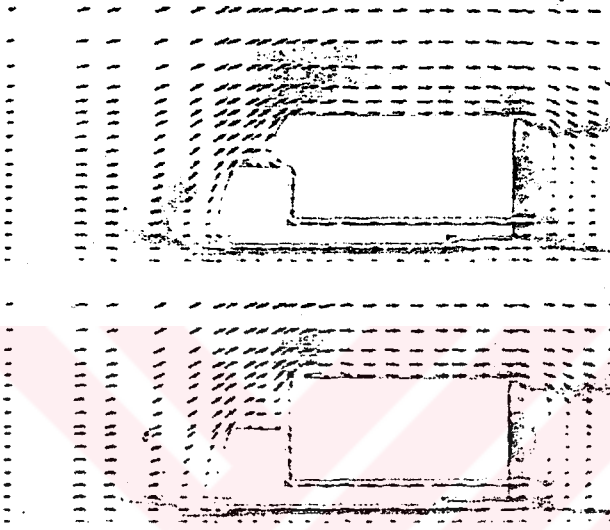
Aracın aerodinamik direncinin düşürülmesi, ilk etapta aracın dış şekline bağlı olan ve hava tünellerinde yapılan deneylerle belirlenen aerodinamik direnç katsayısı c_d 'nin düşürülmesine, ön profil alanı veya taşıt hızının azaltılmasına bağlıdır. Günümüzde bu tür analizler geliştirilmiş yazılımlar ile aracın tasarımı aşamasında gerçekleştirilebilmektedir.

CHAM (Concentration Heat And Momentum Ltd.) firması tarafından sonlu elemanlar yapısal analiz yöntemlerini kullanan yazılım paketleri geliştirilmiştir. Şekil 45'de bu yazılımlardan biri olan CFD (Computational-Fluid-Dynamics-Akışkan Dinamiği Hesaplamaları) PHOENICS'e ait bir akış simülasyonu görülmektedir. Yapısal gerilim analizlerinde genellikle kabul edilmiş tüm sonlu eleman tekniklerini kullanan FIDAP (Fluid Dynamics Analysis Package-Akışkan Dinamiği Analiz Programı), ticari amaçlı ilk akışkan dinamiği hesaplama programlarından biridir. (Şekil 46). /31/

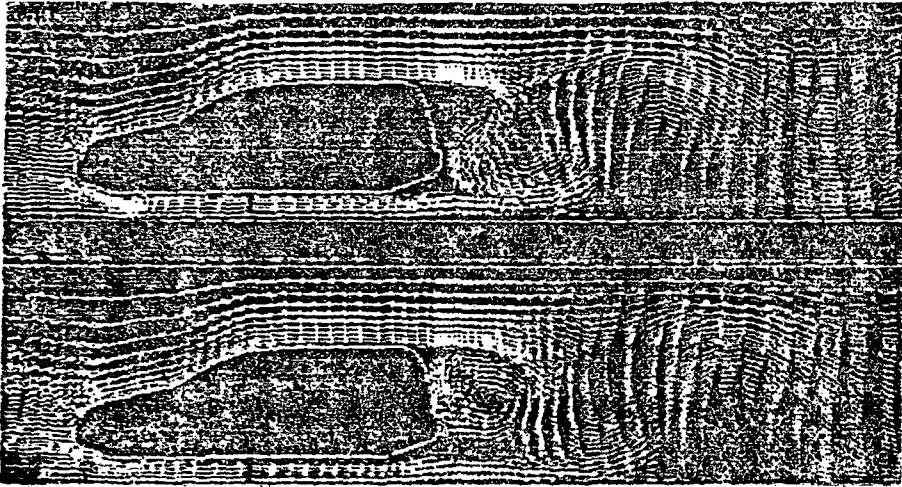
Bir otomobilin çevresindeki hava akımı özelliğinin 3 boyutlu kompleks analizi, etkili sayısal teknikler, uygun ve yeterli yapıya sahip bilgisayar donanımları gerektirir. 2 boyutlu analizin nispeten kolay olmasına karşılık, 3 boyutlu uygun ve esnek bir sayısal analizin gelişimi yavaş ve zor olmuştur.

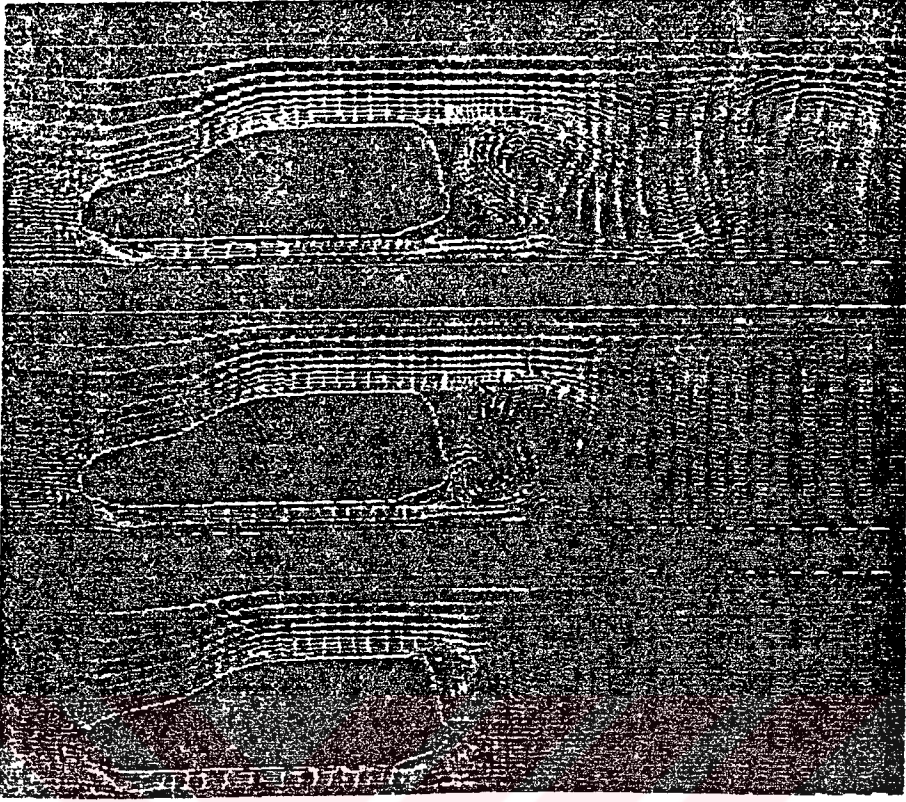
Son on yıl zarfında, PHOENICS bilgisayar kodu, akışkanların analizi, ısı ve kütle transferi ile kimyasal reaksiyon proseslerinin 3 boyutlu simülasyonları için dünya çapında uygulandı. Son yıllarda da bu yazılımın elde ettiği başarılı çalışmalar sonucunda, taşıt aerodinamik simülasyo-

nu üzerinde etkisi olması sağlandı. Şekil 47 ve Şekil 48'de PHOENICS'in 3 boyutlu taşıt aerodinamik yapı simülasyonları görölmektedir. Şekil 49 ve Şekil 50'de ise aynı yazılımla gerçekleştirilmiş 2 boyutlu akış simülasyonları görölmektedir. /32/, /33/

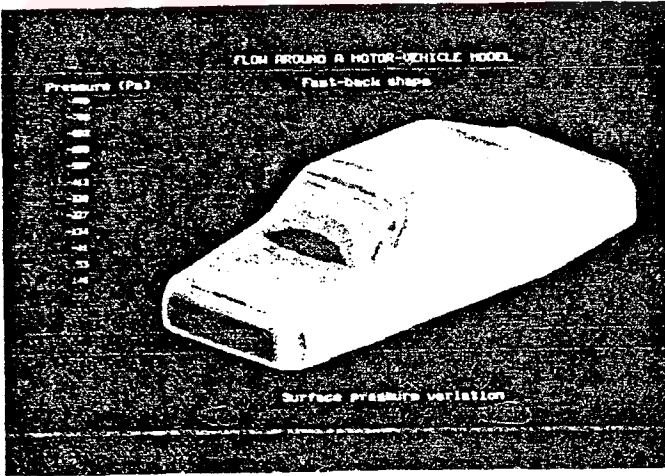


Şekil 45: Yakıt tasarrufuna yönelik bir kamyon tasarımı etrafındaki akışın, PHOENICS yazılımı ile gerçekleştirilmiş simülasyonu. /31/

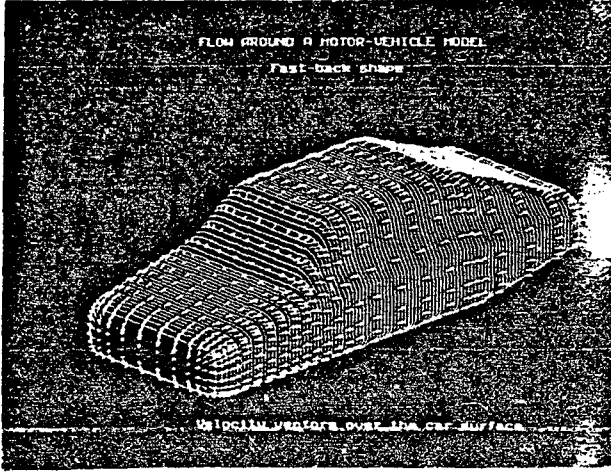




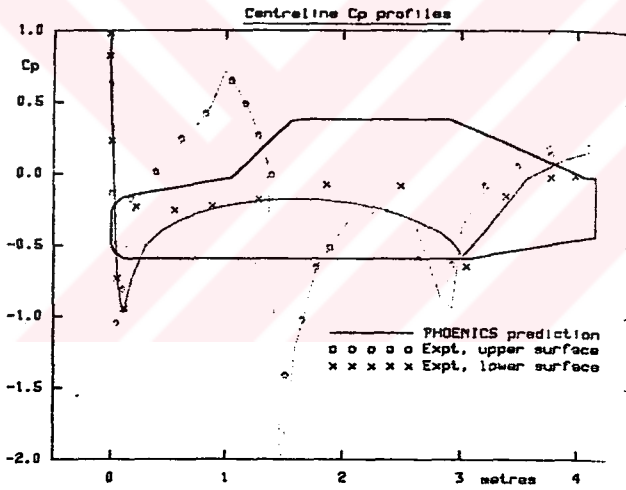
Şekil 46: Bir otomobilin 100 km/h hızla geçişinden sonra oluşan hava akışının, FIDAP kullanılarak analizi. /31/



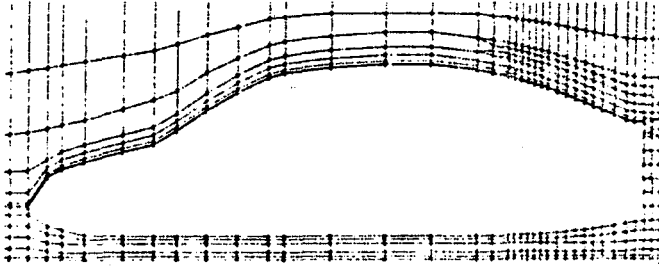
Şekil 47: Araç üzerinde tahmin edilen basınç dağılımı. /32/



Şekil 48: Araç yüzeyinde tahmin edilen akış. /32/

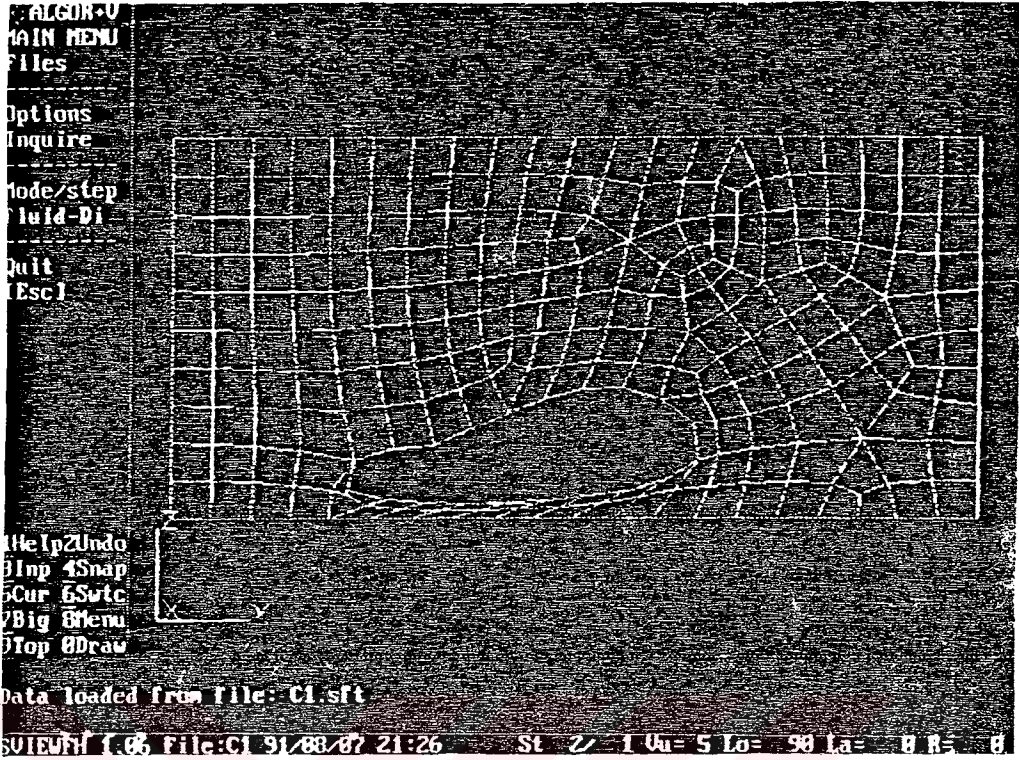


Şekil 49: 2 boyutlu olarak gerçekleştirilmiş merkez hattı basınç katsayısı profili. /32/

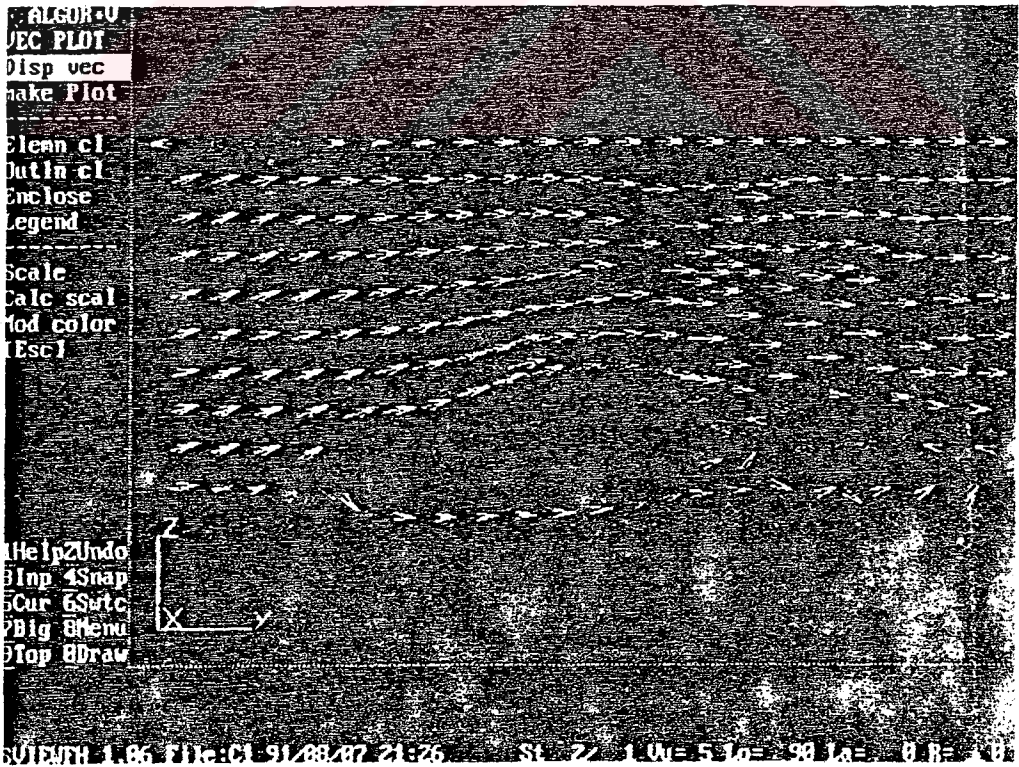


Şekil 50: Otomobil gövdesinin aerodinamik şeklinin 2 boyutlu akış simülasyonu. /33/

Şekil 51'de küçük bir van tipi aracın basit profili verilmiştir. Bu analiz, 2 boyutlu bir modele göre profil değişimlerinin, hız, basınç, ve türbülans profillerini nasıl etkilediğini görmek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Analiz işleyişinde ALGOR SuperFlow yazılımından faydalanılırken, kullanılan van modeli ise SuperDraw II yazılımı ile oluşturulmuştur. Çeşitli simülasyonlar gerçekleştiren bu analizde, hız, basınç ve türbülansın hesaplanmış tüm değerleri ölçülebilir. Şekil 52 hız vektörü planını gösterirken, takip eden Şekil 53 hız konturu planını verir. Şekil 54 ve Şekil 55'de basınç dağılışı ve türbülans oluşumunu göstermektedir. Sonraki şekillerde ise önerilen van modelinin düzeltmeler yapılmış profilinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 56'da düzeltmeler yapılmış yeni gövde profili görülmektedir. Şekil 57, Şekil 58, Şekil 59 ve Şekil 60'da önceki van modelinde olduğu gibi, hız profilleri, basınç dağılımları ve türbülans planı görülmektedir. /34/



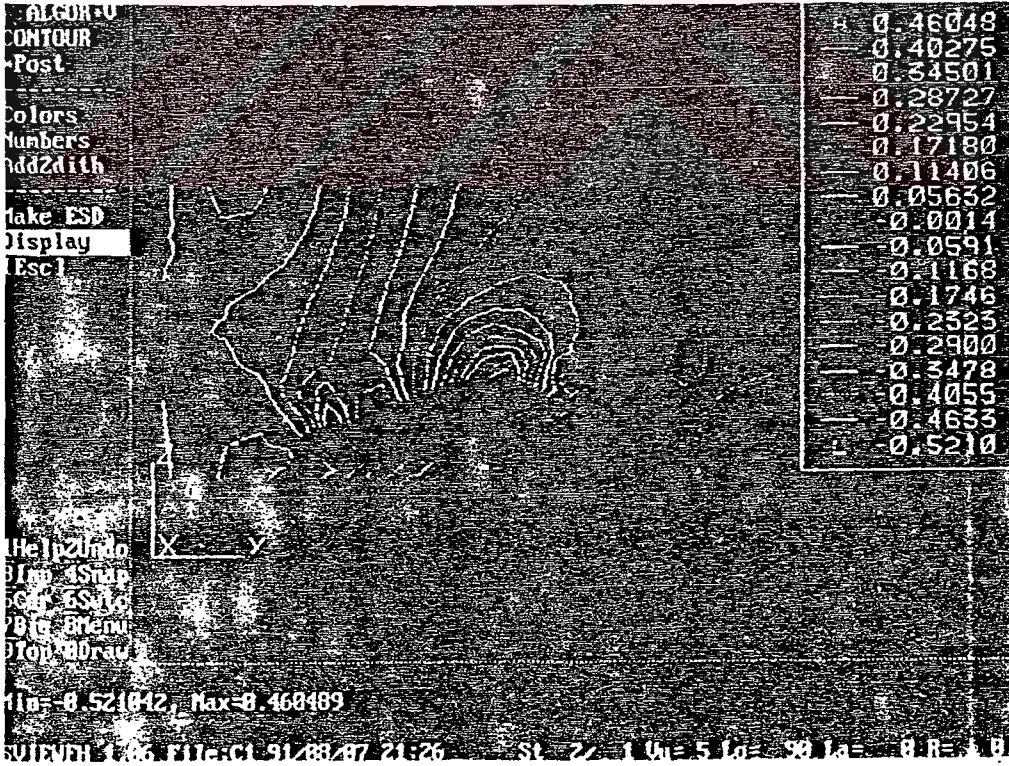
Şekil 51: Küçük bir van model profili sonlu eleman analizi ağı. /34/



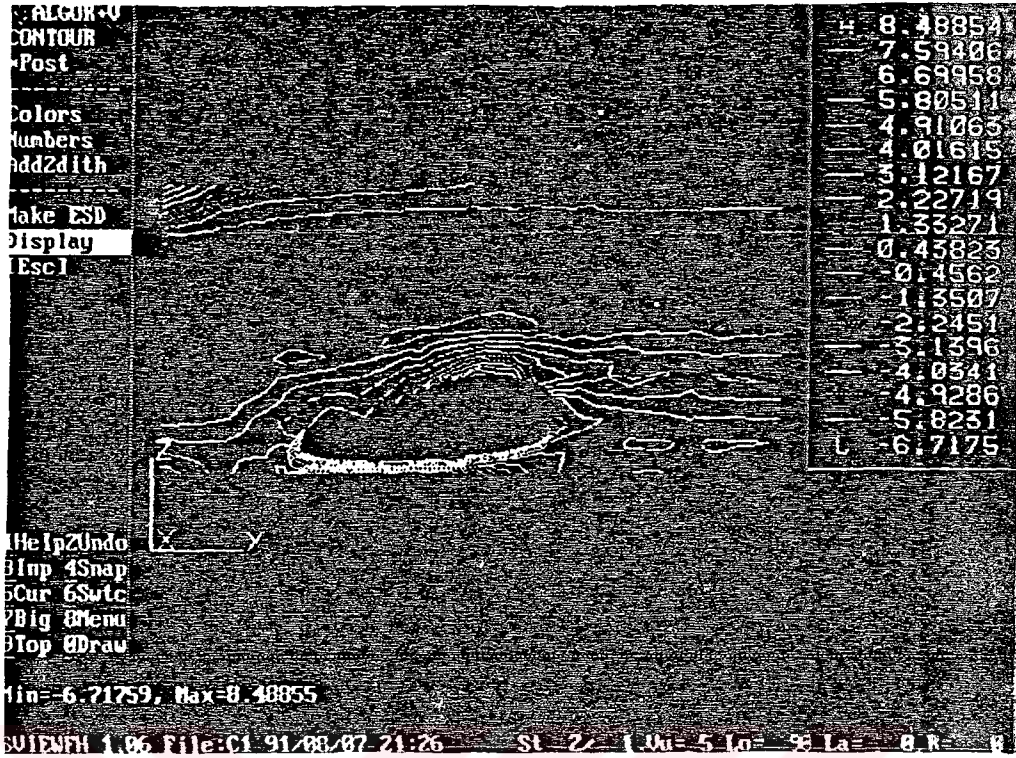
Şekil 52: Van model-hız vektörü planı. /34/



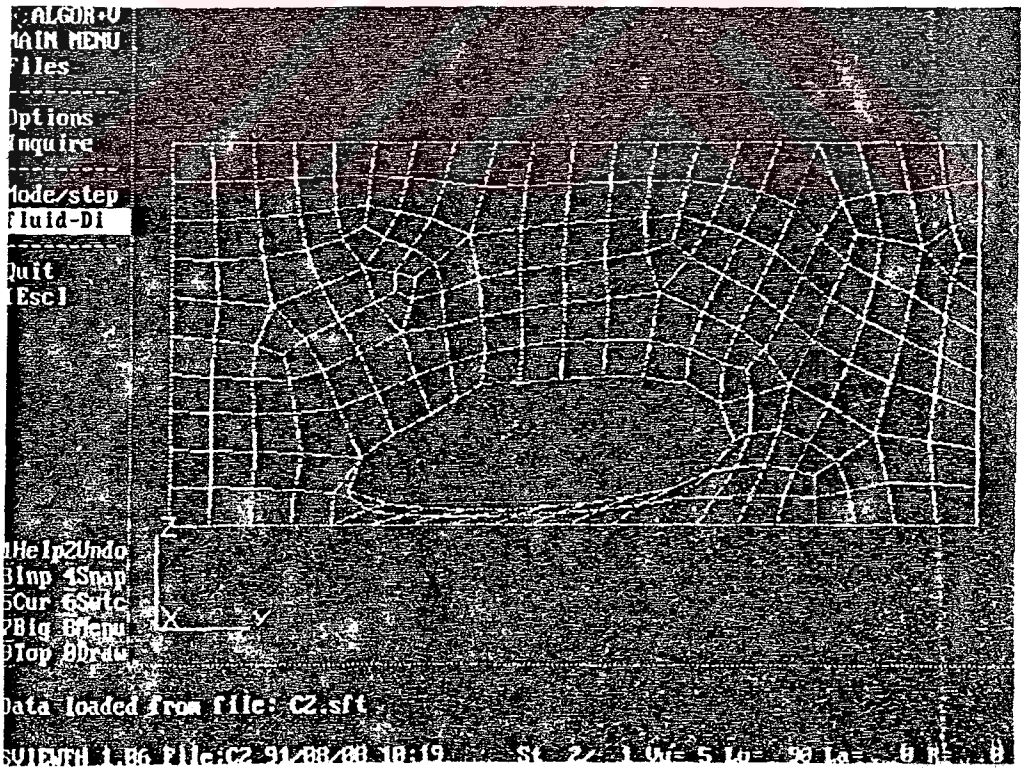
Şekil 53: Van model-hız konturu planı. /34/



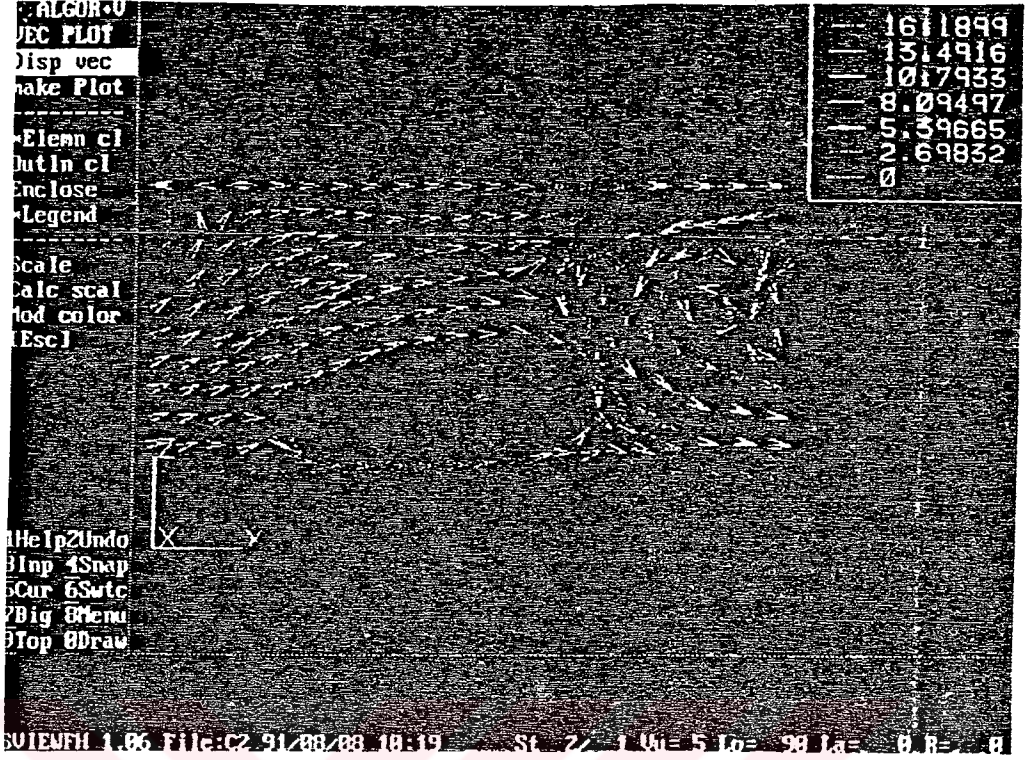
Şekil 54: Van model-basınç konturları. /34/



Şekil 55: Van model-türbülans konturları. /34/

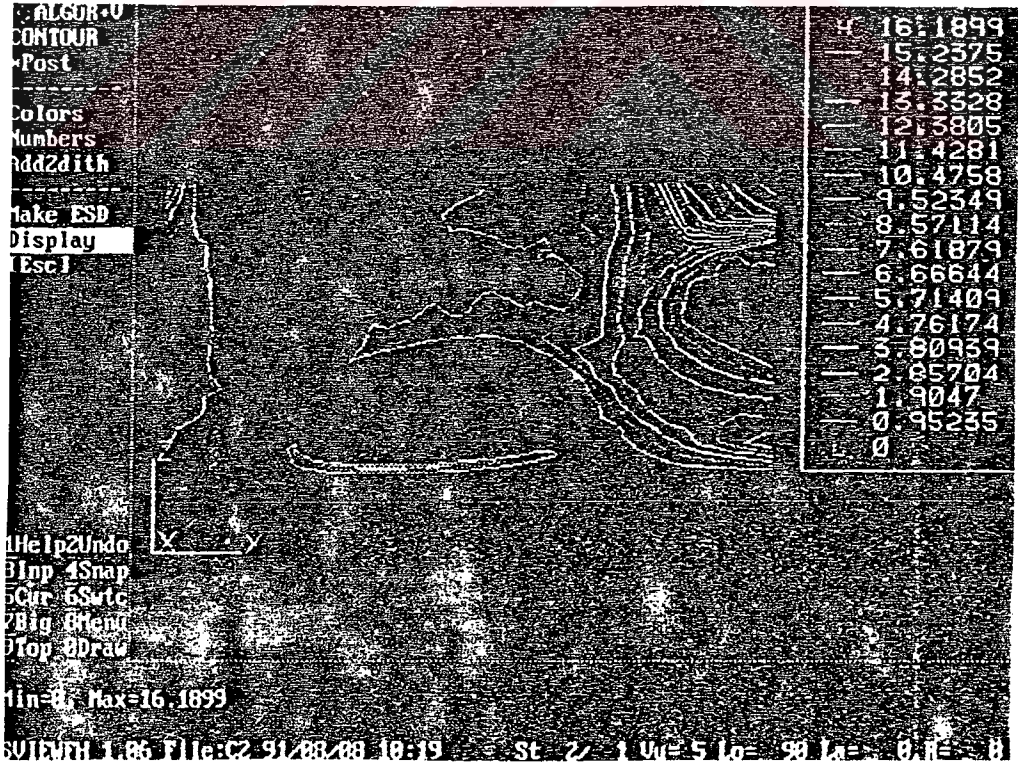


Şekil 56: Düzeltilmiş van model-sonlu eleman analizi ağı. /34/



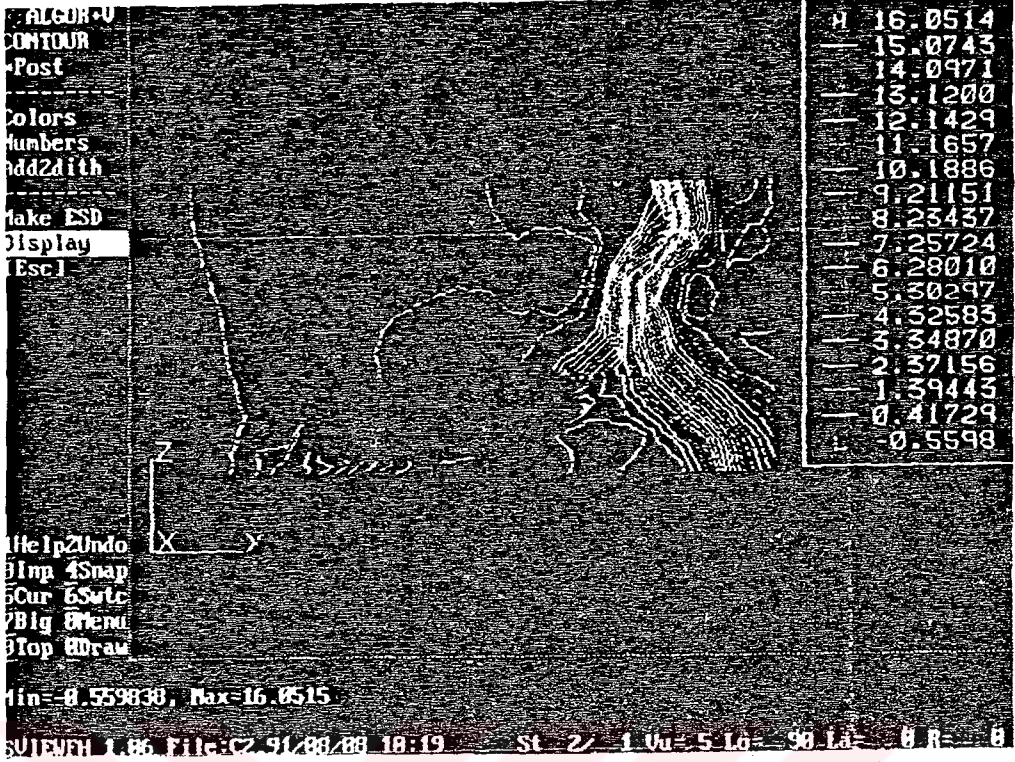
Şekil 57: Düzeltilmiş van model-hız vektörü planı.

/34/



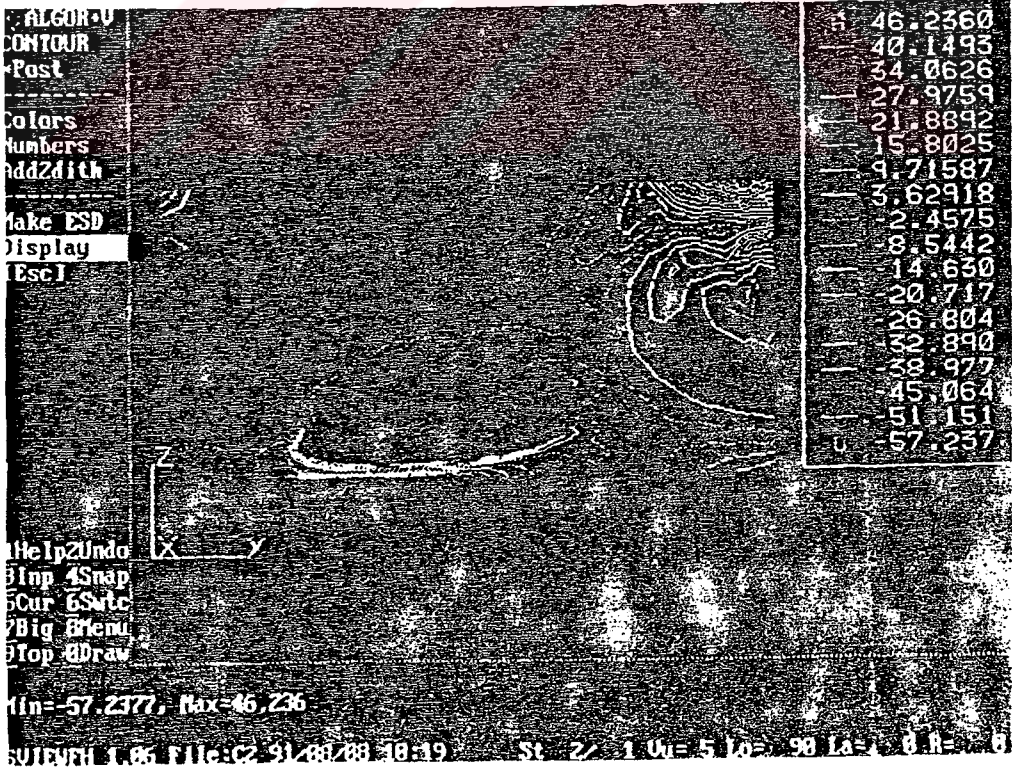
Şekil 58: Düzeltilmiş van model-hız konturu planı.

/34/



Şekil 59: Düzeltilmiş van model-basınç konturları.

/34/



Şekil 60: Düzeltilmiş van model-türbülans konturları.

r1. /34/

5.3 BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMININ BAZI FİRMALARDA UYGULANIŞI

5.3.1 VOLKSWAGEN'DE BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMI /3/

Volkswagen'in Araştırma ve Geliştirme Merkezi, aşağıda sıralanmış olan altı adet sistemi kullanmaktadır:

VWSurf-bütün yüzey geometrisini ele alır.

ICEM (Integrated Computer-Aided Engineering and Manufacturing)-kullanılan bilgisayar destekli tekniklerin, teknik ve idari bilgi akışlarının bütünleştirilmesinde bilgisayar kullanımını sağlar.

CADDS-2, 3 boyutlu tel kafeslerin ve yüzeylerin bilgisayar ekranında görüntülenmesini sağlar.

Euclid-NC makinalara uygun katı modelleme için kullanılır.

CASS (Computer-Aided Styling Sketches)-bilgisayar destekli olarak taslak resimleri oluşturulmasında kullanılır.

ZEISIG-elektriksel devre şemalarının çizilmesini sağlar.

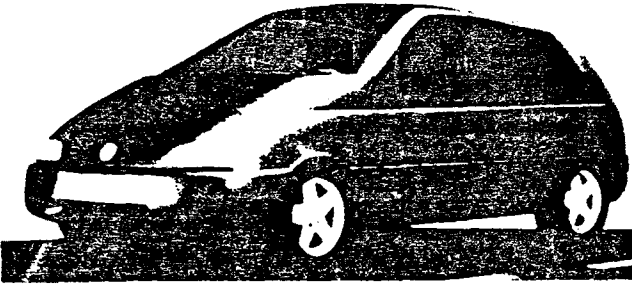
Bu sistemlerden VWSurf, CASS ve ZEISIG, Volkswagen tarafından geliştirilmiştir.

CASS, firma içinde geliştirilen sistemlere ilgi çeken bir örnektir, burada stilistin tasarımla ilgili taslak çizimleri CAD sistemi ile uygun şekilde bütünleştirilir. Plan değişikliğinde ve taslak oluşturulmasında, stil bölü-

müne destek sağlamak ve otomobil dış hatlarının belirtilmesinde kompleks yüzey modellerinin kolay bir şekilde kullanımına olanak vermek için CASS sisteminden faydalanılır. CASS, kil model oluşturulmasından önce gelen dizayn aşamalarında kullanılmak üzere planlanmıştır. Bu sistem, tel kafes resimleri halindeki taslaklardan geliştirilip, renklendirilmiş yüzeyler vasıtası ile bir perspektif görünümü oluşturur. Şekil 61 ve Şekil 62'de bu sistem çıktılarına birer örnek görülmektedir.



Şekil 61: Yeni bir otomobil tasarımının üstten görünüşü. /3/



Şekil 62: Yeni bir otomobil tasarımının perspektif yorumu. /3/

Otomobil firmalarının çoğunluğu, Volkswagen'in CASS sistemini geliştirmiş olması karşılığında, aynı faaliyet alanını dikkate almaktadırlar. Bu firmalar, stil işlemine

yardım amacı ile varolan sistemi geliştirmekten başka, yeni sistemler elde ederek veya yaratarak, bunları diğer kurulmuş CAD birimleri ile bütünleştirmeye çalışabilirler. Sistemlerarası iletişim problemlerine meydan vermemek ve tek bir ana veri tabanı teminine olanak vermek, genişletilmiş bir mevcut sistemin açık olarak görünen üstünlükleridir.

5.3.2 ICEM /35/

Volkswagen, Audi ve Formula-1 Lamborghini'leri gibi Avrupalı markaların son zamanlardaki bazı ürünleri, oluşturulan kil modelleri, alışılmış yollardan daha hızlı şekilde imal edilebilir tasarımlara dönüştürebilecek bir yazılım sistemi ile tasarlanmaktadırlar.

Volkswagen AG (Wolfsburg-Almanya) ile yazılım ve donanım imalatçısı Control Data Corp. (Minneapolis)'nin ortaklaşa geliştirdikleri ICEM sistemi, her tekrar için yeni bir sayısallaştırılmış noktalar kümesi üretme işleminden doğan zaman kaybını ortadan kaldırır. Buna ilaveten, sadece bir başlangıç ve bir son kil model oluşturulmasına ihtiyacı gösterir.

Eskiden bir modeli imal edilebilir bir tasarıma dönüştürme işlemi, stil stüdyolarında bir otomobilin kaporta gibi yüzey şekillerinin bir kil modelden oyulması ile başlardı. Bu model, yüzey noktalarını kaydeden bir algılama ucu ile taranıp sayısallaştırılacak, sayısallaştırılmış noktalarda, tam anlamı ile birleştirilmiş noktalar şeklinde bir CAD modeli inşa edecek tasarım mühendislerine sevk edilecekti.

Control Data'da otomotiv danışmanı olan Ronald Myszkowski'ye göre; bir kil model göze uygunmuş gibi görünebildiği halde, umulduğu kadar düzgün değildir. Sayısallaştırmadan sonra açığa çıkan çözülmesi zor düzensizlikle-

rin, tasarımcılar tarafından uygun hale getirilmeleri zorunludur.

Düzeltilmeler, CAD içerisinde temel nokta bilgilerinden oluşan hatların elden geçirilmesi ile gerçekleştirilir. Bu düzeltilmeler esnasında, tasarımcılar arasına stilistlerin estetik amaçları ile uzlaşmamaktadırlar. Çünkü stilistler ve mühendislerin çalıştıkları çevre koşulları farklılıklar gösterirken, gerçekleştirilen düzeltilmelerin stüdyolara dönüşü ve uygulanmalarıda güçlükler oluşturmaktadır. Kil modeller, hazırlanabilmeleri için birkaç hafta gibi bir zamana ihtiyaç gösterirler. Yeni modeller, yeni düzen-sizlikler ve hatalar içerebilecekleri için yeniden sayısallaştırılmak zorundadırlar.

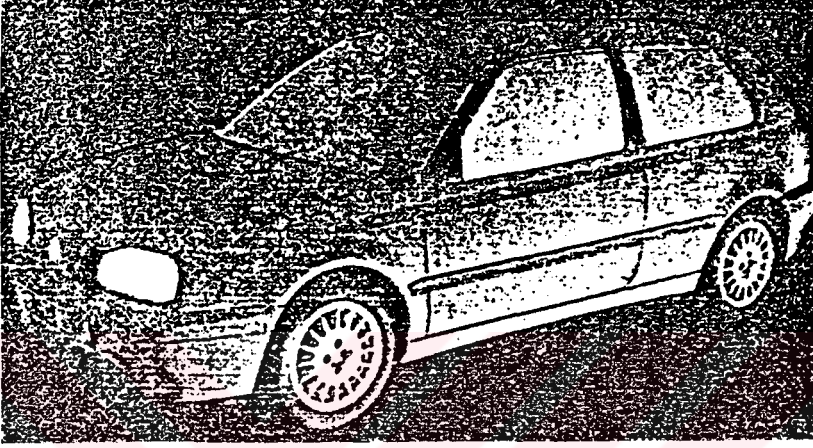
Volkswagen ve Control Data, bazı otomotiv firmalarının yaptıkları gibi, dizayn yazılımlarını ticari kuruluşlardan edinmektense, Hannover'da ICEM'i geliştirmeye çalışmışlardır. Bu sistem, orijinal bilgileri değiştirmeksizin yüzeyler meydana getirerek, sayısallaştırılmış noktaları kullanmaktadır. Bundan başka, birçok alternatif dizayn, her tekrar için yeni bir sayısallaştırılmış noktalar kümesi meydana getirilmeden oluşturulabilir. Böylece tasarım, yalnız bir defada hem sanatsal hem de mühendislik istekleri yerine getirerek sonuçlanır.

1992 yılında üretilen Golf, Passat ve Corrado'nun en son modellerini içeren Volkswagen otomobillerinin bir bölümünde ICEM sistemi kullanılmıştır. 1992 Audi 100'ün dış yüzeylerinin, iç ve dış panellerinin tasarımında da 1992 Audi Coupe ve Cabriolet Convertible'da olduğu gibi ICEM kullanılmıştır.

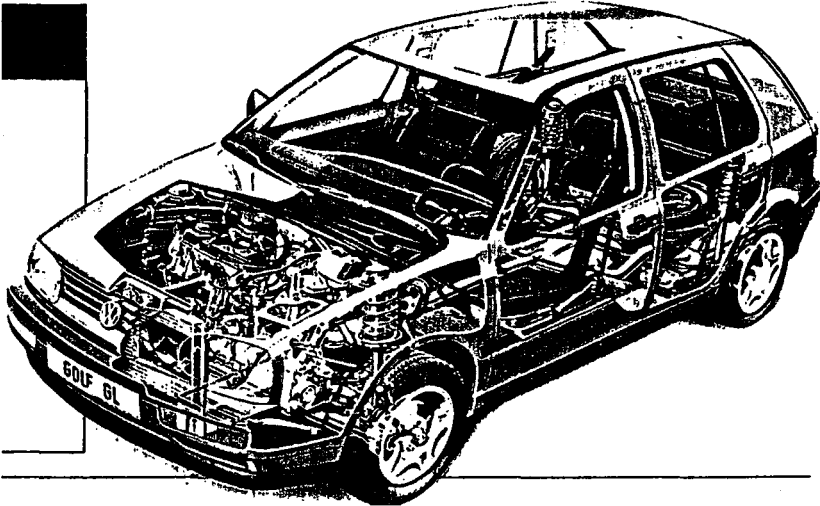
Control Data, ICEM sistemini Volkswagen'den başka firmalarada ICEM Surf olarak pazarlamaktadır. Birleşik Devletler'de ise şu sıralar Ford Motor Co., gelecek için

orta sınıf bir otomobilin yüzey tasarımı için kullanılmak üzere ICEM Surf sistemini değerlendirmektedir.

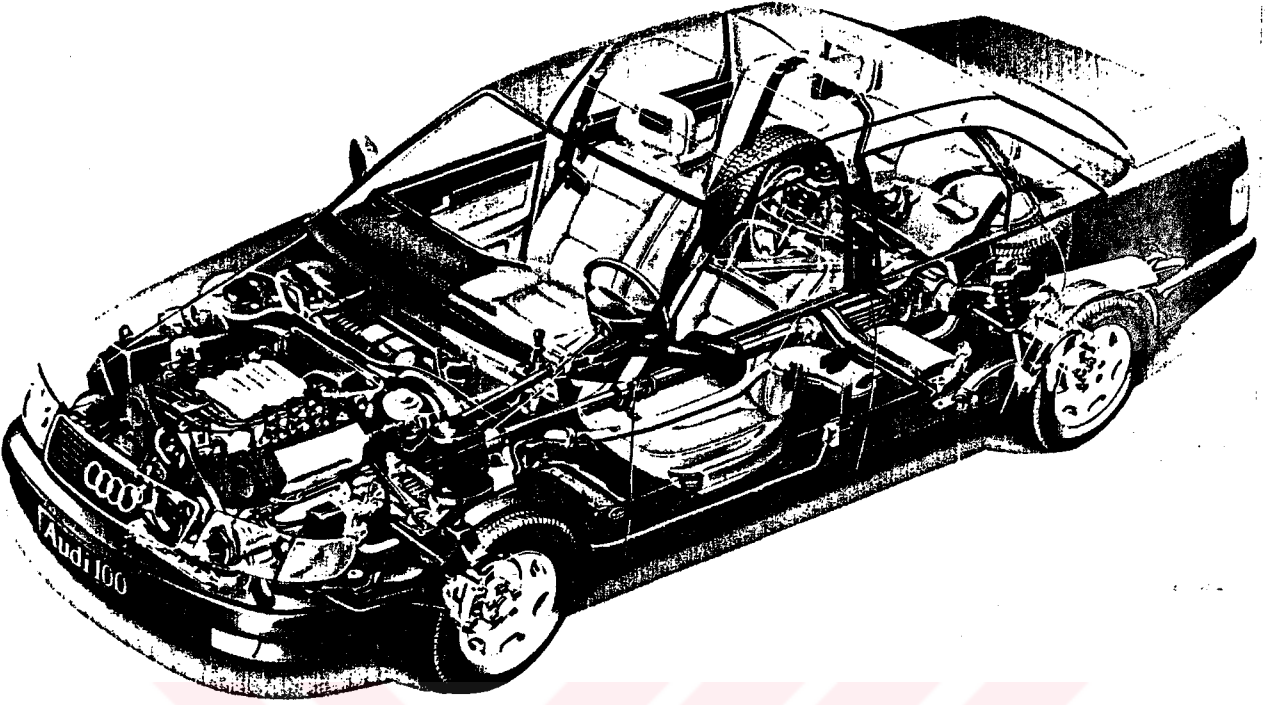
Şekil 63, Şekil 64 ve Şekil 65'de, ICEM sistemi ile gerçekleştirilmiş bazı modeller görülmektedir.



Şekil 63: 1992 Volkswagen Golf'ün ICEM ile gerçekleştirilmiş CAD modeli. /35/



Şekil 64: Control Data ve Volkswagen firmalarının ortaklaşa geliştirdikleri ICEM sistemi kullanılarak tasarlanan ilk otomobillerden olan 1992 Volkswagen Golf. /36/



Şekil 65: Dış yüzeyleri ile birlikte, iç panel tasarımında da ICEM sisteminden yararlanan 1992 Audi 100. /37/

5.3.3 FORD'DA BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMI

/38/

Son yıllarda otomobil imalatçılarının başlıca hedefi, yeni modellerin tasarlanması ve üretilmesi arasındaki zaman sürecini kısaltmaktır. Bu, firmaların pazar eğilimlerine, müşteri beğenilerine ve yeni teknolojilere daha fazla duyarlı olmalarına imkan verir. Birkaç yıl önce, bu zaman süreci 8 yıl dolaylarında belirgin bir şekil göstermekte idi. Günümüzde, batıdaki büyük ve etkili firmalar, bu rakamı 6 yıl civarına indirmişlerdir, hatta elde edilen bu zaman sürecini, Japon firmalarının 3-4 yıllık süreleri ile rekabet edebilecek şekilde, daha da düşük bir seviyeye indirmek yönünde çalışmalar yapmaktadırlar.

Ford'un dizayn programından sorumlu yöneticisi Claude Lobo'ya göre; geçmişteki araç gelişimi, ardı ardına

dizilmiş işlemlerden oluşan seri şeklinde bir aşama göstermekte idi. Yeni grafik yaklaşımlar, simültane mühendisliğine olanak verir, böylece zaman ve tasarrufu sağlanır. Ford yöneticileri, yeni bir model için harcanan zamanı 64 aydan 48 aya indirebilecekleri görüşündedirler. Bu görüşe göre, hatları belirlenmiş yeni bir Ford otomobil ilk taslağının yapılmasından 4 yıl sonra piyasada olacaktır.

Bu görüşler doğrultusunda geliştirilen DCS (Design Computer System-Dizayn Bilgisayar Sistemi), Cologne yakınlarındaki Merkenich'de bulunan Ford Araştırma ve Geliştirme Merkezi ile Essex'deki Dunton Araştırma ve Geliştirme Merkezi tarafından, 4 yıl süren bir çalışma sonucu oluşturulmuştur.

Yeni DCS sistemi üç ana birimden oluşmaktadır: Ford ile Japon Shima Seiki ortak çalışması sonucu geliştirilen, 2D Paint System (2 Boyutlu Boyama Sistemi); Sony ile beraber geliştirilen HDVS (High Definition Vision System-Yüksek Tanımlamalı Görüntü Sistemi); Ford'un Evans and Sutherland of Salt Lake City ile çalışması doğrultusunda geliştirilen, 3 boyutlu dizayn yaklaşımı CDRS (Conceptual Design and Rendering System-Fikirsel Dizayn ve Yorum Sistemi).

Bu üç birim, tasarımcıya bilgisayarla 3 boyutlu dizaynlar üretmeye imkan veren, geniş bilgisayar grafik sistemlerine entegre edilmiştir. Bu tasarımlar, ayrıntılı matematiksel ve geometrik içerikleri ile teknik tasarımcıya temel oluştururlar. Tasarımların ekran üzerindeki fotografik kalitesi ve aslı ile aynı ölçüdeki görüntüsü, onların kontrol edilebilmelerine ve değerlendirilebilmelerine imkan tanır. Sistemin, kararları çabuklaştırmak için, imalat mühendislerinin tasarım bilgilerine erken yaklaşımına, alternatif ve düzeltmelerin çok kısa zamanda gösterimine olanak vermesi de aynı derecede önemlidir.

Boyama Sistemi, fotografik kalitede görüntü üretir ve tasarımcının çalışma alanını esaslı bir şekilde değiştirir. Tasarımcı, kağıt üzerinde taslak çizimler yerine, bilgisayar ekranında gerçekçi tasarımlar üretmek amacı ile tablet üzerinde kablosuz bir sayısallaştırma kalemi kullanır. Tasarımcı, ana menüdeki 16 milyon renkten bir seçim yapma ve püskürtme boya veya boyaya daldırma gibi teknikleri simüle edebilme şansına sahiptir. Ekrandaki otomobil taslağı, kullanıcı tarafından ekranın farklı bölgelerinin küçültülmesi veya büyültülmesi yolu ile, ustalıkla geliştirilebilir. Ulaşılan her aşamadaki taslaklar ve şekiller hafızaya kaydedilebilir. (Şekil 66).



Şekil 66: Ford'un Boyama Sistemi tasarımcıya geniş bir renk seçme alanı sunarak, fotografik kalitede görüntüler üretilmesini sağlar. /38/

2 boyutlu tasarım, Boyama Sistemi aşamasından, CDRS' e nakledilir ve 3 boyutlu bir model şekline dönüştürülür. Sistem, CDRS verileri ile konvansiyonel CAD verilerinin bir ağ oluşturmaya imkan verir. Bu nedenle CAM (Computer-Aided Manufacturing-Bilgisayar Destekli Üretim), konstrüksiyonla ilgili araç gövde bilgileri için direkt bir yaklaşıma sahip olur. Böylece yeni sistem, geliştirme ve imalat mühendisleri için birlikte çalışabilme fırsatı sunar, buna bağlı ola-

rakda geliştirme süresi azaltılır.

HDVS ise, tamamlanmış görüntünün aslı ile aynı boyutta büyük bir ekran üzerine yansıtılmasına izin verir. Yüksek-tanımlama sisteminin avantajı, üstün karar kabiliyeti sağlamasında yatar. Bu sistem, her bir görüntü için 2 milyonun üzerinde raster noktaya sahiptir ve bu sayı konvansiyonel bir ekranınkinden beş kez daha büyüktür. Görüntünün yüksek kalitesi, kolaylıkla düzeltme ve görüntü alternatifleri oluşturma kabiliyeti, gelişim periyodu boyunca daha çabuk karar vermek için imkan sağlar.

Ford mühendislerine göre; DCS sistemi henüz başlangıç aşamasındadır ve yapılan çalışmalarla çok daha sofistike bir şekle girecektir.

5.3.4 GM VE CHRYSLER'DE BİLGİSAYAR DESTEKLİ OTOMOBİL TASARIMI /39/

1960'ların ortalarında GM ön cam tasarımında kullanılmak üzere, IBM ile birlikte geliştirdikleri, grafik sistemi kullanarak CAD'e doğru yöneldi. Ford ve Chrysler firmalarında, kendi sistemleri ile birkaç yılın içinde aynı uygulamaya geçtiler.

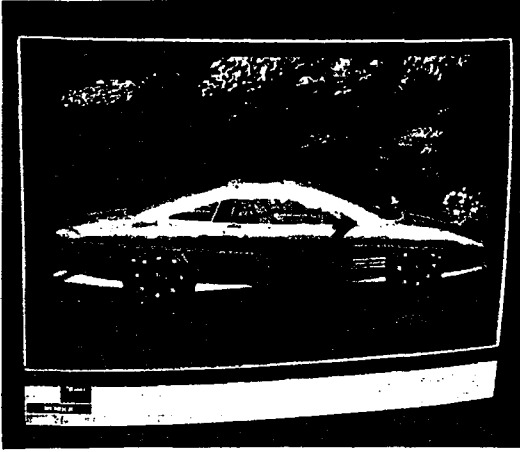
Günümüzde bilgisayarlar, önemli stil aşamalarının tamamında düşük seviyede bir ilerleme kaydettikleri halde, tasarım prosesinin büyük kısmı ile bir bütün halindedirler. Stilistlerin hemen hemen hepsi, istenen aerodinamik ve estetik yapıları görmek maksadı ile, tasarımların taslaklarını oluştururlar. Şu anda tüm otomobil imalatçıları tarafından sınırlı bir dereceye kadar uygulanabilmiş; bilgisayarda gövde modeli yaratmak, firmaların daha az sayıda kil model oluşturmalarına imkan tanır.

Başlangıçta kil modeller 3/8 ölçeğinde yapılırlar;

daha sonra, hem dış, hem de iç hatların gösterildiği, tam ölçülerdeki modeller oluşturulur. (Şekil 67). Bu tam ölçülerdeki modellerin iç tasarımına; otomobilin koltuklarının kumaş ile kaplanması bile dahildir, yani gerçekleştirilen modelin iç bölümü, satışa sunulan bir otomobilinki gibi tasarlanıp, döşenir. Bu tür bir konvansiyonel çalışma tarzı, çok miktarda zaman ve para kaybına neden olur. Günümüzde kullanılan gelişmiş yazılımlar ile bilgisayar ekranında canlandırılmış daha çekici modeller oluşturmak mümkündür. (Şekil 68). Bu yazılımların hâlâ gelişme aşamasında olmalarına rağmen, tasarımcıların büyük çoğunluğu, bunların otomobil tasarımının geleceği içinde yattığına inanmaktadırlar. Bir stilist, otomobilin bilgisayardaki gerçekçi görüntüsünün döndürülmesi, hareketli ve farklı renklere sahip muhtelif aydınlatma kaynakları altında; yarı saydam, dokuma, desen, parlaklık gibi özellikler gösteren benzer yüzeyler nedeni ile, ışığın model üzerinde nasıl bir etki yaratacağını öğrenmek isteyebilir. Yazılım, cam, dökme metal, ahşap, boyanmış metal ve çeşitli kumaş tiplerine uygun etkiler gösterecek şekilde kullanılabilir.



Şekil 67: GM stil-dizayn stüdyosu; CAD operatörü bir otomobilin bilgisayar modelini yaratmakta; sol tarafta aynı otomobilin 3/8 ölçeğindeki kil modeli, sağ tarafta ise tam ölçülerdeki kil modeli görülmektedir. /39/



Şekil 68: Yeni bir GM tasarımının bilgisayarla gerçekleştirilmiş görüntüsü, ağaçların otomobil üzerindeki yansımalarını bile göstermektedir. /39/

Bu gelişmelere rağmen, bazı kil modeller tasarım aşamasından çıkarılamayacaklardır. Çünkü, bilgisayar modelleri kil modellerin gösterdikleri bütün ayrıntıları verememektedirler. Chrysler'de yapılan bazı deneylerde bu görüş doğrultusundadır: Başlangıç niteliğinde, rüzgar tüneline test edilen 3/8 ölçekli kil model, otomobil aerodinamik yapısı ile ilgili somut bir ifade vermiştir. Geliştirme aşamasında yazılım ile gerçekleştirilen aerodinamik analizlerde ise otomobilin hava direncinin tam bir benzeri sonuç elde edilememiştir. Tünel testi ile ilgili akla yakın ilaveler yapılacak olsa bile, birkaç kil model kullanımı zorunludur.

Bitirilmiş ve kabul edilmiş kil modelin yüzeyi, koordinat ölçme makineleri veya lazer tarayıcıları ile sayısallaştırılarak, elde edilen veriler bilgisayara aktarılır. Model yüzeyindeki arızalardan doğan ve sayısallaştırma işleminde ortaya çıkan hatalar matematiksel olarak giderilir. Sonuçta elde edilen form, geometrik model için bir temel oluşturur.

5.3.5 VOLVO'DA CATIA YAZILIMI İLE OTOMOBİL DIŞ TASARIMI /40/

Volvo firmasının araştırma ve geliştirme bölümü tarafından kapsamlı bir şekilde kullanılan CATIA, 2 ve 3 boyutlu tasarımlar geliştirmeye uygun bir sistemdir. Bu sistem, ilk olarak Fransız Dassault Systems kuruluşunca geliştirilmiştir. CATIA modüller bir yapıya sahip olduğu için birçok uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

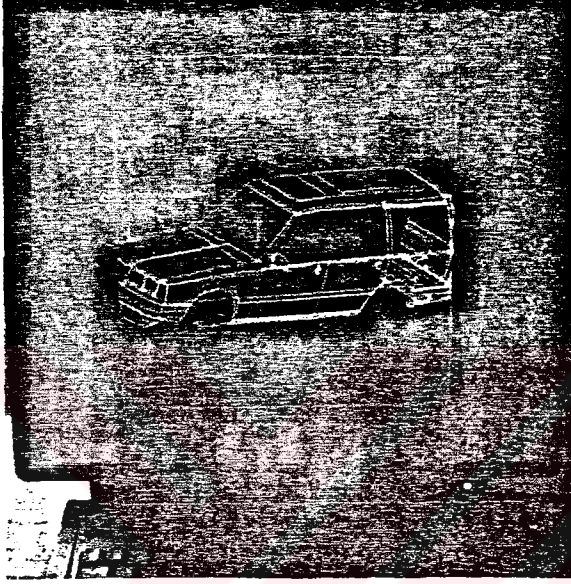
Volvo, CATIA Drafting birimi ile gerçekleştirdiği 2 boyutlu tasarımları, aynı sistemin diğer modülleri yardımı ile 3 boyutlu modellere dönüştürebilmektedir. Volvo'nun geometrik modelleme olanaklarının kaynağı sayılan bu uygulama, 2 ve 3 boyutlu tel kafes model oluşturabilme olanakları sunmaktadır. Sistem oluşturulan modellerin geliştirilmesini sağlayabilecek birimlere sahiptir. Böylece Volvo tasarımcıları, az sayıda basit elemanlar kullanarak karmaşık yüzeyleri tanımlayabilirler.

Gerçekleştirilen CAD modelleri, sistemin görüntü tasarımı yazılımı vasıtası ile gerçekçi görüntülere çevrilirler. Işık geçirmezliği, yarı saydamlık veya saydamlık, yansıtma gibi özelliklerin tanımlanabilmesi ile, araç modelinin yüzeyine gerçekçi nitelikler kazandırılmış olur.

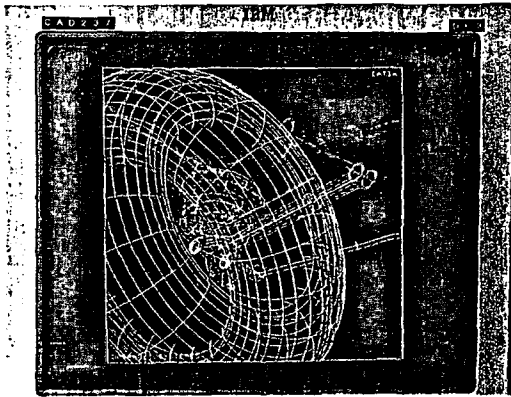
CATIA'nın simülasyon amaçlı olarak yaratılmış, gelişmiş yazılımlarının diğer birimlerle tümleşik bir şekilde çalışması ile; çeşitli mekanizmaların simüle edilip, sonuçlarının analizine imkan tanınmış olur.

Oluşturulan otomobil tasarımının, katı modellerinin yaratılması, geliştirilmesi ve analiz edilmesi amacı ile, katı modelleme yazılımı CATIA SOLIDS ve 3 boyutlu tasarım yazılımı birlikte kullanılır.

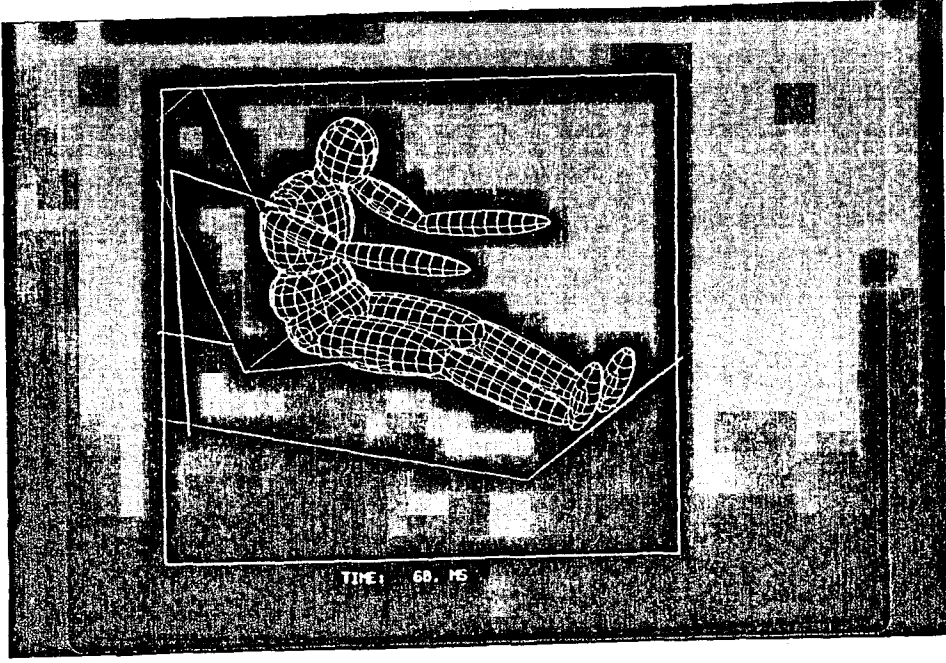
Volvo'nun kullandığı bu sistem, tümleşik yapıda bir CAD sistemi olduğu için, otomobilin tasarım aşamasında harcanan süre ve para daha az olmaktadır. Aşağıda verilen şekillerde; CATIA ile gerçekleştirilmiş bazı çalışmaların, bilgisayar ekranına yansıyan yorumları görülmektedir.



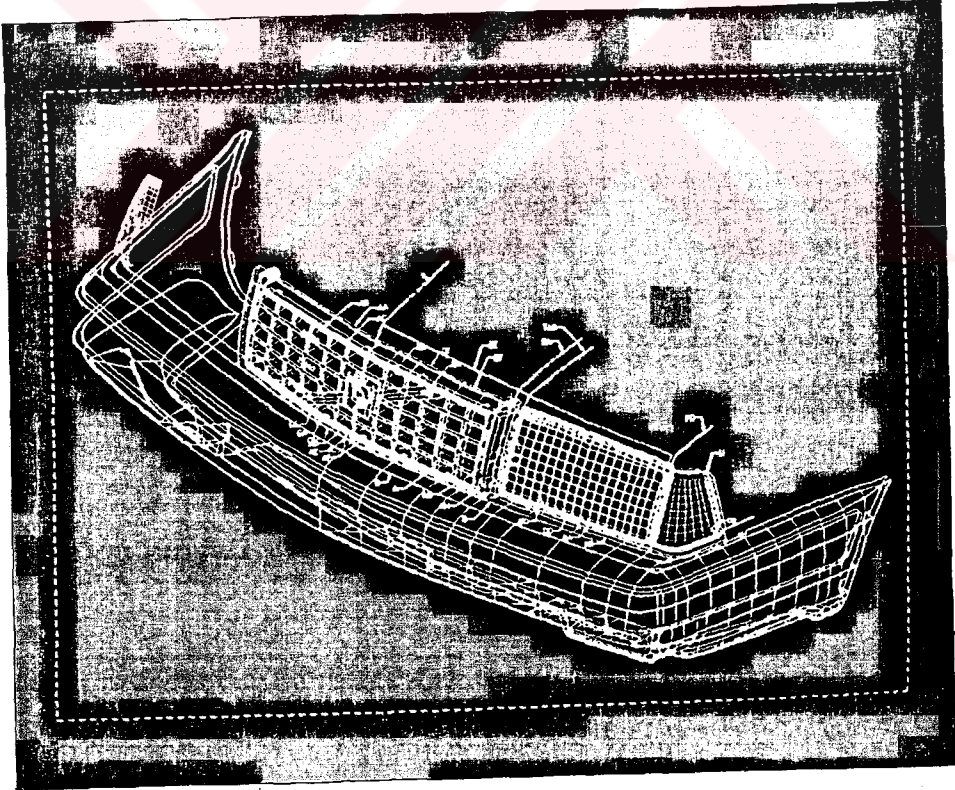
Şekil 69: Volvo'nun 940 stationwagon modelinin CATIA yazılımı ile gerçekleştirilen tel kafes modeli çalışmaları.
/40/



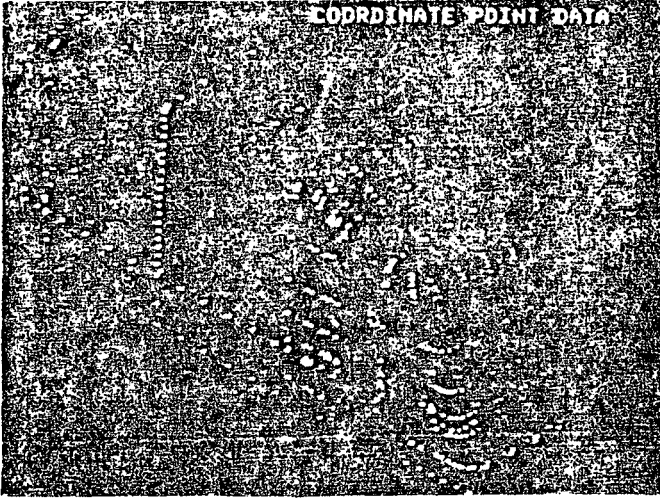
Şekil 70: Volvo modellerinin bağımsız arka tekerlek süspansiyon sistemlerinin, CATIA yazılımı ile simülasyonu.
/40/



Şekil 71: Volvo'nun 3-nokta emniyet kemeri simülasyonu. /40/

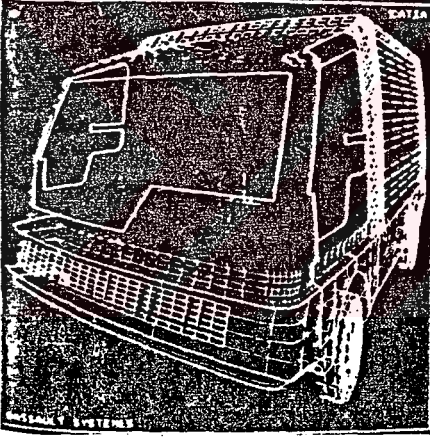


Şekil 72: Volvo 460 modelinin ön yüzeyine etki eden kuvvetlerin CATIA yazılımı ile incelenmesi. /40/

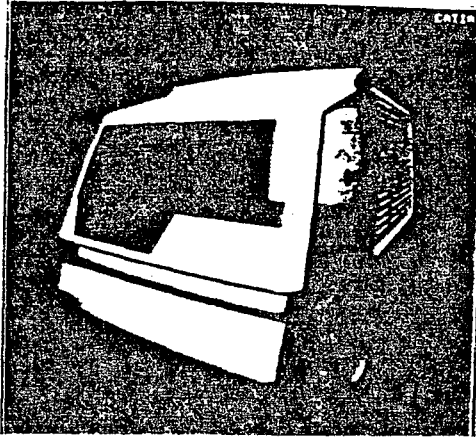


Şekil 73: Modelin koordinat noktalarının gösterimi.

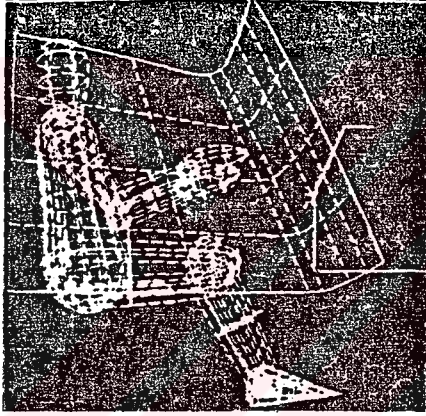
/41/



Şekil 74: Gövdenin tel kafes görünümü. /41/



Şekil 75: Yüzeyleri oluşturulmuş gövde modeli. /41/



Şekil 76: 3 boyutlu tasarım yazılımı ile oluşturulmuş ergonomi simülasyonu. /41/

6. OTOMOBİL TASARIMINDA ÖNEMLİ BOYUTLARIN BELİRLENMESİNDE BİR YAKLAŞIM

6.1 OTOMOBİL MODELLERİNDE ANA BOYUTLAR

Otomobil tasarımı prosesinde, temel spesifikasyon ve nitelikler listesinin çıkarılmasından sonra, konu ile ilgili taslakların geliştirilmesine geçilir. Ancak bu aşamada oluşturulan ilk taslaklar, aracın gerçek boyutlarına sahip değildirler. Oluşturulan taslak çizimler, yönetim tarafından değerlendirilerek, kullanılan yollar, aracın sahip olması gereken görünüşün ifade ediliş şekli ve benzerliği incelenir. Bu aşamada, önerilen mekanik ve ergonomik ihtiyaçlar, tasarım ekibinde görüşülüp, uygun görülen değişiklikler gerçekleştirilir. Aynı paralelde idari bölüm, tüm program ayrıntılarını çıkararak, kesin talimat ve nitelikleri belirler. Araçla ilgili olarak belirlenen bu nitelik ve talimatlar, tasarımın daha sonraki evrelerinde çok büyük değişiklikler göstermezler. Ancak yasal, fiziksel ve mühendislik zorlamaları, birbirleri ile bütün haline getirerek bir tasarım oluşturmak amacıyla, bu aşamadan sonraki işlemlerde ayrıntılı dizayn gelişimi ele alınarak, ana boyutlarda ufak değişiklikler yapılır.

Sonuçta, belirlenmiş olan araç nitelikleri, piyasaya çıkarılacak ürüne ait ana boyutları da kapsayan son ve kesin bilgileri içerir. Bir otomobilin dış tasarımı aşamasında etkili olabilecek ana boyutları, şu şekilde sıralanabilir;

- toplam uzunluk
- genişlik (yan aynalar hariç)
- yükseklik
- dingil açıklığı
- ön ve arka iz genişliği
- ön ve arka çıkıntı

- yerden yükseklik
- yaklaşma ve ayrılış açısı
- tekerlek ve lastik ölçüleri
- ön cam yeri ve açısı
- tampon yükseklikleri
- ergonomi ile ilgili ana boyutlar (omuzun karosere ve diğer yolculara olan uzaklığı, koltukların pozisyonlarına bağlı boyutlar...gibi)

Gerçekleştirilen bu çalışmada, yukarıda verilen otomobil ana boyutlarından;

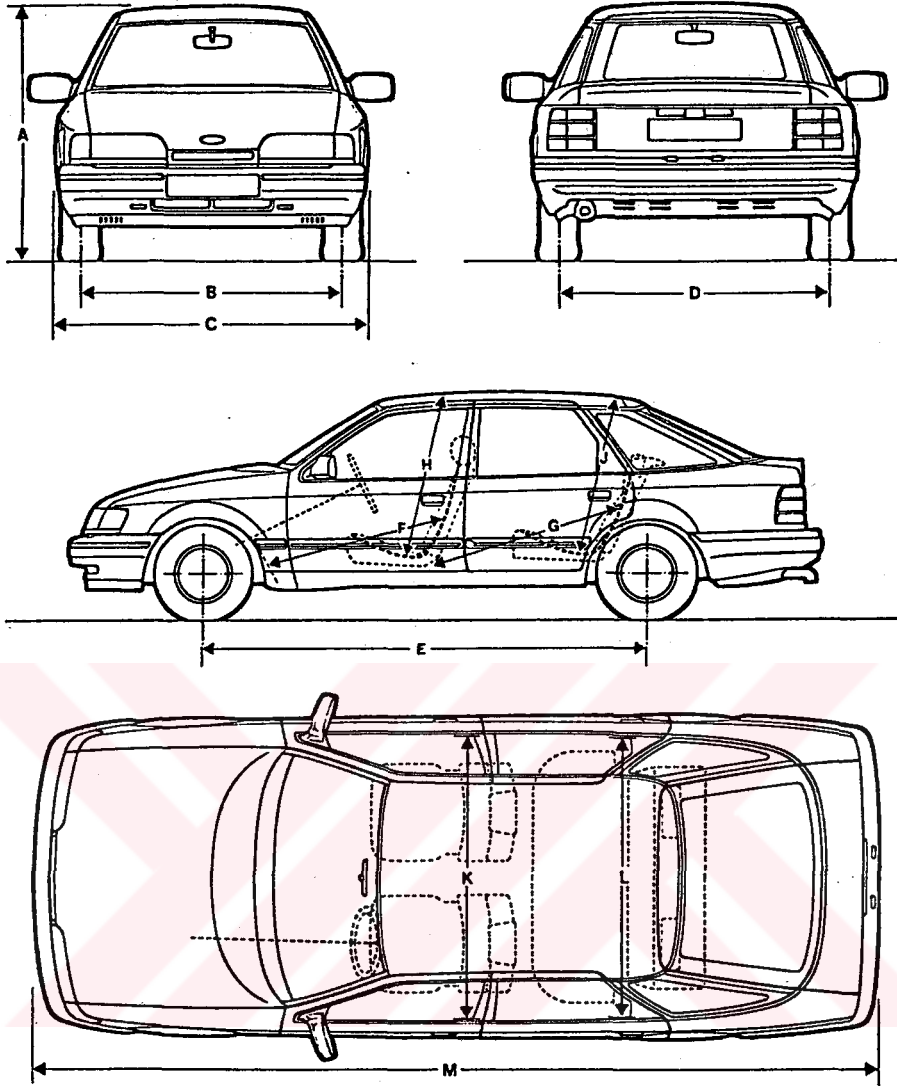
- uzunluk
- genişlik
- yükseklik
- dingil açıklığı
- ön ve arka iz genişliği

ele alınarak, bu önemli boyutların birbirleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Şekil 77'de, bu boyutların üzerinde gösterildiği bir otomobil resmi yer almaktadır.

Şekilde;

M=uzunluk,
 C=genişlik,
 A=yükseklik,
 E=dingil açıklığı,
 B=ön iz genişliği,
 D=arka iz genişliği,

olarak verilmiştir.



Şekil 77: Önemli boyutların üzerinde gösterildiği bir otomobil modeli. /42/

6.2 BAZI MODELLERDE BOYUTSAL İLİŞKİLER

Otomobil tasarımıda önemli boyutların belirlenmesine yönelik olarak geliştirilen bu yaklaşımda, birçok otomobil modelinin sahip olduğu önemli boyutlar veri tabanı olarak kullanılmıştır. Yaklaşımın daha sağlıklı sonuçlar verebilmesi amacı ile otomobiller çeşitli sınıflar halinde gruplandırılarak incelenmişlerdir.

Bu gruplandırma işlemi;

küçük sınıf,
alt orta sınıf,
orta sınıf,
üst orta sınıf/yüksek sınıf,

otomobiller şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu işlem yapılırken küçük sınıfta yer alan coupe otomobiller dışındaki diğer coupe otomobiller, bu gruplara dahil edilmemişlerdir.

Yaklaşımın gerçekleştirilmesinde; 43 adet küçük sınıf, 68 adet alt orta sınıf, 56 adet orta sınıf ve 97 adet üst orta sınıf/yüksek sınıf otomobili içeren toplam 264 adet otomobil modelinin ana boyutları ele alınmıştır. Bu otomobil modellerine ait boyutsal veriler eklerde sunulmuştur.

Boyutsal ilişkilerin kurulmasında kullanılacak olan diyagramların çıkış noktasını, otomobillerin boyut ve sınıflarının belirlenmesinde büyük etkisi bulunan motor hacmi oluşturmaktadır. Her otomobil sınıfı için ilk olarak motor hacmi-uzunluk diyagramları çıkarılmıştır. Oluşturulan bu diyagramların, aşağıda verilen dört farklı matematiksel denkleme uygun düşecek şekilde, Statgraph paket programı ile korelasyon katsayıları bulunmuştur.

X =uzunluk (mm), Y =motor hacmi (lt) olmak üzere;

$$Y=a+bX$$

$$Y=aX^b$$

$$Y=e^{(a+bX)}$$

$Y=1/(a+bX)$ denklemleri kullanılmıştır.

Her otomobil sınıfı için en uygun korelasyon katsayısını veren denklem baz olarak alınmıştır.

Küçük sınıf otomobiller için oluşturulan, motor hacmi-uzunluk diyagramına (Şekil 78) göre en uygun korelasyon katsayısını veren denklem;

$$y=e^{(a+bX)}$$

olarak belirlenmiştir. Burada,

$$a=-1.17406, b=0.00037464$$

olarak bulunmuştur.

Alt orta sınıf otomobiller için oluşturulan, motor hacmi-uzunluk diyagramına (Şekil 79) göre en uygun korelasyon katsayısını veren denklem;

$$y=aX^b$$

olarak belirlenmiştir. Burada,

$$a=0.00020915, b=1.07059$$

olarak tespit edilmiştir.

Orta sınıf otomobiller için oluşturulan, motor hacmi-uzunluk diyagramına (Şekil 80) göre en uygun korelasyon katsayısını veren denklem;

$$Y=1/(a+bX)$$

olarak belirlenmiştir. Burada,

$$a=1.74359, b=-0.000270469$$

olarak bulunmuştur.

Üst orta sınıf/yüksek sınıf otomobiller için oluşturulan, motor hacmi-uzunluk diyagramına (Şekil 81) göre en uygun korelasyon katsayısını veren denklem;

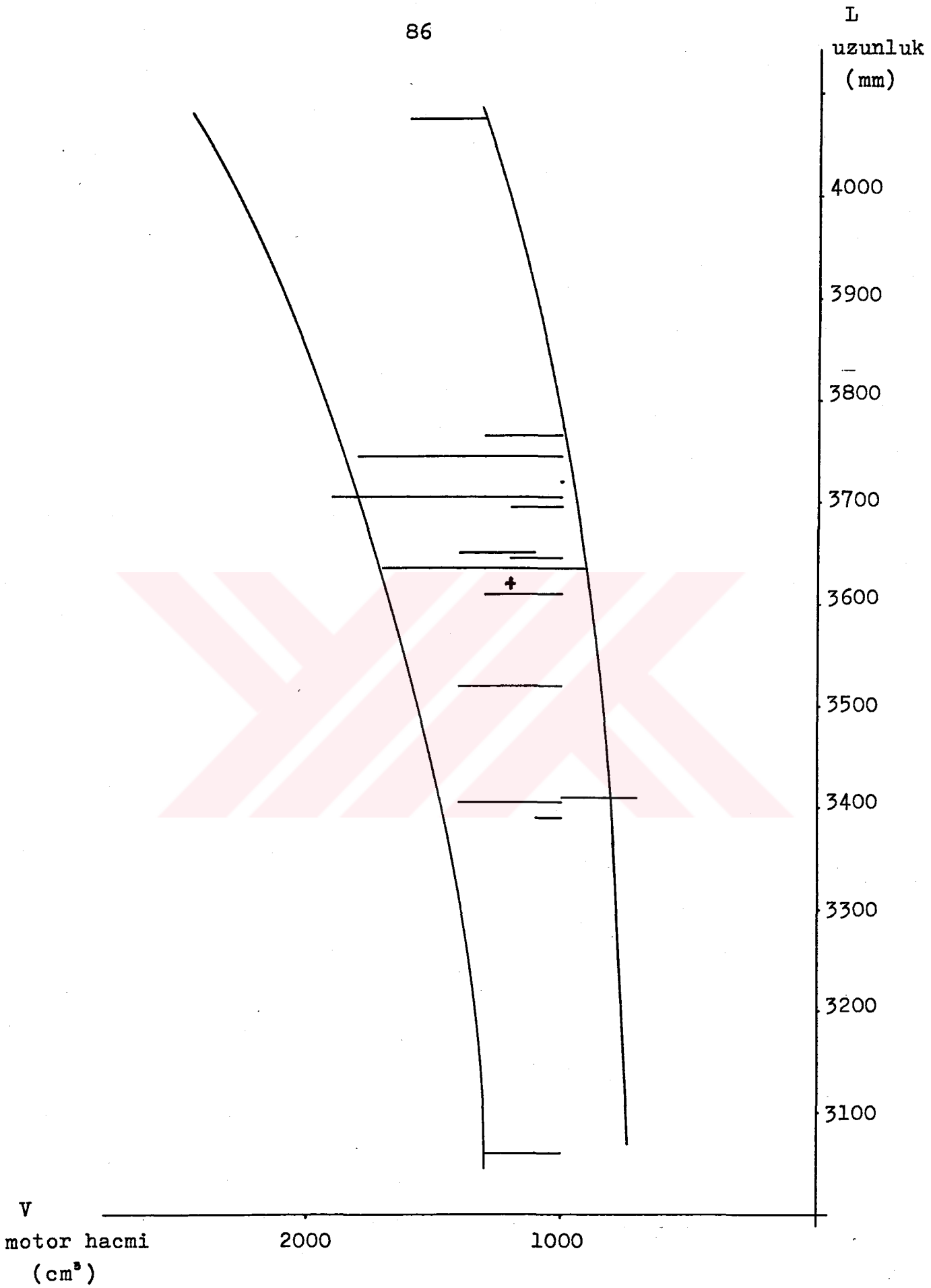
$$Y=a+bX$$

olarak belirlenmiştir. Burada,

$$a=-12.8367, b=0.00326646$$

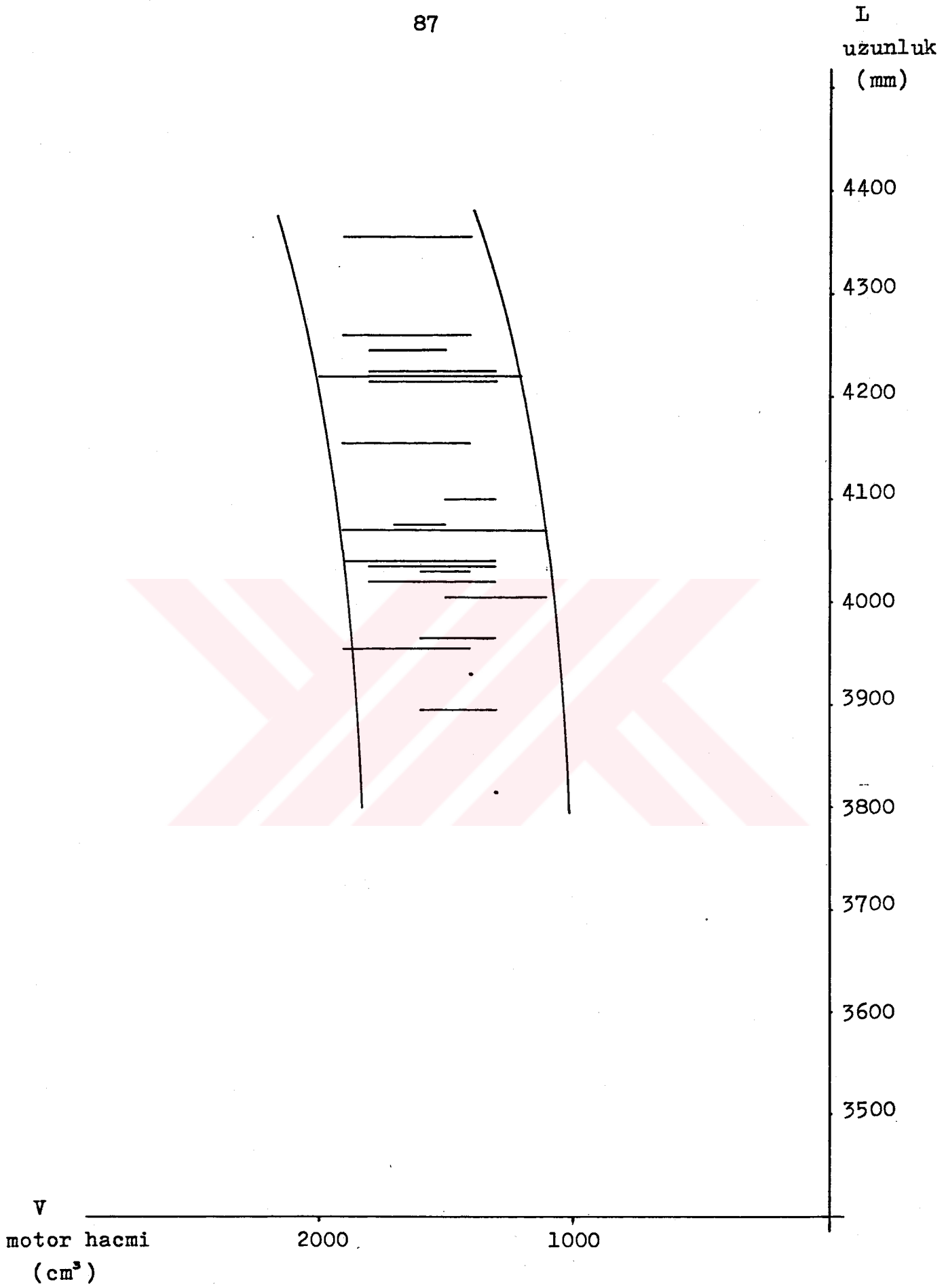
olarak bulunmuştur.

Bu analizlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda; eklerde bulunan boyutsal verilerin kullanımı ile gerçekleştirilen, genişlik-uzunluk, yükseklik-uzunluk, dingil açıklığı-uzunluk, ön ve arka iz genişliği-uzunluk, motor hacmi-genişlik, motor hacmi-yükseklik, motor hacmi-dingil açıklığı, motor hacmi-ön ve arka iz genişliği diyagramlarının oluşturdukları alanlara bağlı olarak önemli boyutlar belirlenebilir.



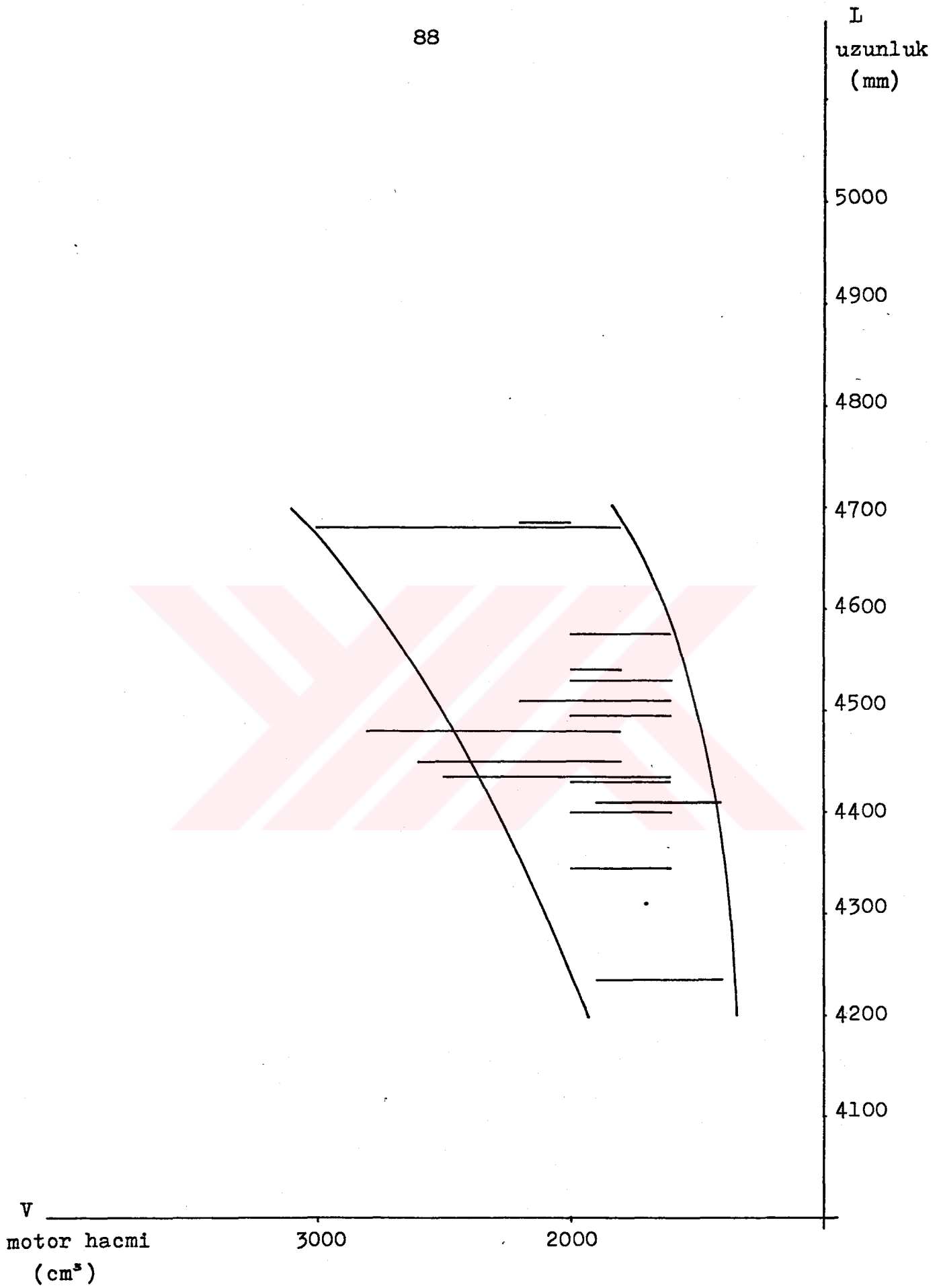
Şekil 78: Küçük sınıf otomobiller için;

V-L diyagramı



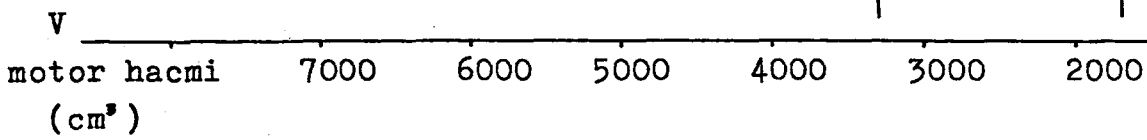
Şekil 79: Alt orta sınıf otomobiller için;

V-L diyagramı



Şekil 80: Orta sınıf otomobiller için;

V-T. diyagramı



Şekil 81: Üst orta sınıf/yüksek sınıf otomobiller için;

V-L diyagramı

7. YENİ YAKLAŞIMDAN FAYDALANARAK CAD İLE MODEL TASARIMI VE GELİŞİMİ

Gerçekleştirilmiş olan bu yaklaşım kullanılarak, yeni bir otomobil tasarımı meydana getirilmiştir. Tasarlanan araç şu anda bazı firmaların üretmediği ancak ilerki yıllarda imal etmeyi düşündükleri türde küçük sınıf bir otomobil olarak planlanmıştır. Burada gerçekleştirilen model, sözü edilen bu firmalardan biri olan ve günümüzde küçük sınıf bir otomobil modeli üretmeyen BMW'nin stil tabanına bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir.

Tasarlanan model için motor hacmi 1.2 lt olarak düşünülmüştür. Küçük sınıf otomobiller için en uygun korelasyon katsayısını veren denklem;

$$Y=e^{(a+bX)}$$

olarak belirlenmişti. Burada,

$$a=-1.17406, b=0.00037464 \text{ ve } Y=1.2$$

olduğuna göre, otomobilin toplam uzunluğu;

$$\ln Y=(a+bX)$$

$$X=(\ln Y-a)/b$$

$$X=(\ln 1.2+1.17406)/0.00037464$$

$$X=3620 \text{ mm}$$

olarak bulunur. Bulunan bu uzunluk değeri Şekil 78'de elde edilen alanın içinde kalmaktadır.

Genişlik-uzunluk diyagramı (Şekil 82) ve motor hacmi-genişlik diyagramından (Şekil 87) aracın genişliği, $W=1550 \text{ mm}$ olarak tespit edilmiştir.

Otomobilin yüksekliği ise yükseklik-uzunluk (Şekil 83) ve motor hacmi-yükseklik (Şekil 88) diyagramlarından $H=1370$ mm olarak bulunmuştur.

Modelin dingil açıklığı, dingil açıklığı-uzunluk (Şekil 84) ve motor hacmi-dingil açıklığı (Şekil 89) diyagramlarından $W_b=2325$ mm olarak tespit edilmiştir.

Tasarlanan modelin iz genişlikleri ise, ön iz genişliği için Şekil 85'deki ön iz genişliği-uzunluk ve Şekil 90'daki motor hacmi-ön iz genişliği diyagramlarından $TF=1324$ mm olarak bulunabilir. Arka iz genişliği, Şekil 86'daki arka iz genişliği-uzunluk ve Şekil 91'deki motor hacmi-arka iz genişliği diyagramlarından $TR=1300$ mm olarak bulunabilmektedir.

Böylece gerçekleştirilen yaklaşımla bulunan;

$L=uzunluk=3620$ mm

$W=genişlik=1550$ mm

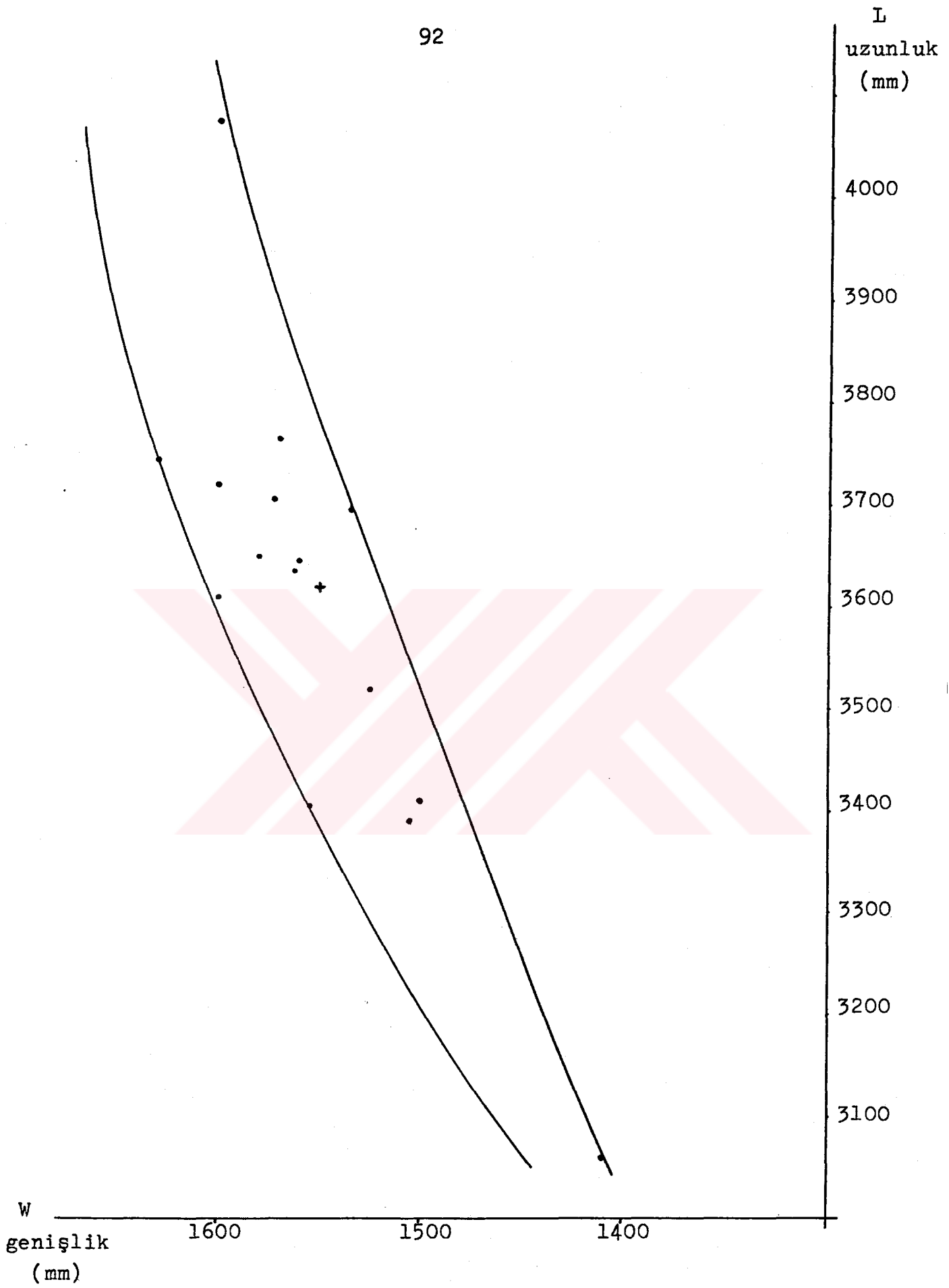
$H=yükseklik=1370$ mm

$W_b=dingil\ açıklığı=2325$ mm

$TF=ön\ iz\ genişliği=1324$ mm

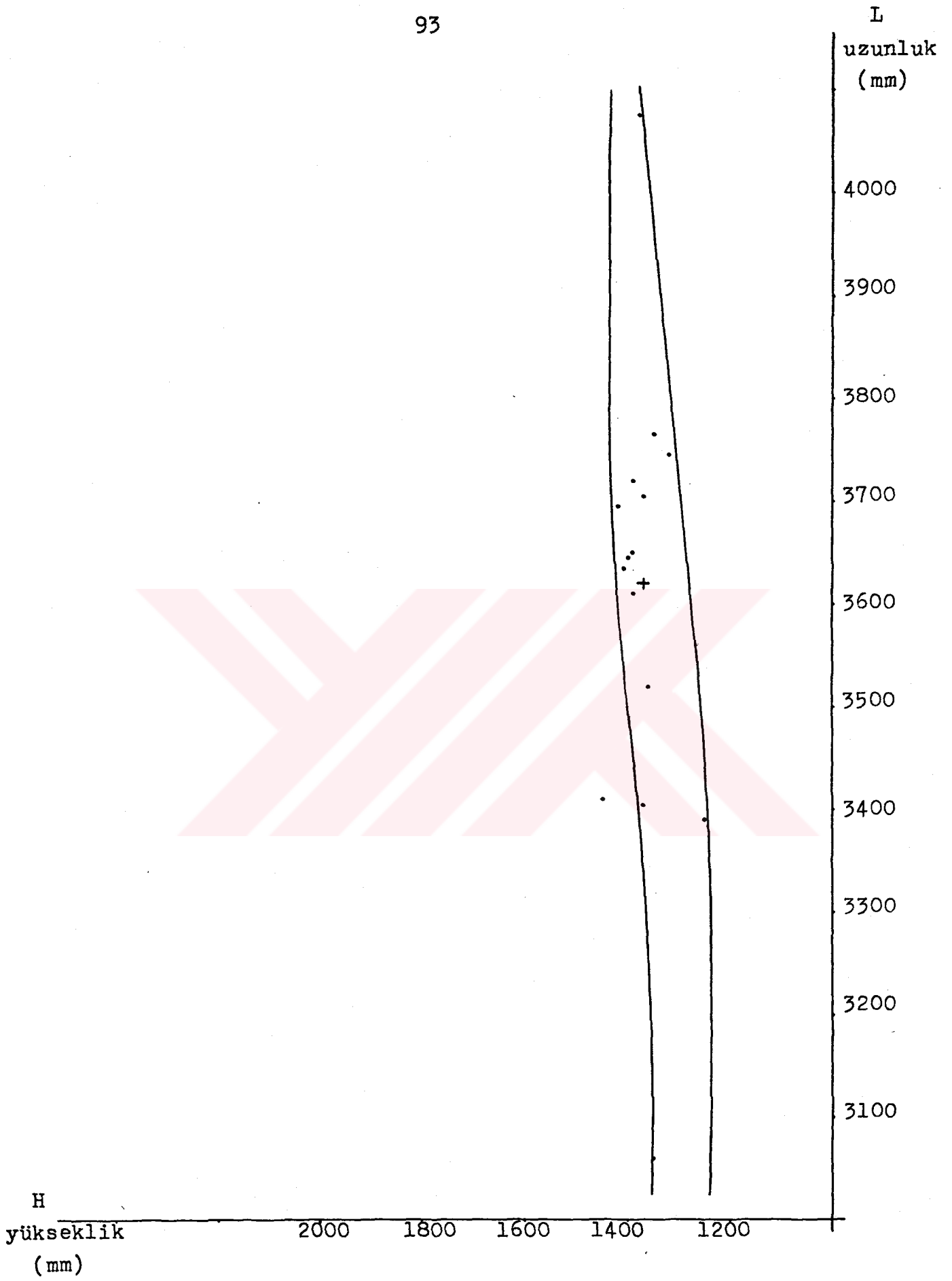
$TR=arka\ iz\ genişliği=1300$ mm

boyutları tasarlanan modelin ana boyutlarını oluştururlar. Yeni tasarım bu boyutlar ve BMW stili dikkate alınarak bir Autocad yazılımı ile meydana getirilmiştir. (Şekil 92).



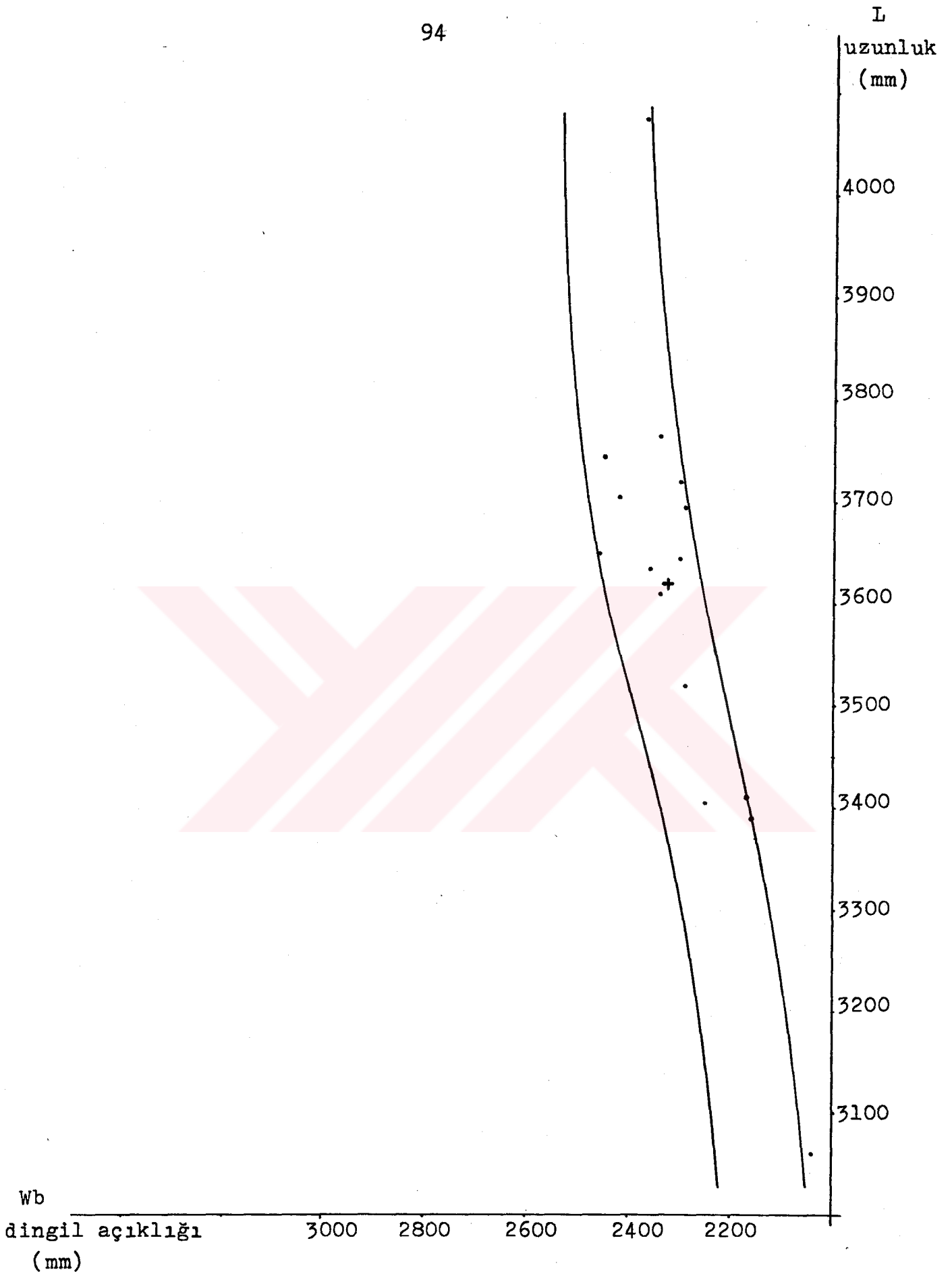
Şekil 82: Küçük sınıf otomobiller için;

W-L diyagramı



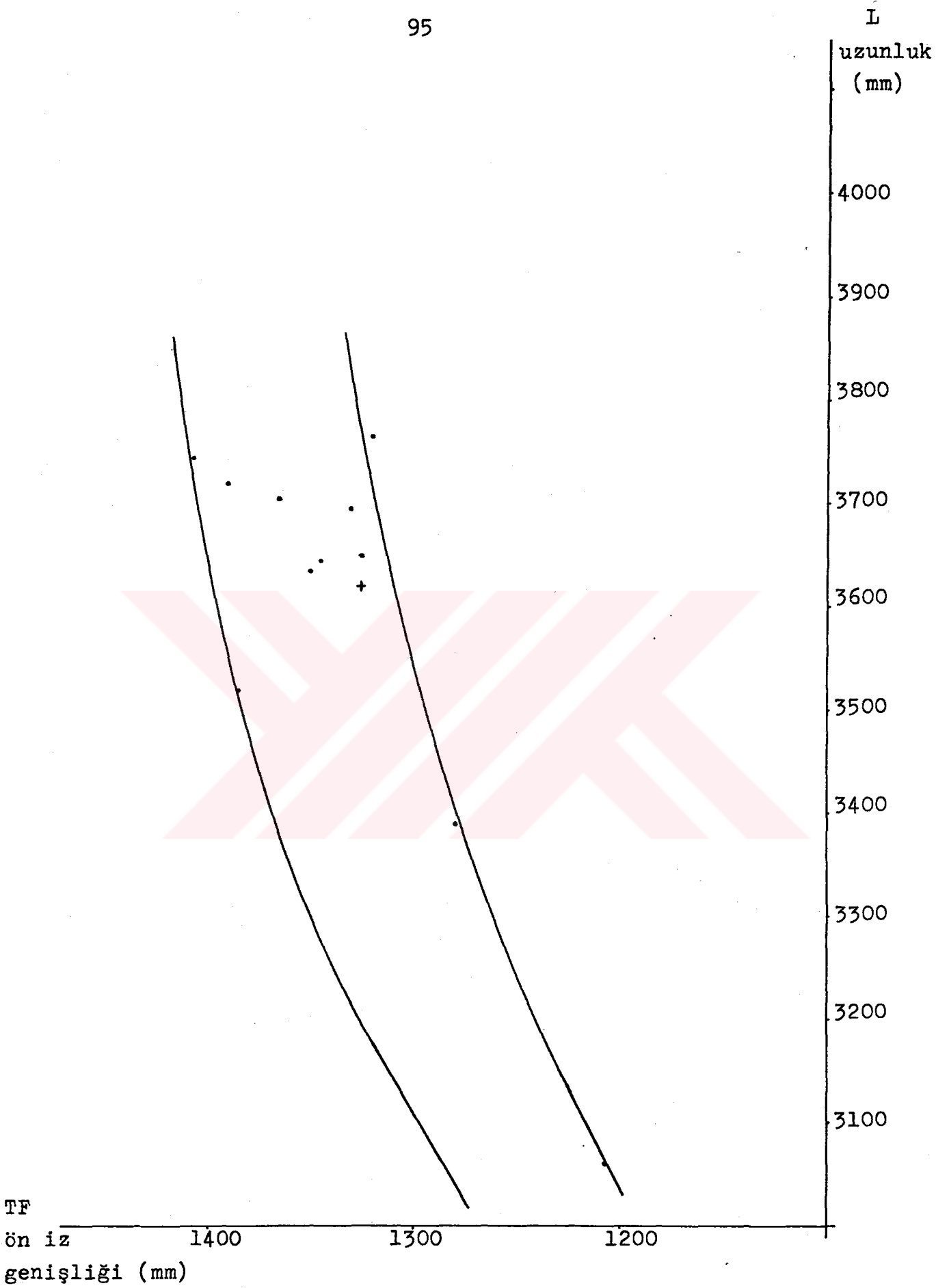
Şekil 83: Küçük sınıf otomobiller için;

H-L diyagramı



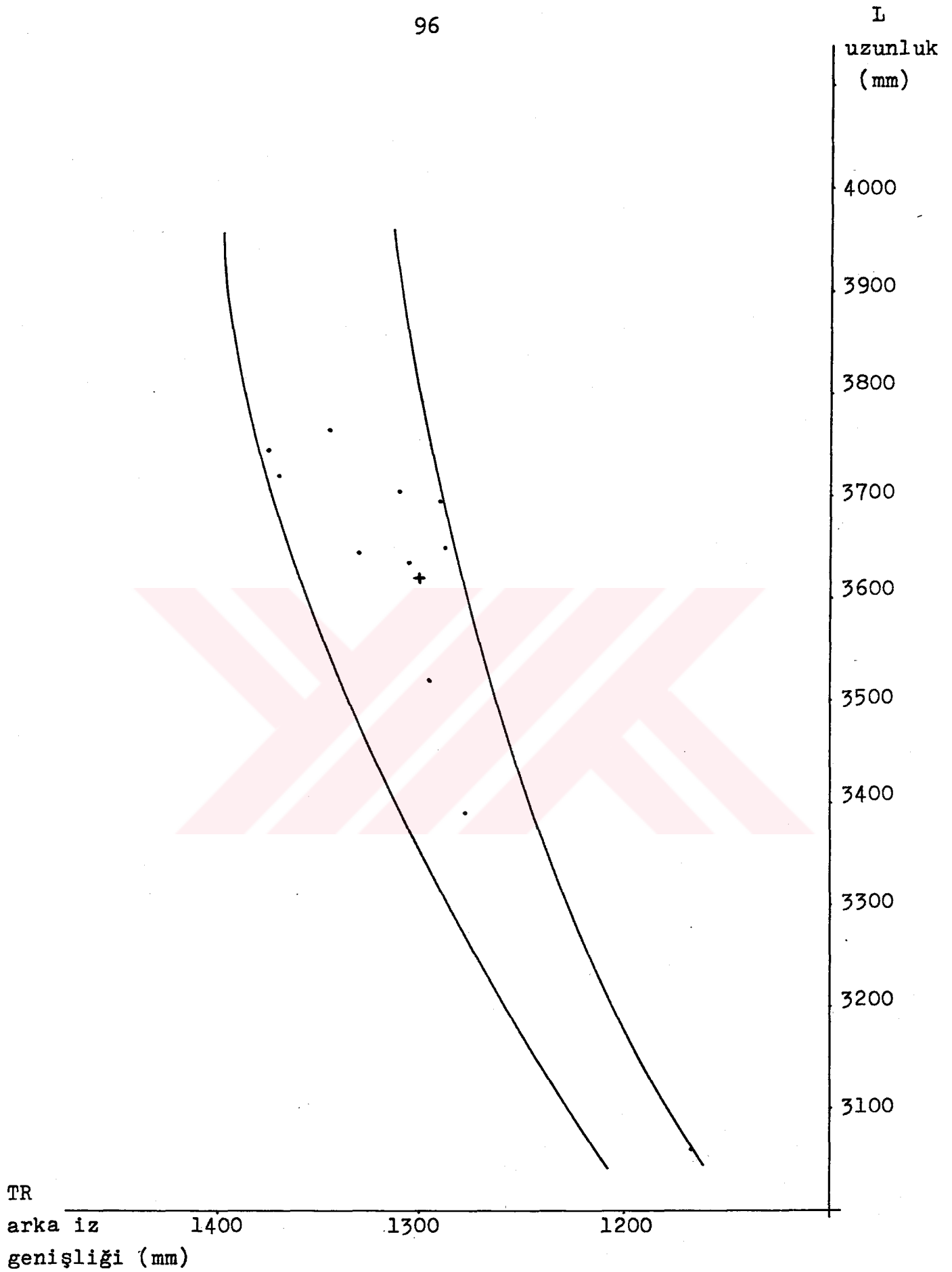
Şekil 84: Küçük sınıf otomobiller için;

Wb-L diyagramı



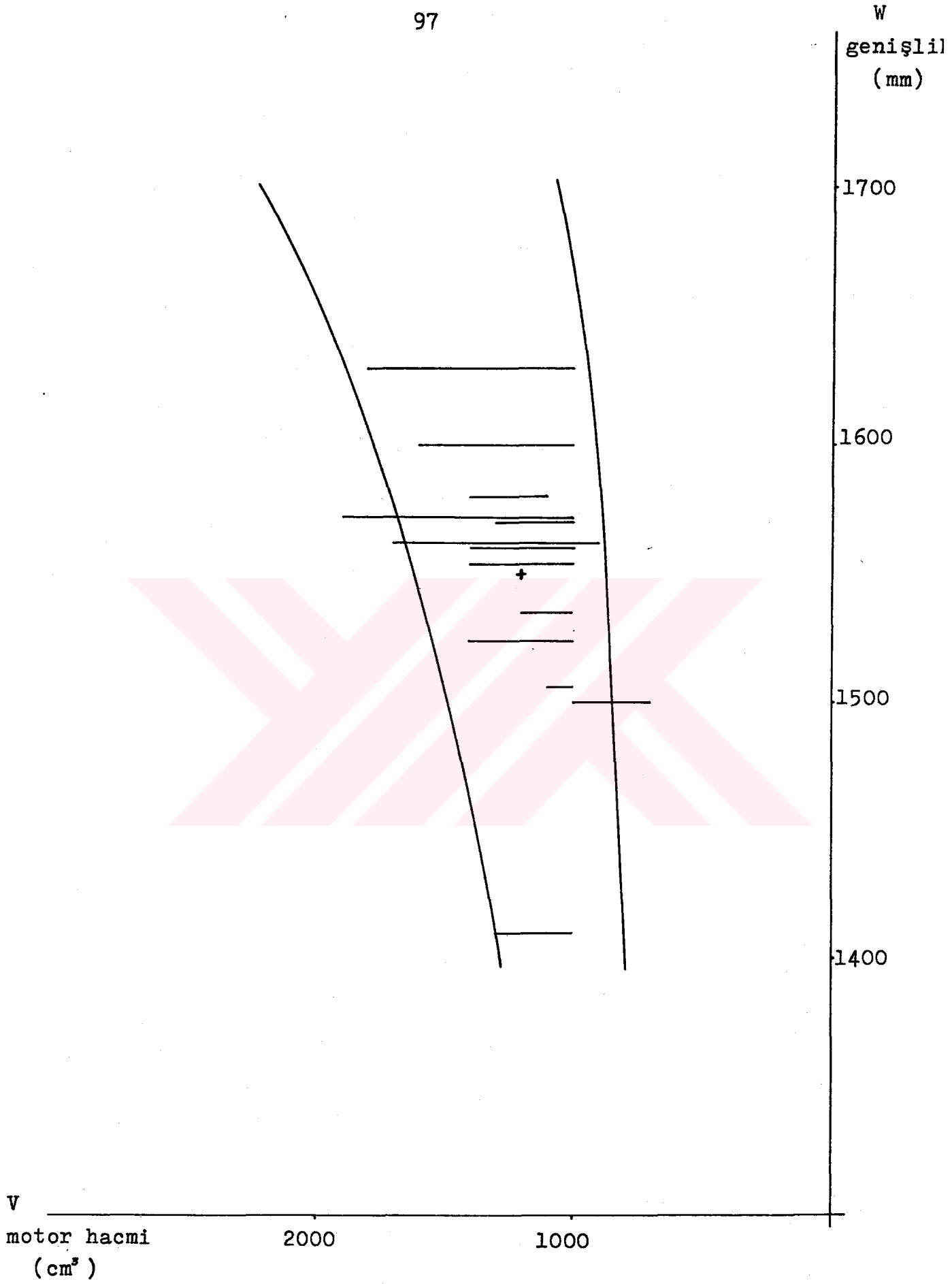
Şekil 85: Küçük sınıf otomobiller için;

TF-L diyagramı



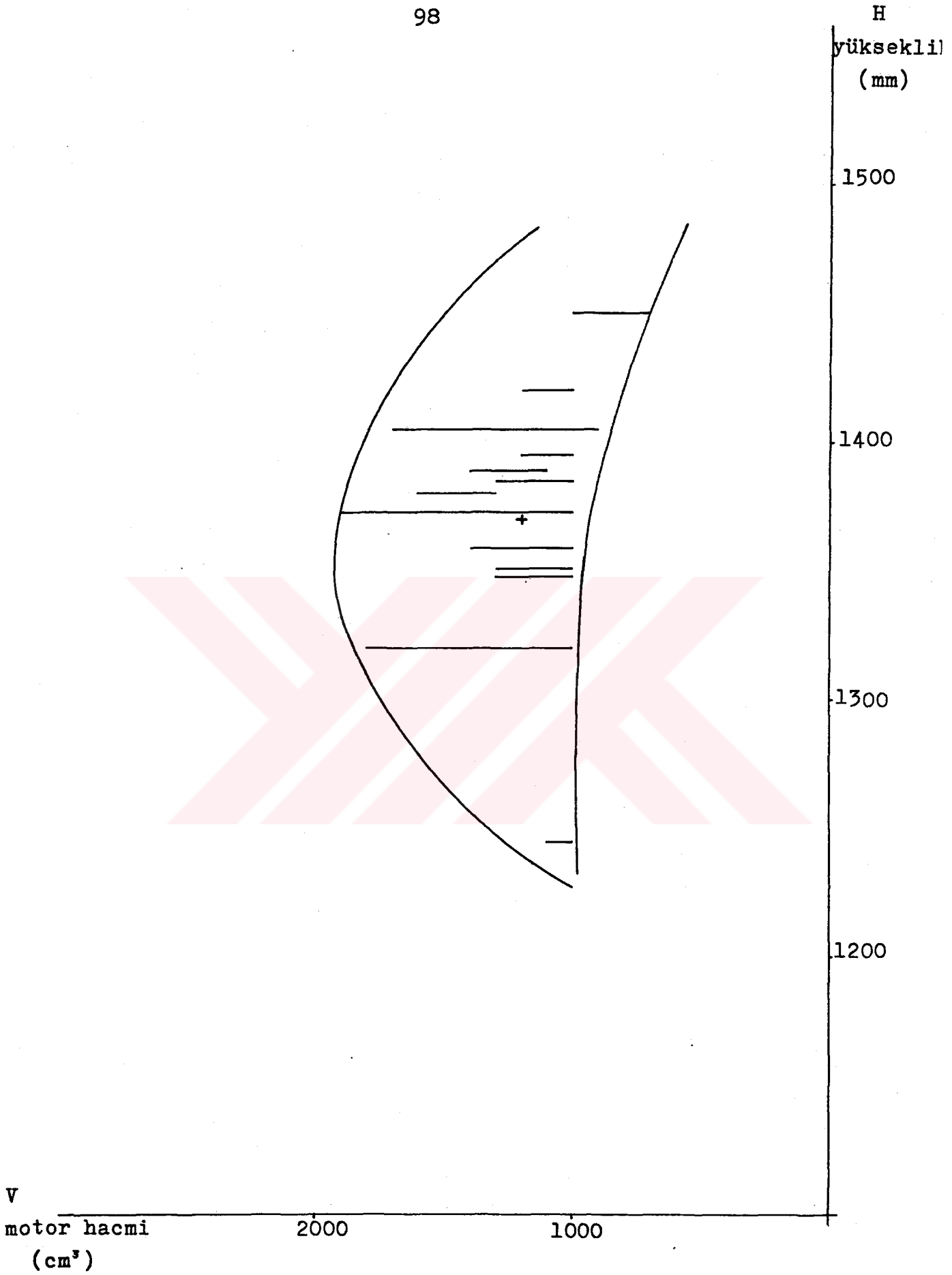
Şekil 86: K    k sınıf otomobiller için;

TR-L diyagramı



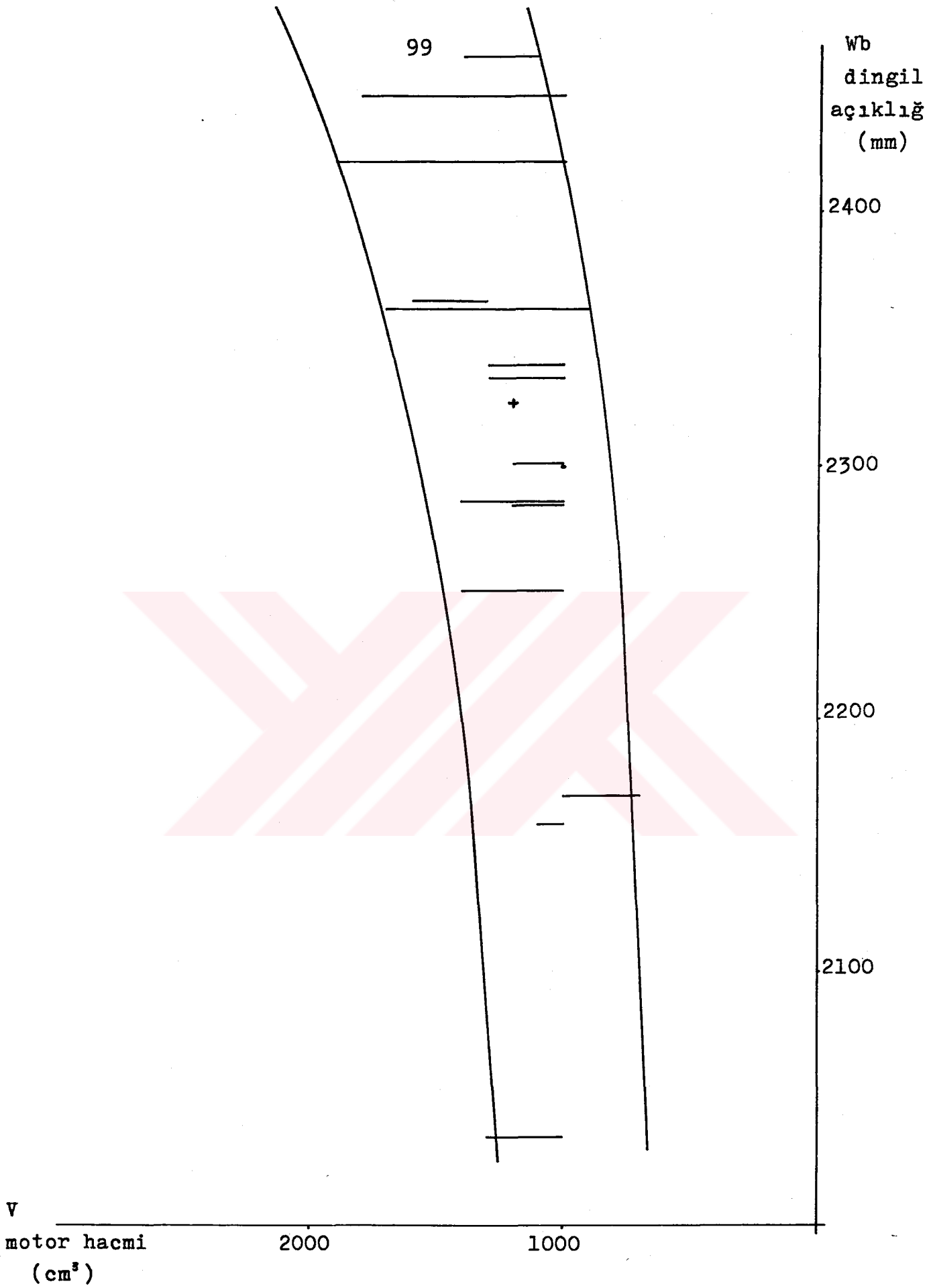
Şekil 87: Küçük sınıf otomobiller için;

V-W diyagramı



Şekil 88: Küçük sınıf otomobiller için;

V-H diyagramı



Şekil 89: Küçük sınıf otomobiller için;

V-Wb diyagramı

1500

1400

1300

1200

V

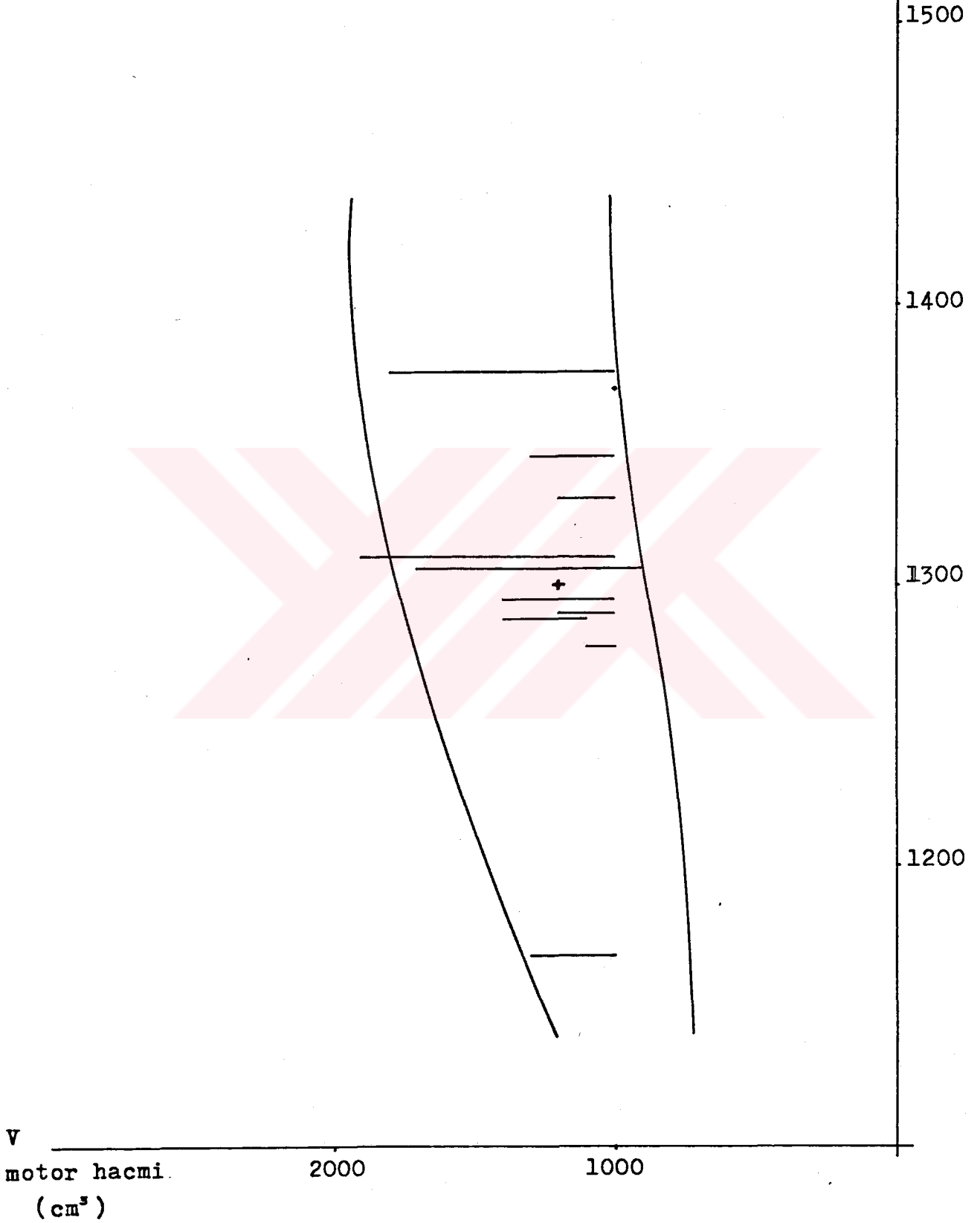
motor hacmi
(cm³)

2000

1000

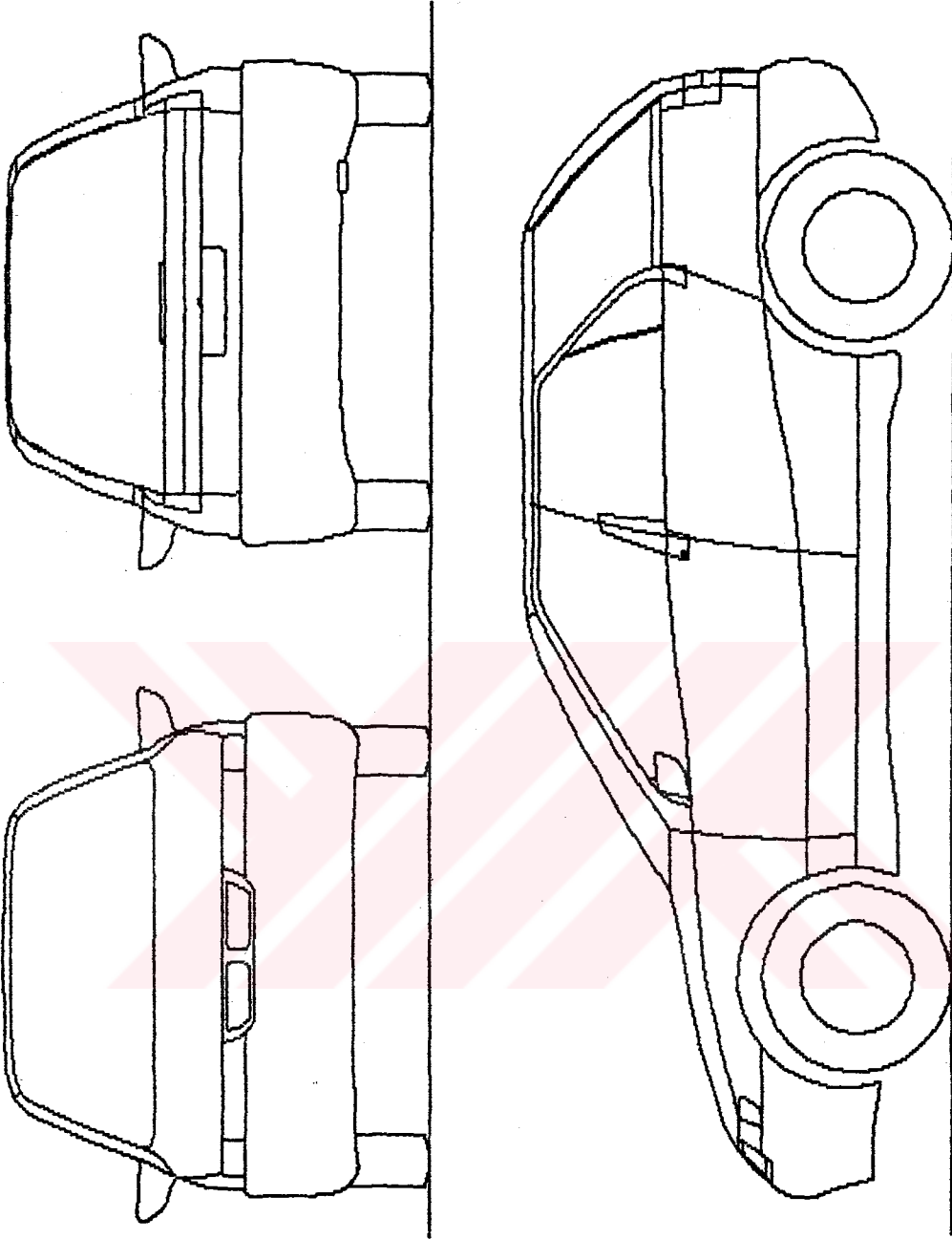
Şekil 90: Küçük sınıf otomobiller için;

V-TF diyagramı



şekil 91: Kk sınıf otomobiller için;

V-TR diyagramı



Şekil 92: Yeni yaklaşımdan faydalanılarak bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmiş, BMW stil tabanına bağlı küçük sınıf bir otomobil modeli.

8. SONUÇ

Otomobil endüstrisinde, 1960 ve 1970'li yıllardan önce tasarım işlemi klasik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde, gerçekleştirilmeye çalışılan modellerin o zamana kadar yapılmış tasarımların incelenip, bunların örnek alınması doğrultusunda yönlendirilerek tasarlandıkları görülmüştür. Bu şekilde gerçekleştirilmiş otomobiller ele alındıklarında, bunların tamamen tasarımcının kendi deha ve yeteneğinin bir ölçütü olduğu ortaya çıkmaktadır. Tabii, böyle bir durumda tasarımcının konuya karşı yeteneğinin ve tecrübesinin üst düzeyde olması gerekli idi. Bu yıllarda tasarımlar bir veya birkaç kişi tarafından gerçekleştirilirken, günümüzde bu işlem dizayn ekipleri tarafından yapılmaktadır. Böylece oluşturulan yeni ürünler, klasik olarak gerçekleştirilen otomobil tasarımındaki gibi tamamen tek bir tasarımcının tecrübesinin, yeteneğinin ve kişisel bilgisinin ölçütü olmaktan çıkmaktadır. Klasik olarak otomobil tasarımında, genellikle otomobil yürür hale getirilmeden birçok eksiklik ve hata görülememekte idi. Şu anda uygulanan bilgisayar destekli teknikler ile tasarlanan otomobilin çeşitli bölüm ve durumlarına göre analiz ve testler yapılabilmekte, böylece otomobil yürür hale getirilmeden birçok eksiklik ve yanlışlık düzeltillebilmektedir.

Bilgisayar destekli otomobil tasarımında, dizayn programının ilerki aşamaları içinde CAD kullanıldığı halde, birçok firmada dizayn işleminin ilk aşaması olan stilde CAD kullanılmamaktadır. Ancak yapılan çalışmalar doğrultusunda, otomobil tasarımının bu aşamalarında da CAD kullanımına çalışılmaktadır. CAD sistemleri, dizayn, hesaplama, test, prototip ve imale uygun kurulmuşlardır. Son yıllarda gelişim maliyet ve zamanlarının düşürülmesinde önemli bir fırsat sunan CAD'ın önemli uygulamalarından bilgisayar destekli stil işleminin, gelecekteki dünya otomobil endüstrisinin içinde yer alacağı planlanmaktadır. Henüz birçok fir-

ma ve kuruluş tarafından denenmekte olan bu sistemi, stilistlerin kullanmaya alışmış oldukları yöntemler nedeni ile tam olarak meydana getirmek güçtür.

Stilistler tarafından tasarımın ilk aşamasında oluşturulan taslaklar tam doğru olmayıp sadece otomobilin gerçek boyutlarına benzer ve hatırlatıcı olmaktadır. Burada oluşturulan çizimler incelenip gerekli düzeltmeler yapılarak gerçek ölçüleri verecek çizimlerin oluşturulması gerekir. Böylece piyasaya çıkarılması planlanan aracın boyutsal nitelikleri kesinleştirilmiş olur. Dizayn prosesinin ilk aşamalarından itibaren, stilist ile tasarım mühendisinin beraber çalışmasını sağlayabilecek şekilde kurulan tümleşik bir sistemle, işlemin prodüktivitesi yükseltilmiş olur. Tasarım böyle bir çalışma ortamında oluşturulurken aynı anda kontrolü ve mühendislik fizibilite çalışmaları da yapılabilir.

Bu tez sonucunda elde edilen yaklaşım da, dizayn prosesinin ilk aşamalarına yönelik olarak ortaya konmuştur. Yukarıda da değinildiği gibi, stilistlerin ilk aşamada oluşturdukları çizimler gerçek boyutları vermemektedirler. Sunulan bu yaklaşımla, tasarlanması planlanan aracın önemli boyutları daha ilk aşamadan evvel belirlenebilmekte ve bu boyutlara bağlı kalınarak tasarım geliştirilebilmektedir. Böylece, kesin boyutların belirlenmesi ve yapılan tasarımların ana boyutlarla ilgili olarak değiştirilmesine bağlı para ve zaman kaybı ortadan kaldırılmış olur.

Otomobil firmalarının büyük çoğunluğunda hedeflediği gibi, tasarım zaman ve maliyetini düşürecek yönde stilist ile tasarım mühendisinin birlikte çalışmasının planlandığı bu yaklaşım, tümleşik bir CAD sistemi ile kullanıldığında daha da verimli sonuçlar verecektir.

Bütün otomobil firmalarında bunlara benzer çalışma-

lar yapılmakta iken, ülkemizde otomobil tasarımı yeterince bilinmemekte veya karıştırılmaktadır.

Türkiye'deki otomobil tasarımı ile ilgili potansiye-
li tespit etmek amacı ile bir otomobil dergisi tarafından
1992 yılı ortasında bir tasarım yarışması düzenlenmiştir.
1993 yılı başında sona eren yarışmada, dört yerli otomobil
modelinin motoru takılı şasisi baz olarak alınmıştır. Ka-
tılımın umulandan fazla olduğu, ancak finale kalan ilk otuz
çizim incelendiğinde, bunların daha çok stilize etmeye yö-
nelik taslak çizimler türünde çalışmalar oldukları görül-
müştür. Halbuki yarışmanın bir koşuluda, oluşturulan çizim-
lerin gerçekleştirilebilir tasarımları ifade etmeleri idi.
Yapılan çalışmaların hemen hemen hepsi bu koşulu sağlama-
maktadırlar. Bu da gösteriyor ki; dizayn prosesinin bir a-
şaması olan stil, tasarımla karıştırılmaktadır. Bunun nede-
ni ise ülkemizde otomobil tasarımının iyi bir düzeyde ta-
nınmıyor olmasıdır.

Tüm bunlarla birlikte, yerli otomobil firmalarında
tasarımla ilgili olarak hiçbir çalışma yapmamaktadırlar;
otomobillerinin tamponlarında, aynalarında, farlarında ve
bunlar gibi bölümlerinde yaptıkları ufak değişiklikleri
büyük bir yenilikmiş gibi reklam edip yeni bir tasarım ya-
pılmış gibi sunmaya çalışmaktadırlar. Halbuki yapılmakta
olan yeni bir tasarım değil, eskimekte olan modeli diri
tutmaya yönelik bir piyasa stratejisidir. Tabii yerli fir-
malar, bunun en büyük nedeni olarak yabancı otomobil firma-
larının patentleri ile üretim yapmalarını göstermektedir-
ler. Ama piyasaya sürdükleri bazı modelleride, kendi yerli
tasarımları olarak sunmaktan geri kalmamaktadırlar. Bütün
bunlar, Türkiye'deki otomobil firmalarının araştırma ve
geliştirmeye yönelik çalışma yapmadıkları sonucunu ortaya
çıkarmaktadır.

Türkiye'nin gerçek anlamda kendi otomobilini tasar-

layabilmesi için otomobil firmalarının, bu konu ile ilgili olarak araştırma ve geliştirme çalışmaları yapmaları, tabii günümüz teknolojisine uygun tasarımlar gerçekleştirebilecek tasarımcılarında eğitilmesi gerekmektedir. Ancak bunlar sağlandığı taktirde, yerli otomobil firmaları gerçekten kendi tasarımlarını meydana getirmiş olurlar.



KAYNAKÇA

1. "Almanya otomobil endüstrisi"
Türkiye Otomobil Magazin, Sayı=22, s.68
Marina Yayıncılık A. Ş., İstanbul, Temmuz 1990
2. "Vehicle news"
Automotive Engineer, Vol.16, No=2, p.12
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
April/May 1991
3. M. Tovey, "Computer-aided vehicle styling"
Computer Aided Design, Vol.21, No=3, p.172-181
Butterworth and Co. (Publishers) Ltd., U.K., April 1989
4. Astro/Sportvan 1988 Chevy Passenger Vans, p.4
General Motors Corp., U.S.A., August 1987
5. 1990 Oldsmobile, p.28
General Motors Corp., U.S.A., September 1989
6. Engineered like no other car in the world
Mercedes-Benz AG, Stuttgart, Germany, June 1991
7. B. Zenginkuzucu, "General Motors, bir devin çöküşü"
Car and Men, Sayı=1, s.132-134
Boyut Yayıncılık ve Tic. A. Ş., İstanbul, Ocak 1993
8. Bill Visnic, "1990 new cars"
Car and Driver, Vol.35, No=4, p.48-53
Diamandis Communications Inc., New York, U.S.A.,
October 1989
9. John Mc Cormick, "Lift-off for the world's newest car"
Autocar and Motor, Vol.185, No=13, p.74-77
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
September 1990
10. Mazda 626 Catalogue
Mazda Motor Corp., Japan, 1986
11. Volvo 960 Catalogue
Volvo Car Corp., Sweden, 1993
12. Nurtan Meral, "Ergonomi"
Otomobilli Yaşam Dergisi, Sayı=4, s.68-71
Boyut Yayıncılık ve Tic. A. Ş., İstanbul, Nisan 1992

13. Otomobilli Yaşam Dergisi, Sayı=7, s.25
Boyut Yayıncılık ve Tic. A. Ş., İstanbul, Temmuz 1992
14. "Doruktaki Stilist: Pininfarina"
Otomobilli Yaşam Dergisi, Sayı=3, s.42-51, Mart 1992
15. Ewen Page, "Stars of the screen"
Autocar and Motor, Vol.182, No=4, p.40-43
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
January 1990
16. Die 190er von Mercedes-Benz
Mercedes-Benz AG, Stuttgart, Germany, March 1991
17. A. Khalil, A. Powell, "5-axis model making saves time
and money"
Production Engineer, Vol.66, No=2, p.15-16
London, U.K., February 1987
18. R. Saunders, "Aesthetic and aerodynamic design"
Automotive Engineer, Vol.12, No=3, p.32-33
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
June/July 1987
19. David Sutherland, "College and Chips"
Autocar and Motor, Vol.191, No=1, p.50-51
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
January 1992
20. H. Alaylıoğlu, "Otomobil yapısının sonlu elemanlar
metodu ile analizi"
O.D.T.Ü. Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, Cilt 1, Sayı=1
s.18-25
O.D.T.Ü., Ankara, 1976
21. M. Ereke, "Karoseri tasarımında sonlu eleman yöntemi"
Mühendis ve Makina, Cilt 33, Sayı=384, s.40-46
TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Ankara, Ocak 1992
22. "Vehicle analysis"
Automotive Engineer, Vol.16, No=1, p.66
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
February/March 1991
23. Citroen ZX document
Automobiles Citroen, Paris, France, August 1991

24. Citroen BX document
Automobiles Citroen, Paris, France, August 1991
25. "Off-Road Vehicles"
Automotive Engineer, Vol.15, No=1, p.25
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
February/March 1990
26. BMW 5 Series
BMW AG, Munich, Germany, January 1988
27. "Vehicle-body impact protection"
Automotive Engineer, Vol.12, No=5, p.46-47
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
October/November 1987
28. "Finite Element Modeler"
Mechanical Engineering, Vol.114, No=4, p.14
American Society of Mechanical Engineers, New York,
U.S.A., April 1992
29. "Attitude at GM"
Automotive Engineer, Vol.12, No=4, p.2-3
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
August/September 1987
30. Mazda RX-7 Catalogue
Mazda Motor Corp., Japan, 1986
31. "Computational fluid dynamics updates"
Automotive Engineer, Vol.16, No=1, p.32
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
February/March 1991
32. "Numerical wind tunnel for aerodynamic simulation"
Automotive Engineer, Vol.10, No=5, p.88-89
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
October/November 1985
33. "Computational fluid dynamics"
Automotive Engineer, Vol.11, No=2, p.24
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
April/May 1986
34. Edward R. Champion, Finite Element Analysis In Manufacturing Engineering, Jr. Mc Graw-Hill Inc., U.S.A., 1992

35. Michael Puttre, "Computing"
Mechanical Engineering, Vol.114, No=5, p.10
American Society of Mechanical Engineers, New York,
U.S.A., May 1992
36. Autocar and Motor, Vol.189, No=10
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
September 1991
37. The new Audi 100
V.A.G, Germany, August 1991
38. Peter Mullins, "Advanced 3D-design computer system"
Automotive Engineer, Vol.15, No=5, p.64-65
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
October/November 1990
39. Karen Fitzgerald, "Compressing the design cycle"
IEEE Spectrum, Vol.24, No=10, p.39-42
U.S.A., October 1987
40. Evolution By Volvo
Volvo Car Corp., Sweden, 1990
41. "Case Study"
Automotive Engineer, Vol.12, No=2, p.27
Mechanical Engineering Publications Ltd., Suffolk, U.K.
April/May 1987
42. Ford Scorpio Catalogue
Ford AG, Köln, Germany, January 1986
43. Autocar and Motor, Vol.182, No=3
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
January 1990
44. Autocar and Motor, Vol.183, No=10
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
March 1990
45. Autocar and Motor, Vol.185, No=5
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
August 1990
46. Subaru J10/J12 Catalogue
Fuji Heavy Industries Ltd., Japan, September 1990

47. Austin Rover Metro Catalogue
Austin Rover Group Ltd., Birmingham, U.K., 1986
48. Peugeot 205 Catalogue
Automobiles Peugeot, Paris, France, 1988
49. Autocar and Motor, Vol.188, No=6
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
May 1991
50. Autocar and Motor, Vol.184, No=11
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
June 1990
51. Autocar and Motor Vol.187, No=9
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
February 1991
52. Autocar and Motor, Vol.187, No=12
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
March 1991
53. Autocar and Motor, Vol.185, No=8
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
August 1990
54. Autocar and Motor, Vol.185, No=9
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
August 1990
55. Otomobilli Yaşam Dergisi, Sayı=1
Boyut Yayıncılık ve Tic. A. Ş., İstanbul, Ocak 1992
56. Autocar and Motor, Vol.187, No=3
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
January 1991
57. Autocar and Motor, Vol.189, No=1
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
July 1991
58. Daihatsu Applause Kataloğu
Toksan Dış Tic. A. Ş., İstanbul, 1991
59. Autocar and Motor, Vol.184, No=6
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
May 1990

60. Autocar and Motor, Vol.191, No=9
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
February 1992
61. Mazda 323 Catalogue
Mazda Motor Corp., Japan, 1990
62. Autocar and Motor, Vol.188, No=2
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
April 1991
63. Opel Kadett Catalogue
Adam Opel AG, Rüsselsheim, Germany, October 1990
64. Autocar and Motor, Vol.184, No=2
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
April 1990
65. BMW 3 Series
BMW AG, Munich, Germany, January 1991
66. Subaru Legacy Catalogue
Fuji Heavy Industries Ltd., Japan, July 1990
67. Volvo 1992 European Models
Volvo Car Corp., Sweden, 1992
68. Autocar and Motor, Vol.184, No=13
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
June 1990
69. Autocar and Motor, Vol.186, No=4
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
October 1990
70. Autocar and Motor, Vol.192, No=12
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
June 1992
71. Mazda 626 Catalogue
Mazda Motor Corp., Japan, 1992
72. Opel Vectra Catalogue
Adam Opel AG, Rüsselsheim, Germany, October 1991
73. Peugeot 405 Catalogue
Automobiles Peugeot, Paris, France, 1989
74. Honda Accord Kataloğu
Çelik Motor Tic. A. Ş., İstanbul, 1989

75. Hyundai Sonata Kataloğu
Assan Motorlu Araçlar A. Ş., İstanbul, 1990
76. Autocar and Motor, Vol.188, No=7
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
May 1991
77. BMW 7 Series
BMW AG, Munich, Germany, February 1989
78. Citroen XM document
Automobiles Citroen, Paris, France, September 1991
79. Autocar and Motor, Vol.185, No=3
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
July 1990
80. Saab 9000 Catalogue
Saab Automobile AB, Trollhattan, Sweden, 1992
81. Die Mercedes-Limousinen 200 bis 300
Mercedes-Benz AG, Stuttgart, Germany, August 1991
82. Mercedes-Benz S Class Kitapçığı
Mercedes-Benz Türk A. Ş., İstanbul, 1986
83. GM Oldsmobile 1991
General Motors Corp., U.S.A., September 1990
84. Opel Omega Catalogue
Adam Opel AG, Rüsselsheim, Germany, November 1989
85. Opel Senator Catalogue
Adam Opel AG, Rüsselsheim, Germany, August 1988
86. Alfa Romeo 164 Catalogue
Alfa Romeo Co., Italy, 1989
87. 1990 Chevrolet
General Motors Corp., U.S.A., July 1989
88. Autocar and Motor, Vol.186, No=8
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
November 1990
89. 1991 Buick
General Motors Corp., U.S.A., October 1990
90. Autocar and Motor, Vol.188, No=9
Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
May 1991

91. Autocar and Motor, Vol.186, No=9

Haymarket Motoring Publications Ltd., Teddington, U.K.,
November 1990



EKLER

EK 1: Küçük sınıf otomobiller için motor hacmi, uzunluk ve genişlik değerleri.

	motor hacmi (lt)	uzunluk (mm)	genişlik (mm)
Citroen AX /43/	1.0 1.1 1.4	3518	1524
Ford Fiesta /44/	1.0 1.1 1.3 1.4 1.6 1.8	3744	1630
Fiat Uno /45/	0.9 1.0 1.1 1.4 1.7	3635	1562
Subaru J10/J12 /46/	1.0 1.2	3695	1535
Austin Rover			
Metro /47/	1.0 1.3 1.4	3403	1554
Renault 5 5dr. /43/	1.1 1.4	3650	1580
Peugeot 205 /48/	1.0 1.1 1.4 1.6 1.8 1.9	3705	1572
Fiat Panda /36/	0.7 0.9 1.0	3408	1500
Daihatsu			
Charade /49/	1.0 1.3	3610	1600
Suzuki Swift			
Saloon /44/	1.3 1.6	4075	1600
Toyota Starlet /50/	1.0	3720	1600
Rover Mini			
Cooper /51/	1.0 1.3	3060	1410
Nissan Micra /51/	1.0 1.2	3645	1560
Lancia Y10 /51/	1.0 1.1	3391	1506
Volkswagen Polo			
Hatchback /52/	1.0 1.3	3767	1570

EK 2: Küçük sınıf otomobiller için yükseklik, dingil açıklığı, ön ve arka iz genişliği değerleri.

	yükseklik (mm)	dingil açıklığı (mm)	ön ve arka iz genişliği (mm)	
Citroen AX /43/	1359	2286	1384	1295
Ford Fiesta /44/	1320	2446	1407	1376
Fiat Uno /45/	1405	2362	1351	1306
Subaru J10/J12 /46/	1420	2285	1330	1290
Austin Rover Metro /47/	1373	2251		
Renault 5 5dr. /43/	1389	2461	1323	1288
Peugeot 205 /48/	1373	2420	1364	1310
Fiat Panda /36/	1450	2170		
Daihatsu Charade /49/	1385	2340		
Suzuki Swift Saloon /44/	1380	2365		
Toyota Starlet /50/	1385	2300	1390	1370
Rover Mini Cooper /51/	1351	2035	1207	1168
Nissan Micra /51/	1395	2301	1346	1331
Lancia Y10 /51/	1245	2159	1280	1278
Volkswagen Polo Hatchback /52/	1348	2335	1320	1346

EK 3: Alt orta sınıf otomobiller için motor hacmi, uzunluk ve genişlik değerleri.

	motor hacmi (lt)	uzunluk (mm)	genişlik (mm)
Citroen ZX /23/	1.1 1.4 1.6 1.9	4071	1702
Ford Escort /53/	1.3 1.4 1.6 1.8	4036	1684
Ford Orion /53/	1.3 1.4 1.6 1.8	4227	1684
Fiat Tempra SX /54/	1.4 1.6 1.8 1.9	4354	1695
Fiat Tipo /43/	1.4 1.6 1.7 1.8 1.9	3957	1699
Skoda			
Favorit 136 /43/	1.3	3815	1621
Toyota Corolla /55/	1.4 1.6	4215	1655
Rover 200			
Serisi /36/	1.4 1.6 1.8 2.0	4220	1679
Renault 19 5dr./56/	1.4 1.7 1.8 1.9	4155	1676
Renault 19			
Saloon /57/	1.4 1.7 1.9	4260	1682
Daihatsu			
Applause /58/	1.6	4260	1660
Lada Samara			
5dr. /43/	1.1 1.3 1.5	4006	1618
Yugo Sana /43/	1.4	3932	1658
Mitsubishi			
Lancer /59/	1.5 1.8	4245	1670
Volkswagen Golf/60/	1.3 1.6 1.8	4020	1690
Hyundai X2 /56/	1.3 1.5	4100	1607
Mazda 323 Sedan/61/	1.3 1.6 1.8	4215	1675
Peugeot 309 /57/	1.3 1.6 1.8 1.9	4038	1676
Honda Civic /52/	1.3 1.4 1.6	3965	1680
Alfa Romeo 33 /62/	1.5 1.7	4074	1613
Opel Kadett /63/	1.2 1.4 1.6 1.7 1.8	4218	1658
Nissan Sunny /56/	1.4 1.6	4031	1641
Lancia Delta /64/	1.3 1.6	3896	1684

EK 4: Alt orta sınıf otomobiller için yükseklik, dingil açıklığı, ön ve arka iz genişliği değerleri.

	yükseklik (mm)	dingil açıklığı (mm)	ön ve arka iz genişliği (mm)	
Citroen ZX /23/	1397	2540	1415	1407
Ford Escort /53/	1351	2525		
Ford Orion /53/	1351	2525		
Fiat Tempra SX /54/	1445	2540	1425	1415
Fiat Tipo /43/	1445	2540	1430	1415
Skoda Favorit 136 /43/	1417	2451	1417	1392
Toyota Corolla /55/	1365	2430	1430	1410
Rover 200 Serisi /36/	1400	2550		
Renault 19 5dr. /56/	1415	2545	1418	1417
Renault 19 Saloon /57/	1410	2540	1417	1405
Daihatsu Applause /58/	1375	2470	1425	1415
Lada Samara 5dr. /43/	1334	2459	1389	1359
Yugo Sana /43/	1410	2500	1400	1400
Mitsubishi Lancer /59/	1405	2455	1430	1430
Volkswagen Golf /60/	1425	2475	1470	1460
Hyundai X2 /56/	1385	2383	1390	1340
Mazda 323 Sedan /61/	1395	2500	1430	1435
Peugeot 309 /57/	1372	2464	1397	1422
Honda Civic /52/	1330	2500	1450	1455
Alfa Romeo 33 /62/	1374	2474	1367	1384
Opel Kadett /63/	1400			
Nissan Sunny /56/	1379	2428	1435	1430
Lancia Delta /64/	1364	2479	1448	1438

EK 5: Orta sınıf otomobiller için motor hacmi, uzunluk ve genişlik değerleri.

	<u>motor hacmi (lt)</u>	<u>uzunluk (mm)</u>	<u>genişlik (mm)</u>
BMW 3 Serisi /65/	1.6 1.8 2.0 2.5	4433	1698
Citroen BX /24/	1.4 1.6 1.7 1.8 1.9	4237	1682
Mercedes Benz			
190 /16/	1.8 2.0 2.3 2.5 2.6	4448	1690
Subaru Legacy /66/	1.6 1.8 2.2	4510	1690
Renault 21 /53/	1.7 1.9 2.0	4528	1726
Volvo 460 /67/	1.7	4400	1690
Volvo 440 /67/	1.7	4310	1690
Lancia Dedra /68/	1.6 1.8 2.0	4343	1700
Mitsubishi			
Galant /64/	1.8 2.0	4540	1695
Nissan Primera /69/	1.6 1.8 2.0	4400	1695
Toyota Carina /70/	1.6 2.0	4530	1675
Mazda 626 /71/	2.0 2.2	4685	1750
Audi 80 /19/	1.8 2.0 2.8	4482	1695
Ford Sierra			
Sapphire /64/	1.6 1.8 2.0	4494	1698
Opel Vectra /72/	1.6 1.8 2.0	4430	1700
Peugeot 405 /73/	1.4 1.6 1.8 1.9	4408	1714
Honda Accord /74/	2.0 2.2	4685	1695
Hyundai Sonata /75/	1.8 2.0 2.4 3.0	4680	1751
Volkswagen			
Passat /76/	1.6 1.8 2.0	4575	1705

EK 6: Orta sınıf otomobiller için yükseklik, dingil açıklığı, ön ve arka iz genişliği değerleri.

	yükseklik (mm)	dingil açıklığı (mm)	ön ve arka iz genişliği (mm)
BMW 3 Serisi /65/	1393	2700	1418 1431
Citroen BX /24/	1361	2655	1400 1360
Mercedes Benz 190 /16/	1375	2665	1437 1418
Subaru Legacy /66/	1380	2580	1475 1460
Renault 21 /53/	1400	2600	1454 1400
Volvo 460 /67/	1380	2500	1420 1430
Volvo 440 /67/	1380	2500	1420 1430
Lancia Dedra /68/	1430	2540	1436 1415
Mitsubishi Galant /64/	1400	2600	1460 1450
Nissan Primera /69/	1385	2550	1470 1460
Toyota Carina /70/	1410	2580	1465 1445
Mazda 626 /71/	1400	2610	1500 1500
Audi 80 /19/	1408	2612	1449 1474
Ford Sierra Sapphire /64/	1376	2608	1444 1460
Opel Vectra /72/	1410	2600	1425 1425
Peugeot 405 /73/	1406	2669	1450 1436
Honda Accord /74/	1390	2720	
Hyundai Sonata /75/	1408		
Volkswagen Passat /76/	1430	2625	

EK 7: Üst orta sınıf/yüksek sınıf otomobiller için motor hacmi, uzunluk ve genişlik değerleri.

	motor hacmi (lt)	uzunluk (mm)	genişlik (mm)
BMW 5 Serisi /26/	1.8 2.0 2.5 3.0 3.5	4720	1751
BMW 7i Serisi /77/	3.0 3.5	4910	1845
BMW 7il Serisi /77/	3.5 5.0	5024	1845
Citroen XM /78/	2.0 2.1 3.0	4708	1794
Ford Scorpio /79/	2.0 2.4 2.8 2.9	4669	1760
Saab 9000 CD /80/	2.0 2.3	4780	1764
Saab 9000 CS /80/	2.0 2.3	4761	1778
Saab 9000 /80/	2.0	4667	1764
Mercedes Benz			
W124 /81/	2.0 2.3 2.5 2.6 3.0	4740	1740
Mercedes Benz			
SE /82/	2.6 3.0 4.2 5.0	5020	1820
Mercedes Benz			
SEL /82/	3.0 4.2 5.0	5160	1820
GM Oldsmobile /83/			
Ninety Eight	3.8	5227	1895
Toronado	3.8	5088	1850
Eighty Eight Royale	3.8	4986	1844
Cutlass Supreme	2.3 3.1 3.4	4882	1803
Cutlass Ciera Sedan	2.5 3.3	4834	1765
Cutlass Calais Sedan	2.3 2.5 3.3	4554	1700
Cutlass Cruiser	2.5 3.3	4938	1765
Custom Cruiser	5.0	5525	2025
Opel Omega /84/	1.8 2.0 2.3	4687	1772
Opel Senator /85/	2.5 3.0	4845	1763
Alfa Romeo 164 /86/	2.0 2.5 3.0	4555	1760
Volvo 960/940 /67/	2.0 2.3 3.0	4870	1750
Volvo 740 /67/	2.0 2.3	4810	1750
Volvo 240 /67/	2.0 2.3	4780	1720

	<u>motor hacmi (lt)</u>	<u>uzunluk (mm)</u>	<u>genişlik (mm)</u>
GM Chevrolet /87/			
Lumina Sedan	2.5 3.1	5020	1803
Corsica Sedan	2.2 3.1	4658	1732
Cavalier Sedan	2.2 3.1	4536	1676
Celebrity Wagon	2.5 3.1	4846	1760
Toyota Lexus			
LS 400 /88/	4.0	4994	1820
Jaguar XJ6 /88/	2.9 3.2 3.6 4.0 5.3	4961	1770
GM Buick /89/			
Park Avenue Sedan	3.8	5215	1902
Le Sabre Sedan	3.8	4990	1839
Skylark Sedan	2.3 2.5 3.3	4572	1692
Century Sedan	2.5 3.3	4804	1763
Roadmaster Estate	5.0	5530	2004
Roadmaster Sedan	5.7	5481	1984
Audi V8 /45/	3.6	4874	1814
Rolls Royce Silver			
Spirit II /88/	6.8	5268	1887
Audi 100 /88/	2.0 2.3 2.4 2.5 2.8	4750	1777
Peugeot 605 /90/	2.0 2.1 3.0	4723	1799
Lancia Thema /91/	2.0 3.0	4597	1727

EK 8: Üst orta sınıf/yüksek sınıf otomobiller için yükseklik, dingil açıklığı, ön ve arka iz genişliği değerleri.

	yükseklik (mm)	dingil açıklığı (mm)	ön ve arka iz genişliği (mm)	
BMW 5 Serisi /26/	1412	2761	1466	1487
BMW 7i Serisi /77/	1411	2833	1530	1558
BMW 7il Serisi /77/	1400	2947	1530	1558
Citroen XM /78/	1393	2850	1520	1450
Ford Scorpio /79/	1392	2761	1477	1492
Saab 9000 CD /80/	1420	2672	1522	1492
Saab 9000 CS /80/	1420	2672	1522	1492
Saab 9000 /80/	1420	2672	1522	1492
Mercedes Benz W124 /81/	1431	2800	1501	1491
Mercedes Benz SE /82/	1437	2937	1555	1527
Mercedes Benz SEL /82/	1441	3075	1555	1527
GM Oldsmobile /83/				
Ninety Eight	1400	2814	1537	1530
Toronado	1346	2743	1522	1522
Eighty Eight Royale	1390	2814	1532	1520
Cutlass Supreme	1392	2730	1511	1473
Cutlass Ciera Sedan	1374	2665	1491	1448
Cutlass Calais Sedan	1330	2626	1417	1407
Cutlass Cruiser	1384	2665	1491	1448
Custom Cruiser	1526	2944	1577	1628
Opel Omega /84/	1445	2730	1462	1478
Opel Senator /85/	1450	2730	1466	1484
Alfa Romeo 164 /86/	1400	2660	1515	1488
Volvo 960/940 /67/	1410	2770	1470	1460
Volvo 740 /67/	1410	2770	1470	1460
Volvo 240 /67/	1430	2650	1430	1360

	yükseklik (mm)	dingil açıklığı (mm)	ön ve arka iz genişliği (mm)	
GM Chevrolet /87/				
Lumina Sedan	1361	2730		
Corsica Sedan	1428	2626		
Cavalier Sedan	1361	2570		
Celebrity Wagon	1380	2665		
Toyota Lexus LS 400 /88/	1425	2814	1565	1555
Jaguar XJ6 /88/	1374	2868	1481	1496
GM Buick /89/				
Park Avenue Sedan	1415	2815	1537	1530
Le Sabre Sedan	1387	2815	1532	1520
Skylark Sedan	1323	2626	1412	1402
Century Sedan	1377	2662	1490	1440
Roadmaster Estate	1526	2944	1577	1628
Roadmaster Sedan	1377	2944	1570	1542
Audi V8 /45/	1420	2703	1514	1532
Rolls Royce Silver				
Spirit II /88/	1485	3061	1537	1537
Audi 100 /88/	1420	2687	1528	1524
Peugeot 605 /90/	1417	2800	1527	1536
Lancia Thema /91/	1422	2667	1499	1473

ÖZGEÇMİŞ

29 Ekim 1968 tarihinde Ankara'da doğan Ogün Elikara, ilkokul ve ortaokul öğrenimini Ankara'nın Özel Işıl Ana ve İlkokulu ile Anıttepe Lisesi'nde görmüştür. Dz.K.K.'nın İstanbul Heybeliada'da bulunan Deniz Lisesi'nde bir yıl yabancı dil öğrenimi gördükten sonra ayrılarak lise öğrenimini Gölcük Barbaros Hayrettin Lisesi'nde tamamlamıştır. 1986 yılında Yıldız Üniversitesi'nin Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'ne giren Ogün Elikara, 1990 yılında makina mühendisi olarak mezun olmuştur. Aynı yıl Yıldız Üniversitesi'nin Fen Bilimleri Enstitüsü'nde başladığı yüksek lisans programına şu anda da kayıtlı bulunmaktadır.

