

T.C.  
MİMAR SİNAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
HEYKEL ANASANAT DALI  
HEYKEL PROGRAMI

HEYKELDE BÜYÜTME  
TEKNİKLERİ VE BİLGİSAYAR  
DESTEKLİ UYGULAMALAR

(Yüksek Lisans Tezi)

727790

Hazırlayan:  
99600191 BÜLENT ÇINAR

Danışman:  
Prof. FERİT ÖZŞEN

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

T 121790

İSTANBUL - 2002

..... **Bülent ÇINAR** ..... tarafından hazırlanan  
..... **Heykel Bütme Teknikleri ve Bilgisayar Destekli Uygulamalar** .....  
.....  
..... adlı bu çalışma jürimizce  
..... **Yüksek Lisans** .....  **Tezi** /  **Eser Metni** olarak kabul edilmiştir.

Kabul (Sınav) Tarihi : **03** / **07** / **2002** .....

(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu) :

İmzası :

Jüri Üyesi ...**Prof. Ferit ÖZSEN**... (Danışman)



Jüri Üyesi ...**Prof. Rahmi AKSUNGUR**.....



Jüri Üyesi ...**Yrd. Doç. Dr. Sinan GÜLER**...  
(MSÜ. San. Tar. Bölümü)



Jüri Üyesi .....

Jüri Üyesi .....

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖNSÖZ.....	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
RESİMLER LİSTESİ.....	VI
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1	
HEYKEL KOPYALAMA VE BÜYÜTMEDE BASİT YÖNTEMLER.....	2
1.1 Ölçü Pergeli.....	2
1.2 Oranlı Pergel.....	7
1.3 Üç Bacaklı Pergel.....	9
1.4 Kareleme ile Rölyef Büyütme.....	10
1.5 Çekül Yöntemi.....	12
BÖLÜM 2	
HEYKEL KOPYALAMA VE BÜYÜTMEDE GELİŞMİŞ YÖNTEMLER.....	15
2.1 Ahşap Çerçeve.....	15
2.2 Çalık-Gezer Aracı.....	19
2.3 Noktalama Aracı.....	22
2.4 Scopas Büyütme Aracı.....	29
2.5 Pantograf.....	34

## BÖLÜM 3

HEYKEL KOPYALAMA VE BÜYÜTMEDE BİLGİSAYAR DESTEĞİ KULLANIMI.....	38
3.1 Modelin Taranması (Scanning).....	40
3.2 Bilgisayar Ortamında Çalışma.....	50
3.3 Kopyanın Makine İle Yapılması.....	53
SONUÇ.....	60
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	64



## ÖNSÖZ

Bu çalışmaya başlarken, eskiden kullanılmış olan bir çok büyütme ve kopyalama yönteminin günümüzde pek azının kullanılıyor olması ve daha çok heykel sanatçılarının kendi tecrübelerine dayanarak işi yürütmeleri, teknik açıdan en büyük zorlayıcı etken idi. Bu yöntemler içinde, uygulaması şahsen yapılmış olanların dışındakiler, kısıtlı olan doküman çalışmaları sonucu elde edilebilmiştir.

Daha önceden bu konuda Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiş olan “Antik Çağ Hellen-Roma Sanatında Yontu ve Kopya Teknikleri” adlı çalışmada kopya tekniklerine kısaca değinilmekte daha çok yontu teknikleri anlatılmaktadır. Bunun yanı sıra bazı kaynaklara ulaşmada kılavuzluk ettiği yadsınamaz bir gerçektir.

Kaynakların uygulamayı anlattığı düşünüldüğünde, pratikte gerçekleşen bir yöntemin teorisinin tarifinde kaynaktan kaynağa değişen büyük farklılıklar olduğu gözlemlenmiş ve bunun sonucunda bir uygulayıcı olarak yöntemin işleyişinin en açık şekilde anlatılmasına çalışılmıştır. Bu anlatımı yaparken daha önce yapılmış olan kopyalama ve modelden anıt yapma tecrübelerinden çok büyük oranda yararlanılmıştır.

Çalışmanın ana fikrinin doğmasına neden olan “Çanakkale Şehitleri Anıtı rölyeflerinin yapımı” ve “Moğolistan’daki eski Türk Anıtları’nın kopyalanması” işlerinin birlikte yürütülmesine olanak tanıyan Prof. Ferit Özşen’e, yaptıkları kopya uygulamaları sırasında bana istediğim detayı veren Öğr.Gör. Metin Ekiz ve Nilüfer Ovalıoğlu’na ve çalışma boyunca desteğini eksik etmeyen eşim Nurcan Özaslan’a teşekkür ederim.

## ÖZET

Bu çalışmada tarihsel süreç içerisinde kullanılmış ve günümüzde de kullanılmaya devam edilen büyütme ve kopyalama yöntemlerinin ulaştığı son nokta hedeflenmiş, kullanılan yöntemlerin mekanik olarak uygulama esasları ele alınmıştır. Ayrıca dökümanter çalışmalar içerisinde yer almayan bunun yanısıra bazı Türk heykeltıraşları tarafından bilinen ve kullanılan, Şadi Çalık ve Hüseyin Gezer tarafından geliştirilmiş olan ÇALIK-GEZER aracının çalışma şekli ile birlikte tanıtılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde basit el aletleriyle yapılan kopyalamalar ele alınmıştır. Karmaşık bir düzenek gerektirmeyen bu yöntemlerin ardından ikinci bölümde daha detaylı düzenekler ve mekanik araçlar ile yapılan kopya yöntemleri açıklanarak günümüzde uygulanan en son yöntemlere kadar getirilmiştir. Son bölümde ise bilgisayar desteği ile uygulanan ve şahsen uygulaması yapılmış olan kopyalama yöntemi tanıtılmıştır.

Basitten karmaşık yöntemlere doğru gelişen tekniği irdeleyen bu araştırma, tekniklerin kullanıldığı coğrafya, sanatsal akım veya kültürel dönemlere ait bilgilere değinmemekte daha çok heykeltıraşların ve heykel öğrencilerinin teknik altyapısının gelişimine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır

Sonuç olarak kopyalama tekniklerinin anlatıldığı bazı kaynaklardaki dağınık bilgiler bir araya getirilmiş ve bu kaynaklarda yer almayan eklentiler yapılarak günümüzde tanınmayan ya da endüstriye ait olduğu düşünülen sistemlerin heykel sanatının hizmetine girebileceği sonucuna varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Heykel, Kopya, Yöntem, Teknik, Bilgisayar.

## SUMMARY

It has been aimed, in this study, the latest point of the copying and enlarging methods which has been used within the historical process and are still being used today, and the principles of mechanical applications of these methods used have been tackled. Furthermore, the operation principle and promotion of CALIK-GEZER device which does not take place among documentary studies, but were known and have been used by some Turkish sculptors, and have been developed by Sadi Calik and Huseyin Gezer have been intended.

In the first chapter of the study, the copies made by simple hand tools have been examined. After these methods which do not need a complex mechanism, the copying methods which are made by more detailed and mechanical devices have been explained in the second chapter, and have been advanced to the methods which are being used today. In the last chapter, the copying method, which is applied by computer aid and the application thereof has been carried out by me personally, has been introduced.

This research which investigates the technique progressing from the simple to complex methods, does not advert to the information belonging to the geography, art trends or cultural periods which these techniques are being used, but intends to make a contribution to the development of technical substructure of the sculptors and sculpture students.

Conclusively, the disorganized information in some resources, which the copying techniques are explained therein, have been compiled,, and by making additions which do not take place in these resources, it has been reached to a conclusion that the systems which are not known today or considered to be related to industry can be put in the service of the art of sculpture.

**KEY WORDS :** Sculpture, Copy, Method, Technique, Computer

## RESİMLER LİSTESİ

	Sayfa no
Resim 1.1.....	3
Resim 1.2.....	4
Resim 1.3.....	4
Resim 1.4.....	5
Resim 1.5.....	6
Resim 1.6.....	6
Resim 1.7.....	7
Resim 1.8.....	8
Resim 1.9.....	8
Resim 1.10.....	9
Resim 1.11.....	10
Resim 1.12.....	10
Resim 1.13.....	11
Resim 1.14.....	12
Resim 1.15.....	13
Resim 1.16.....	14
Resim 1.17.....	14
Resim 2.1.....	16
Resim 2.2.....	16
Resim 2.3.....	17
Resim 2.4.....	18
Resim 2.5.....	19
Resim 2.6.....	20
Resim 2.7.....	21
Resim 2.8.....	22
Resim 2.9.....	23
Resim 2.10.....	24
Resim 2.11.....	24
Resim 2.12.....	25
Resim 2.13.....	26
Resim 2.14.....	26



Resim 2.15.....	27
Resim 2.16.....	28
Resim 2.17.....	28
Resim 2.18.....	29
Resim 2.19.....	30
Resim 2.20.....	31
Resim 2.21.....	32
Resim 2.22.....	33
Resim 2.23.....	33
Resim 2.24.....	34
Resim 2.25.....	34
Resim 2.26.....	34
Resim 2.27.....	35
Resim 2.28.....	36
Resim 2.29.....	36
Resim 2.30.....	37
Resim 2.31.....	37
Resim 3.1.....	40
Resim 3.2.....	41
Resim 3.3.....	41
Resim 3.4.....	42
Resim 3.5.....	42
Resim 3.6.....	43
Resim 3.7.....	44
Resim 3.8.....	44
Resim 3.9.....	45
Resim 3.10.....	46
Resim 3.11.....	46
Resim 3.12.....	48
Resim 3.13.....	48
Resim 3.14.....	48
Resim 3.15.....	48
Resim 3.16.....	49
Resim 3.17.....	49

Resim 3.18.....	49
Resim 3.19.....	50
Resim 3.20.....	51
Resim 3.21.....	51
Resim 3.22.....	52
Resim 3.23.....	52
Resim 3.24.....	54
Resim 3.25.....	54
Resim 3.26.....	55
Resim 3.27.....	55
Resim 3.28.....	56
Resim 3.29.....	56
Resim 3.30.....	57
Resim 3.31.....	57
Resim 3.32.....	58
Resim 3.33.....	58
Resim 3.34.....	59

## GİRİŞ

Heykel sanatında tarih boyunca çeşitli şekillerde üretilmiş olan orijinal eserlerin bazı gereklilikler sonucu çoğaltılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bunlar gerek savaşlar olabilir, gerek doğal yıkımlar, gerekse o esere olan talep olabilir, her ne nedenle olursa olsun orijinalin çok benzerini ya da aynısını yapma eylemi basit tekniklerden mekanik çözümlere doğru yüzyıllar boyu oldukça farklılaşmış ve sonunda bilgisayar teknolojisinin kullanılmaya başlamasıyla en üst düzeye ulaşmıştır

Bir çok sanatçı tarafından bilinen ve uygulanan bu yöntemler içinde pratikte basit görünenler aslında uygulamayı yapan kişinin tecrübesi ile çok yakın bir ilişkidir. Çünkü bu tür yöntemler, uygulamada yontucunun yorumuna ve ustalığına son derece açık olanlardır ve sonuç çok değişken olabilmektedir.

Daha gelişmiş olan kopyalama yöntemlerinde ise, kullanılan aracın yapımı ve kullanılış biçimi bilgiye ve tecrübeye dayalı olup yontucuya daha kesin bilgiler vererek yorum imkanını daraltmakta ayrıca tecrübe açığını da büyük ölçüde kapatmaktadır.

Son olarak bilgisayar desteği ile yapılan kopyalama ise en gelişmiş yöntemdir ve bu yöntem içinde sanatçı dışında hiç kimsenin yorumu mümkün değildir, çünkü modelin üretilmesinden sonra kopyanın bitimine kadar olan aşamalarda insan müdahalesi son derece kısıtlı olup daha çok makine operasyonu ile sınırlıdır. Bu da demek oluyor ki sanatçı tarafından özellikle bir müdahale istenmediği takdirde kopyanın bitişine kadar bilgisayar kontrollü makine tarafından iş yürütülür.

## BÖLÜM I

### HEYKEL KOPYALAMA VE BÜYÜTMEDE BASİT YÖNTEMLER

Bu bölümde heykel kopyalama ve büyüme teknikleri içerisinde yer alan ve gerek uygulama gerekse sistem bakımından basit sayılabilecek fakat sonuç elde etmek bakımından ustalık gerektiren yöntemler anlatılacaktır.

Bunlar ;

- 1.1. Ölçü Pergeli (caliper)
- 1.2. Oranlı Pergel
- 1.3. Üç Bacaklı Pergel
- 1.4. Kareleme İle Rölyef Büyütme
- 1.5. Çekül Yöntemi'dir.

#### 1.1. Ölçü Pergeli (caliper)

Bilinen pergeller gibi iki koldan ve bu iki kolu birleştiren bir menteşeden oluşan bu aracın en önemli özelliği, ölçü almak üzere açılan iki kolunun yarı sıkı menteşe sayesinde aralığı bozulmadan başka bir tarafa aktarabilmesidir.

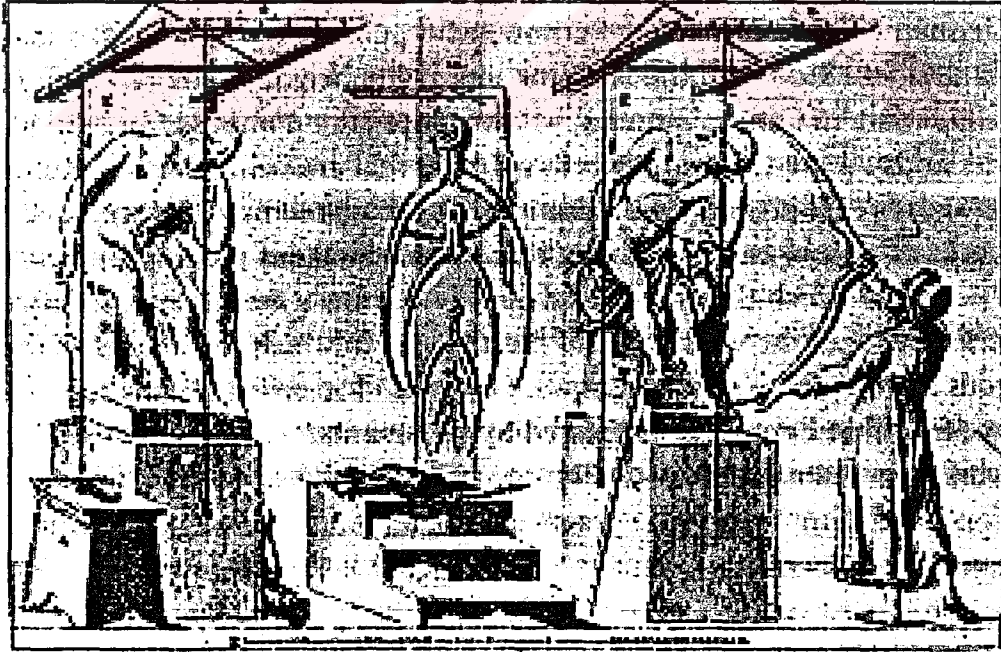
Daisy Grubbs<sup>1</sup> ve P.Rockwell<sup>2</sup> in uygulamayı açıkladığı bu yöntemde genel olarak model üzerinden alınan ölçünün 1/1 oranında kopyaya aktarılması öngörülmektedir. Pergel ile ölçü alındıktan sonra mesafe bozulmaksızın ham haldeki kopyanın yapılacağı malzemeye aktarılır.

<sup>1</sup> Grubbs DAISY, The Modelling A Likeness In Clay, 42-43

<sup>2</sup> Rockwell PETER, Lavorare La Pietra, 130.

Kopyaya başlanırken model üzerinde mümkün olduğunca birbirinden uzak olmak kaydı ile üç ayrı nokta belirlenir ve bu üç nokta aralarındaki mesafeler bozulmaksızın ham malzeme üzerine de işaretlenir. Model üzerinde işaretli noktalardan birine ölçü pergelinin bir ayağı yerleştirilerek alınan herhangi bir ölçü ham malzeme üzerine işaretlendikten sonra diğer noktalarında ölçünün alındığı noktaya uzaklığı ayrı ayrı tespit edilir. Bu üç ayrı noktadan alınan ölçüler ham malzeme üzerinde yaylar şeklinde işaretlenir, bu yaylar tabii ki modeldeki gibi tek bir noktada kesişmeyecektir. Dolayısıyla yayların modelde kesiştikleri ortak noktaya ulaşana kadar malzeme yontulur ve kopyada da bu yaylar aynı noktada kesişene değin tekrar tekrar aynı ölçümlendirme yinelenir. Model üzerinde ölçülen her farklı nokta için bu işlem tekrar edilir.

İlk kullanılan yöntemlerden olması aletin oldukça basit olan yapısıyla açıklanabilir. Rudolf Wittkower<sup>3</sup> 'ın Sculpture adlı kitabında Francesco Carrodori'nin deseni ölçü pergeli ile 1/1 kopya yapmayı göstermektedir..

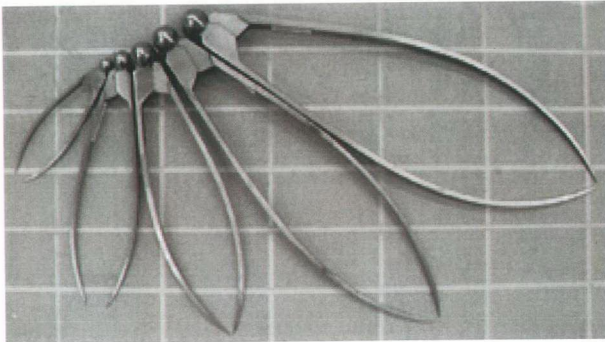
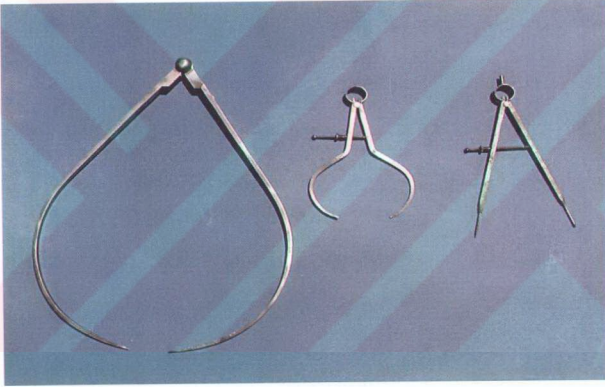


Resim 1.1: Francesco Carradori gravürü, ölçü pergeli ve Çekül yöntemini bir arada göstermekte.

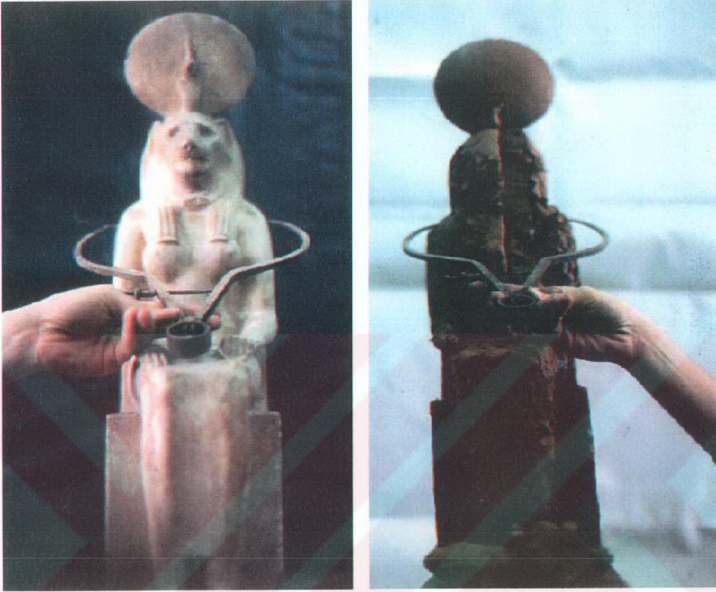
<sup>3</sup> Wittkower RUDOLF, Sculpture, 223



Resim 1.2 :K. Robert'ın Le Modelage Et La Sculpture adlı kitabından değişik ölçü pergelleri çizimi.



Resim 3 : değişik pergeller türleri



Resim 1.4 : Modelden ölçü alma ve ölçüyü çamur kopyaya taşıma. Uygulama Metin Ekiz Mimar Sinan Üniversitesi, 2001

Ayrıca ölçü pergeli ve metre ile büyütme yapmanın kişisel deneyimler sonucu mümkün olduğu sonucuna varılmıştır<sup>4</sup>. Genel mantığa göre model üzerinden alınan her ölçünün uygulanacak malzemeye aktarılırken yapılacak büyütme oranı ile çarpılması öngörülmektedir.

Model üzerinden en dıştan alınan en, boy, derinlik ölçülerini temel alınarak istenen büyütme oranınca yapılacak kopyanın malzemesi hazırlanır. Bunun için alınan her ölçünün bir metre yardımı ile saptanması ve metrik orantı ile ölçü pergelinin ağzı büyütülecek miktara kadar açılarak ölçünün taşınması gereklidir. Model üzerinde belirlenecek üç sabit nokta büyütme oranı ile çarpılarak kopya üzerine de işaretlenir.

<sup>4</sup>Şahsen uygulanan bu metodun hiçbir kaynaktan yer almaması sonucunda herhangi bir yöntem olarak isimlendirilmesi mümkün olmamıştır.



Resim 1.5 : Alçı modelden ölçü alarak mermer kopya yapılması. Uygulama Nilüfer Ovaloğlu , Mimar Sinan Üniversitesi, 2002.



Resim 1.6 : Alınan ölçünün mermer kopyaya aktarılması.Uygulama Nilüfer Ovaloğlu, Mimar Sinan Üniversitesi, 2002





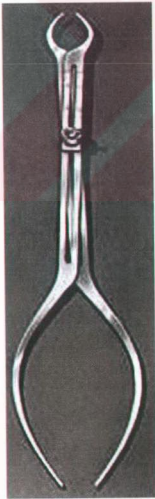
Resim 1.7 : Ölçü pergeli ve metre ile modelden 1/4 oranında büyütme uygulaması. Bülent çınar, Kadıköy 2002

## 1.2. Oranlı Pergeller

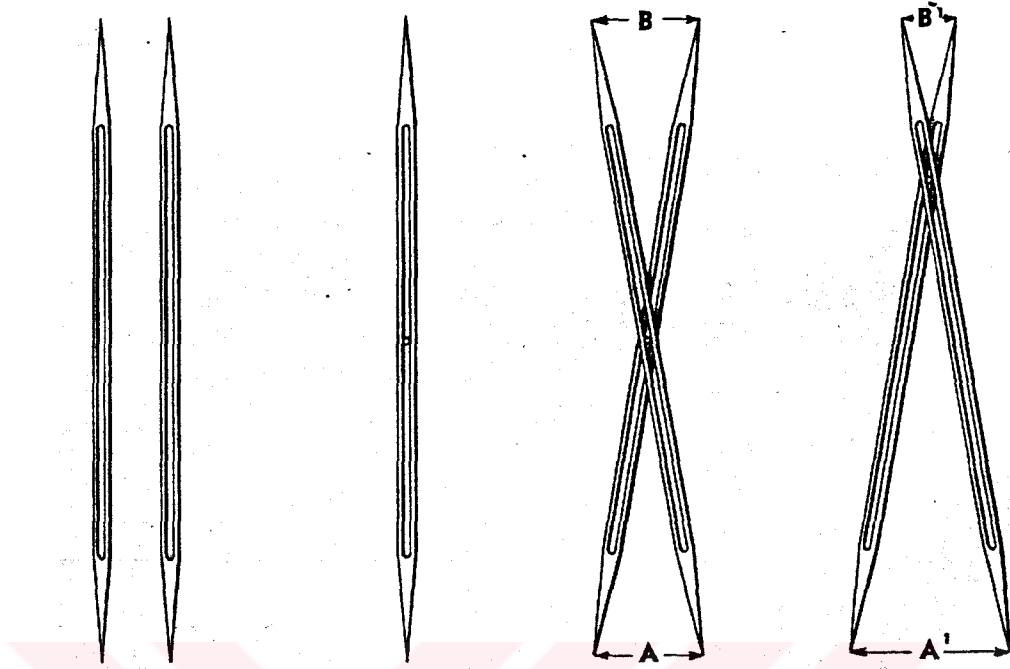
Bu pergel türlerinde ya sabit oranla büyütme-küçültme yapabilen ya da ayarlanarak değişken oranla büyütme-küçültme yapabilen iki türü vardır. Genel mantığı model üzerinde tek taraf ile alınan ölçünün aletin yapısı gereği diğer tarafta oranınca büyütme-küçültmeye hazır olmasına dayalıdır. Sabit oranlı pergeller adından da anlaşılacağı gibi üretildikleri oranın dışında ölçüm yapamazlar. Değişken oranlı pergelerde ise iki bacağı birbirine bağlayan vida gevşetilir kaydırılarak pergelin ağız açıklığının oranı isteğe göre ayarlanabilir.



Resim 1.8 : Sadece 1/2 bütölme ya da küçölme yapabilen sabit oranlı pergel



Resim 1.9 : Farklı şeköllerde üretilmiş değişken oranlı pergeller



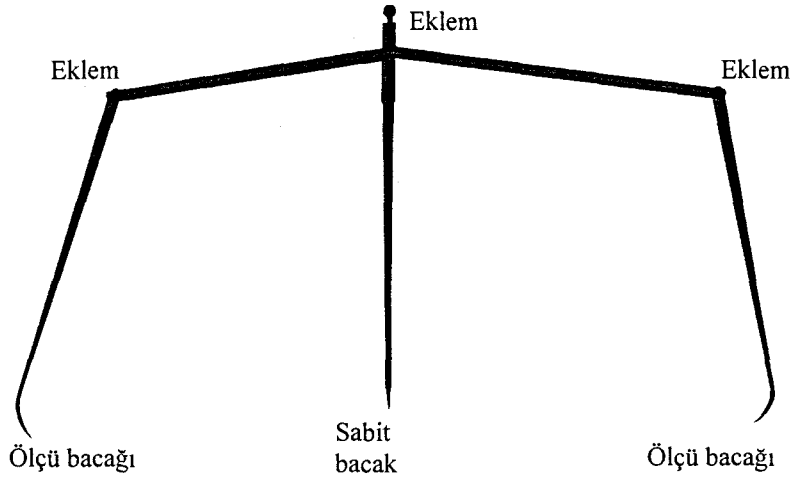
Resim 1.10 : Değişken oranlı bir pergelin açılımı. Ortadan iki bacağı birbirine bağlayan vida gevşetilerek kaydırılır ve iki ağız arasındaki oran değiştirilebilir. Aynı zamanda küçültme de yapılabilir.  $A = B$  olduğu gibi  $A' = \text{büyütme oranı} \times B'$  olabilir.

### 1.3. Üç bacaklı pergel

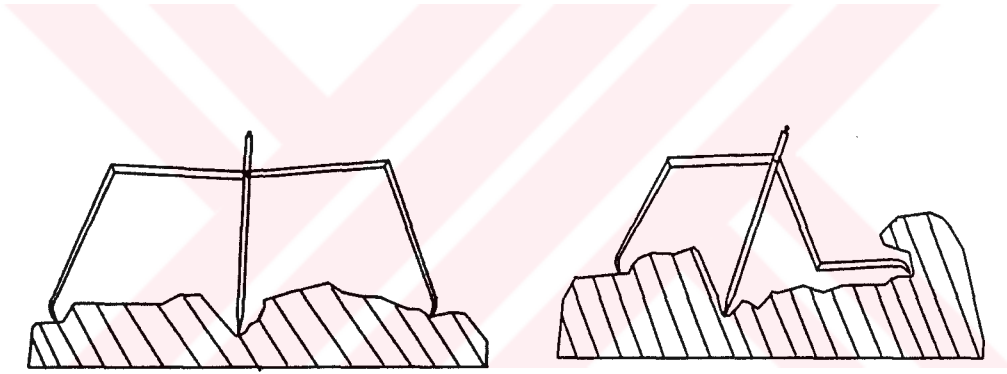
Merkezde bir bacak ve buna bağlı, zıt yönde ve ortalarında birer eklemi daha bulunan iki bacedan oluşan bu çok eklemli pergelin kullanımı oldukça basittir. Bacakların uzanarak ölçü almalarının ardından yarı sıkı eklemler sayesinde ölçü değişmeden taşınabilir.

Alec Miller<sup>5</sup> tarafından açıklanan bu yöntemde göre, merkezdeki bacak model üzerinde sabit bir noktaya yerleştirilerek iki yandaki hareketli bacaklar ile istenen noktadan ölçüm alınır. Kopya üzerinde de sabit bir nokta belirlemek şartı ile, alınan ölçü bozulmaksızın kopya yapılacak malzeme üzerine aktarılır. Her ölçümü yapılan nokta hem modelde hem de kopyada işaretlendikten sonra yüzeydeki derinlikler bir ölçü pergelini ile tespit edilerek kontrollü bir şekilde yontma işlemi sürdürülür.

<sup>5</sup> Miller ALEC, Stone and Marble Carving, 84-85



Resim 1.11 : Üç bacaklı pergel.



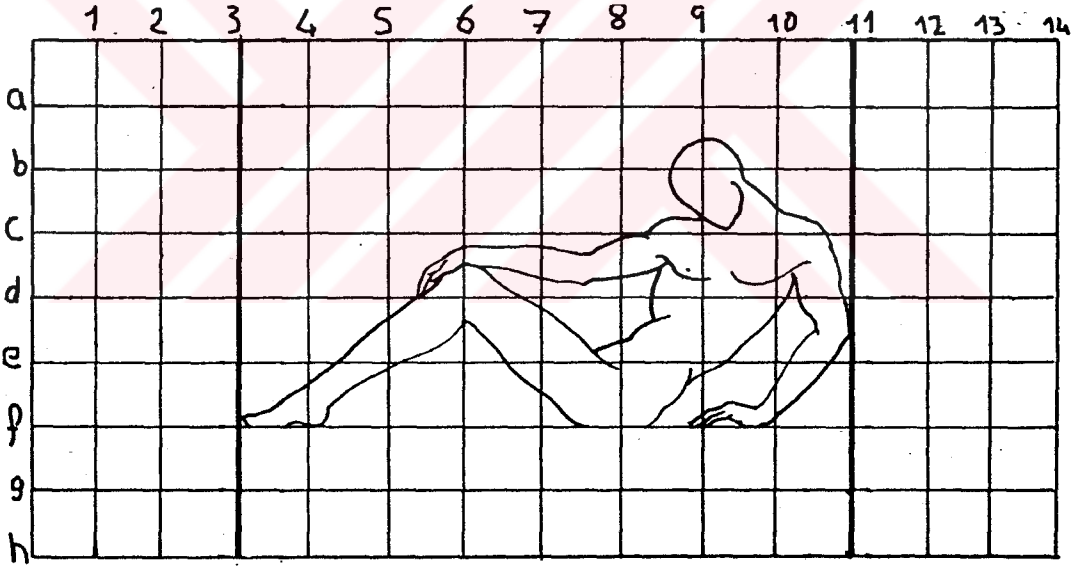
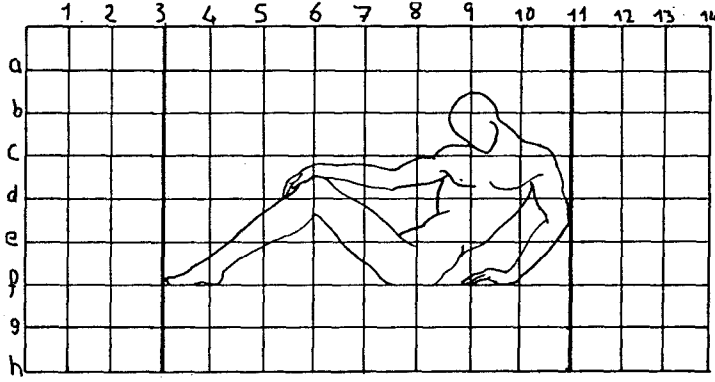
Resim 1.12 : üç bacaklı pergelin değişik ölçü alma pozisyonları

#### 1.4. Kareleme ile rölyef büyütme

Hoffman<sup>6</sup> açıkladığı bu yöntemle göre ; model yüzeyi karelere ayrılır ve her çizgiye yatayda ve düşeyde harf ya da numara verilir. Büyütme yapılacak oranda kopyası yapılacak alan oluşturulurken aynı kareleme buraya aktarılır. Diyelim 1,5 defa büyütme yapılacak, model üzerindeki kareleri oluşturan çizgilerin aralıkları uygulamaya aktarılırken her biri 1,5 ile çarpılarak çizilir. Elde edilen ikinci alandaki

<sup>6</sup> Hoffman MALVÍNA, Sculpture Inside and Out, 232-233

tüm kareler modelin 1,5 katı olduğu için, düşey ve yatay kodlamalar takip edilerek her bir kare içerisindeki form uygulamaya aktarılırken bu oranda büyümüş olur.



Resim 1.13 : Kareleme yöntemi ile rölyefin büyütülmesi. Örnek ; Model boyu 1 / 2 defa büyütülecek ise , küçük çizimde 1 x 1 cm olan kareler büyük çizimde 1,5 x 1,5 cm olacak şekilde çizilir. Her kare içine denk düşen form, tecrübeye bağlı olarak ister direkt ister bir ölçü prgeli yardımı ile kopyalanır.

Gay Robinson<sup>7</sup> eski mısırda duvar resimlerinin ve rölyeflerin bu yöntemle kolaylıkla büyütüldüğünü bu günkü mevcut kareleme izlerine dayanarak açıklamaktadır.



Resim 1.14 : Gay Robinson'a göre bu gün bile izlerine rastlanan bu yöntem eski mısırda oran kurma ve oranlı büyütme için kullanılıyordu.

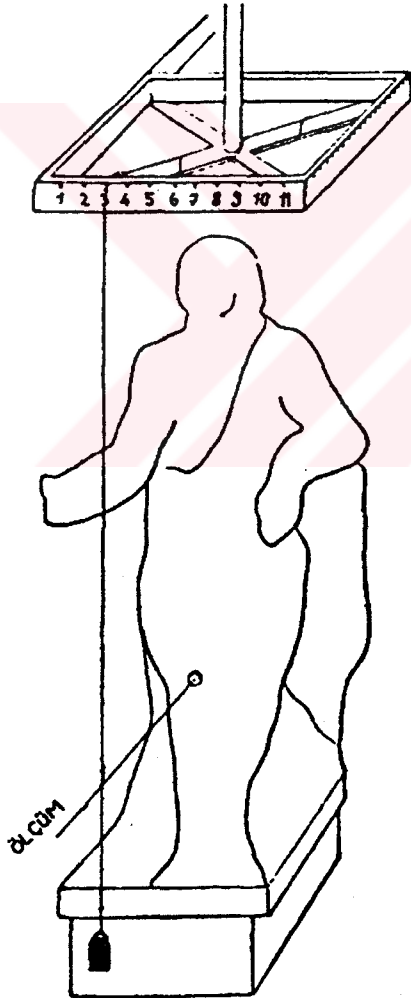
### 1.5. Çekül Yöntemi

Bu yönteme göre model üzerine, yer düzlemine paralel gelecek biçimde ve model genişliğini dıştan dışa geçecek ahşap bir çerçeve yerleştirilir. Çerçevenin, sağlam bir bağlantısı olmak kaydı ile üzeri eşit aralıklı çizgilerle çizilir ve numaralandırılır.

Carl Bluemel<sup>8</sup> in kurşun hattı dediği bu çizili bölümlerden aşağı sarkıtılan çekülün oluşturduğu düz hattın model üzerine doğru alınan her ölçüm, kopya

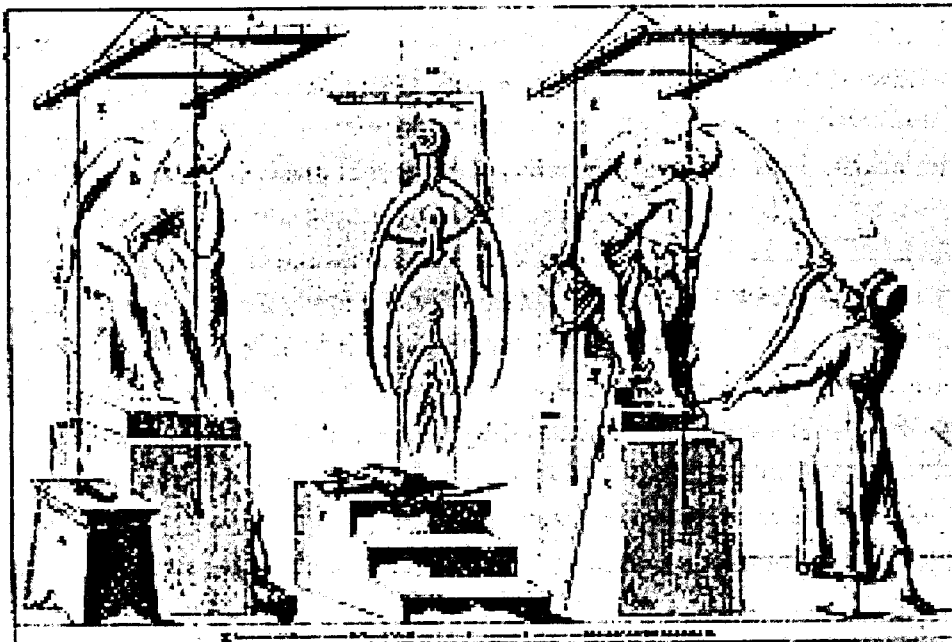
<sup>7</sup> Robinson GAY, Proportion And Style in Ancient Egyptian Art, 104-105.

yapılacak malzeme üzerine de kurulan aynı düzeneğe aktarılır. Burada esas, ham haldeki kopyaya başlandığında, modelden alınan ölçüye ulaşana kadar kopya yapılan malzemeye delik açılmasıdır. Modelde alınan ölçüden 2cm daha az delme işlemi yapılır ise hata payı bırakılmış olur. Daha sonra açılan deliğin dip derinliğine ulaşana kadar kaba yontu işi devam eder. Çekülün ipi çerçeve üzerinde numaralandırılmış bölümün her birine ayrı ayrı yerleştirilerek buralardan alınacak ölçüler ile detay çalışmasına devam edilir. Ölçüm ne kadar sık aralıkla ve çok tekrar ile yapılır ise kopya o denli iyi olur.



Resim 1.15 : Carl Blüemel'in açıkladığı Çekül Yönteminin kendisi tarafından yapılan çizimi. Çekülün asılı olduğu ipin oluşturduğu düz hattan modele doğru ölçüm yapılır.

<sup>8</sup> Blüemel CARL, Greek Sculptors At Work,.57.



Resim 1.16 : Rudolf Wittkower'ın Sculpture adlı kitabında Francesco Carrodori'nin deseni ölçü pergeli ve Çekül ile kopya yapmayı göstermektedir..



Resim 1.17 : Rudolf Wittkower'in Sculpture adlı kitabında 1785'te Francesco Chiaruttini tarafından çizilmiş olan gravürde Canova'nın atölyesinde kullanılan Çekül Yöntemi ile yapılan kopyalama.



## BÖLÜM 2

### HEYKEL KOPYALAMA VE BÜYÜTMEDE GELİŞMİŞ YÖNTEMLER

Bu bölümde, ilk bölümde anlatılan yöntemlere göre sistem olarak daha karmaşık sayılabilecek fakat uygulamada daha az ustalık gerektiren yöntemler anlatılacaktır.

Bunlar ;

- 2.1. Ahşap Çerçeve
- 2.2. Çalık-Gezer Aracı
- 2.3. Noktalama Aracı
- 2.4. Scopas Büyüme Aracı
- 2.5. Pantograf tır.

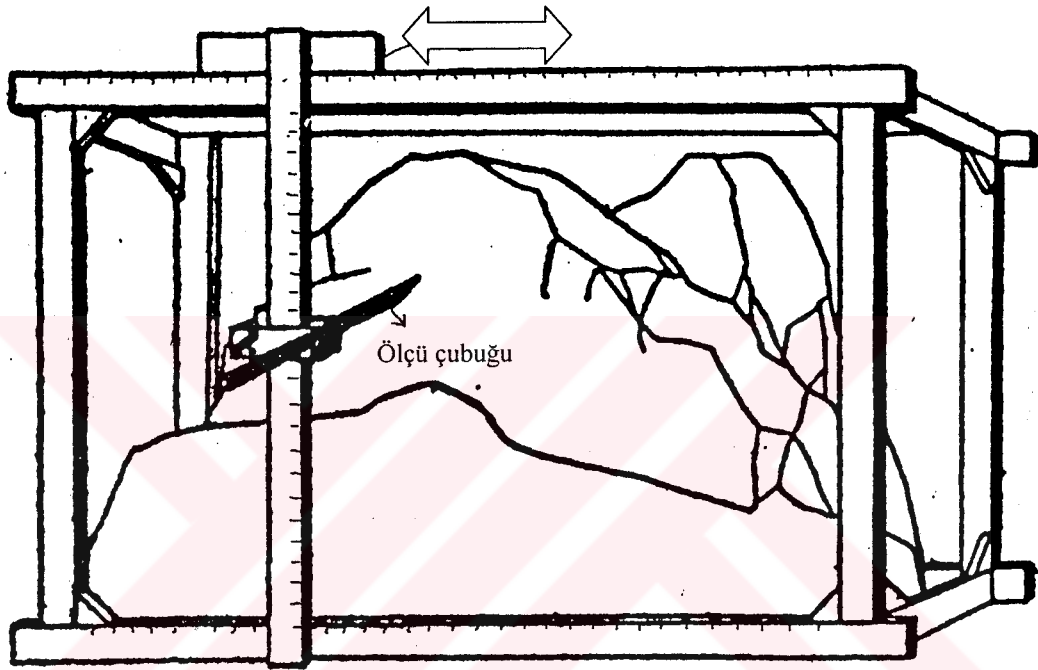
#### 2.1. Ahşap Çerçeve

Alec Miller<sup>9</sup> ve Malvina Hoffman<sup>10</sup> ın açıkladığı bu yöneme göre kopyası yapılacak model dikdörtgenler prizması şeklinde çerçeve içine alınır ve 1/1 oranında kopya yapılacaksa, yapılacak kopya malzemesi de aynı oranda çerçevelenir. Çerçevelerin üzeri eşit aralıklara bölünerek numaralandırılır. T biçiminde hazırlanan ve çerçevenin üst yatay parçasına takılacak olan çubuğun da üzeri üstten aşağı eşit

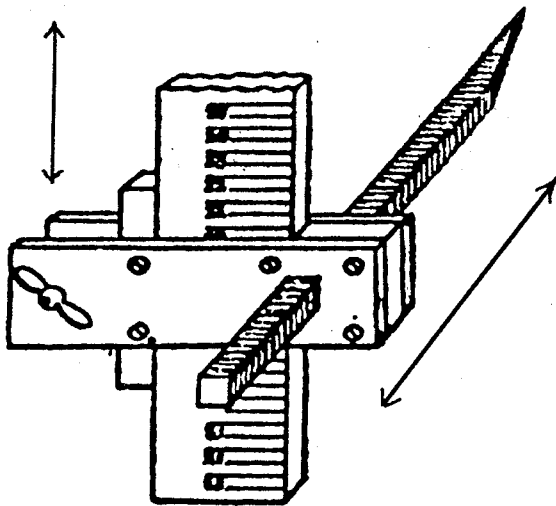
<sup>9</sup> Miller ALEC, Stone And Marble Carving, 85-86

<sup>10</sup> Hoffman MALVİNA, Sculpture Inside And Out, 229-231

aralıklara ayrılıp numaralandırılır. Bu sağa ve sola serbestçe kaydırılabilen çubuğun üzerine de yukarı-aşağı oynatılıp sabitlenebilen mekanizma takılır. Bu mekanizma üzerinde içe-dışa oynayabilen ölçü çubuğu yardımı ile model üzerinden ölçü alınarak T parçasının tümü kopyanın yapılacağı çerçeveye aktarılır. Ölçü çubuğundan alınan ölçüye ulaşana kadar önce matkap ile delik açılır ve deliğin dip noktasına kadar kopya malzemesi yontulur.

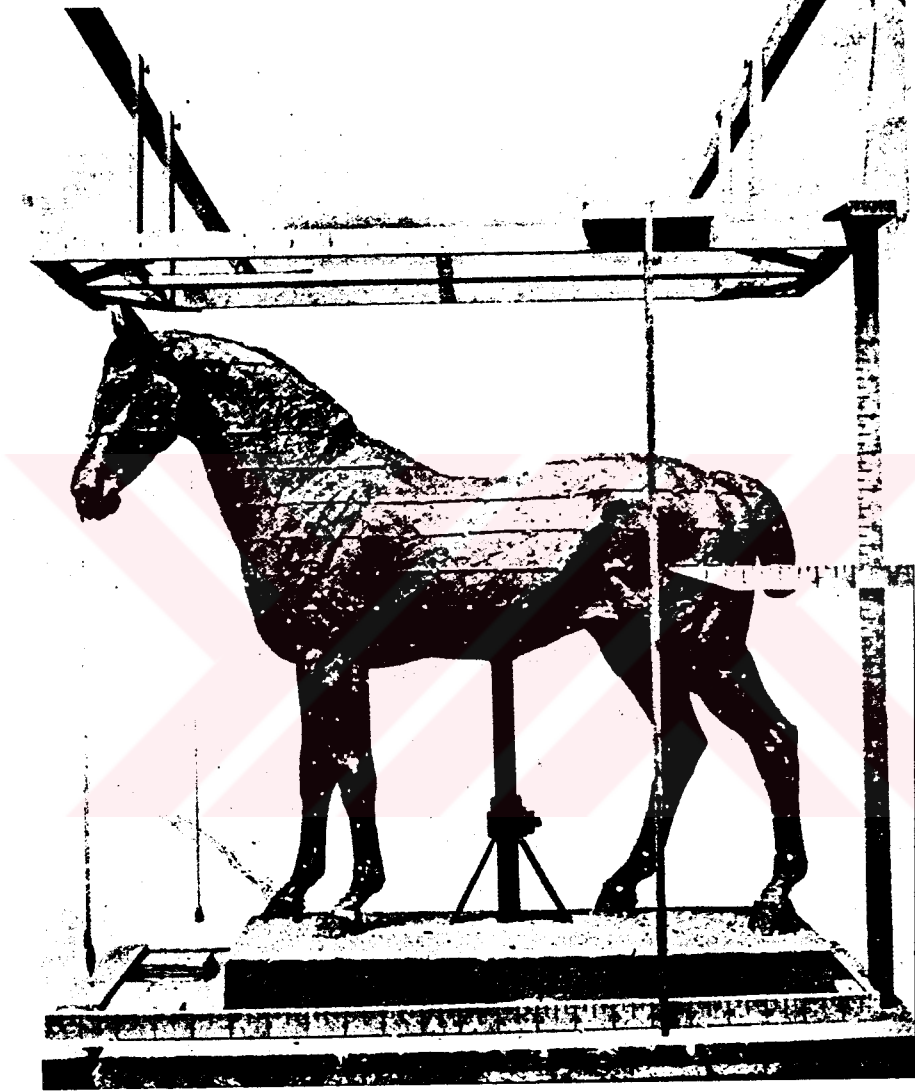


Resim 2.1 : A. Miller 'ın Stone And Marble Carving adlı kitabında Prof. Richard L. Garbe tarafından tanıtılan ahşap çerçeve yöntemi.



Resim 2.2 : Resim 2.1'den ölçü çubuğu detayı

Bu yöntemde, T parçası üzerindeki ölçü çubuğu ile ölçü almanın yanında aynı şekül yönteminde anlatıldığı gibi, ağırlık sarkıtarak ta ölçü almak yöntemi daha kullanışlı hale getirmektedir.



Resim 2.3 : Malvina Hoffman'ın Sculpture Inside And Out adlı kitabından ahşap çerçeve yöntemi ile modelleme.

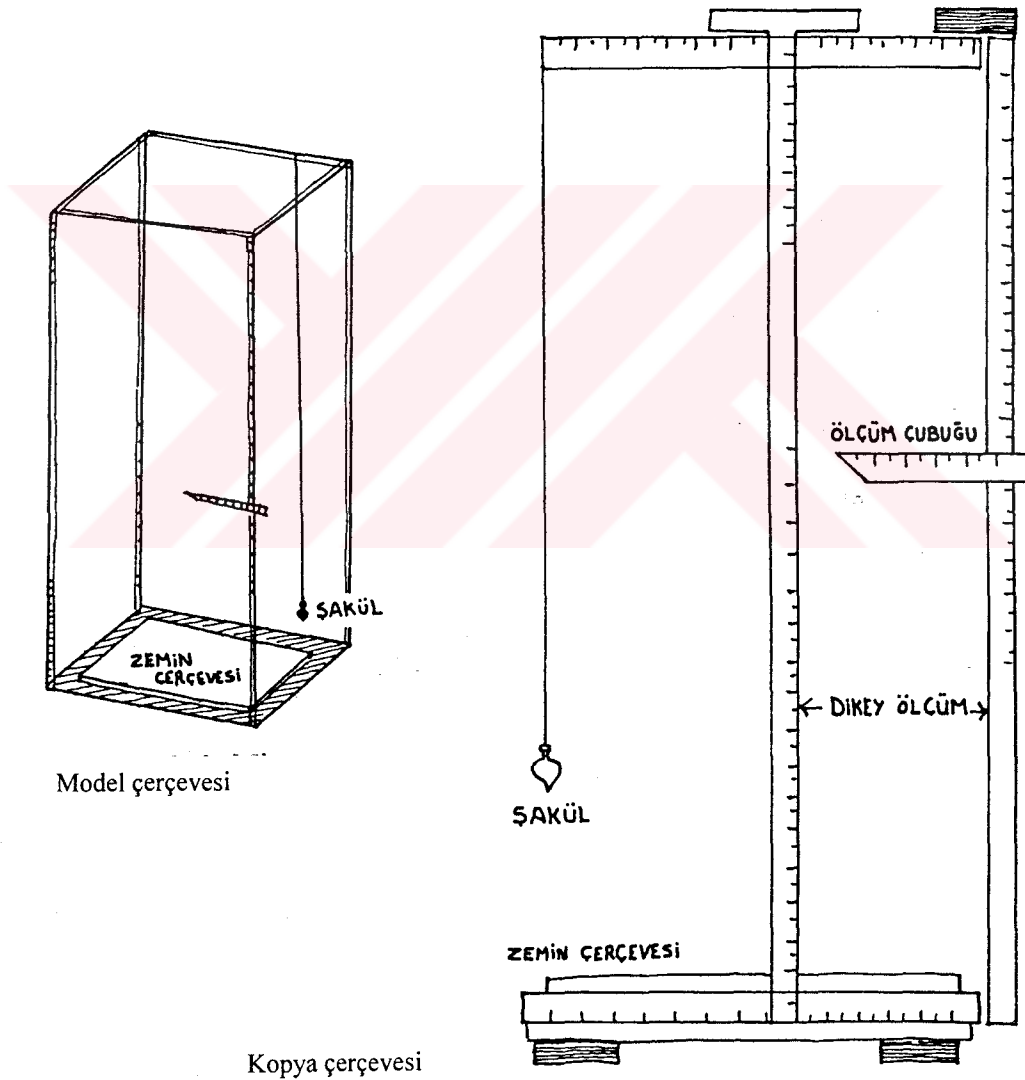
Ayrıca Hoffman<sup>11</sup> ve Mills<sup>12</sup> bu yöntemle büyütmeyi de tarif etmektedirler. Buna göre kopyası yapılacak modelin ahşap çerçeve içine alınmasından sonra ne kadar büyütme yapılacaksa o oranda bir çerçeve kopyanın yapılacağı malzeme

<sup>11</sup> Hoffman, MALVİNA, Sculpture Inside And Out, 229-231

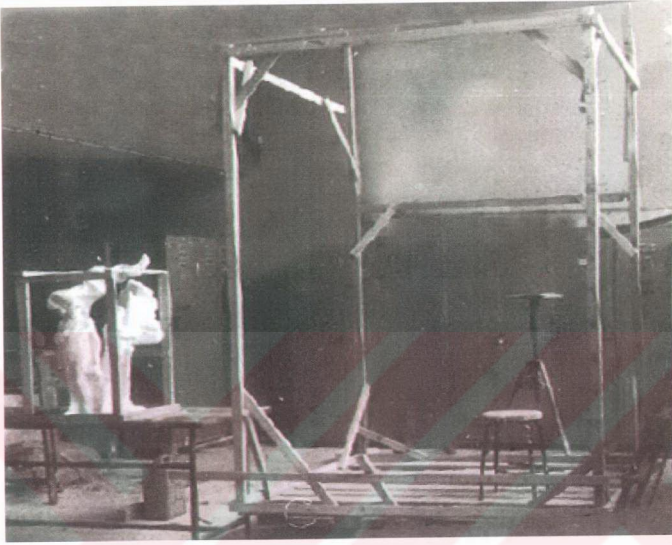
<sup>12</sup> Mills, JOHN.W. The Technique Of Sculpture, 20-23

üzerine hazırlanır ve küçük model üzerinden alınan her ölçü büyütme oranı ile çarpılarak kopya yapılacak malzemeye aktarılır.

Diyelim 3 kat büyütme yapılacak; model üzerinden alınacak 10cm'lik ölçü asıl malzemeye büyütme oranında uygulanacağı için 30cm olacaktır. Buna uygun olarak önce delik açma işlemine başlanır ve yine deliklerin dip derinliğine ulaşana kadar kaba yontu devam eder.



Resim 2.4 : John W. Mills'in The Technique Of Sculpture adlı kitabında yer alan ahşap çerçeve ile büyütme yöntemini açıklayan çizimi.

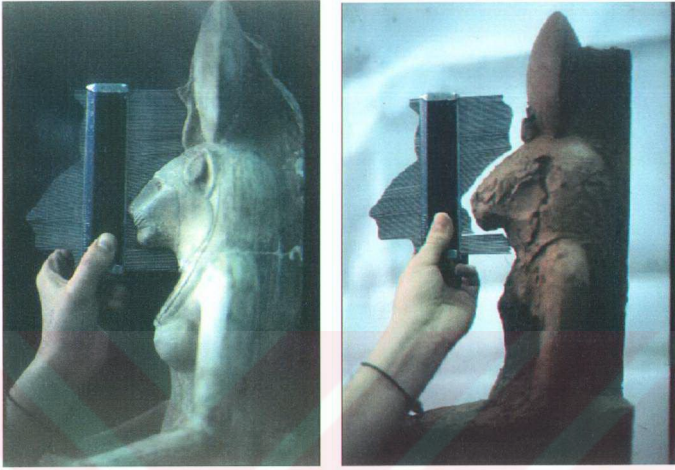


Resim 2.5 : Ahşap çerçeve ile büyütmeye yapmak üzere hazırlık yapılması, Prof. Ferit Özşen uygulaması.

## 2.2. Çalık – Gezer Aracı

Eski İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi öğretim görevlilerinden Şadi Çalık ve Hüseyin Gezer'in geliştirdikleri bu yöntem, daha önce hiçbir kaynaktan yer almaması ve daha da önemlisi kendileri tarafından geliştirilmiş olması bakımından oldukça önemli ve kullanımı çok kolay bir yöntemdir<sup>13</sup>. Yöntemin esası ahşap çerçeve yönteminde olduğu gibi ölçü çubuğu ile ölçüm yapılmasına dayanmaktadır. Farklı olarak basit simetri tarağındaki gibi yüzeyi tek bir hat boyunca bir çok noktadan aynı anda yararlanarak kontür halinde kopyalama şansı verir.

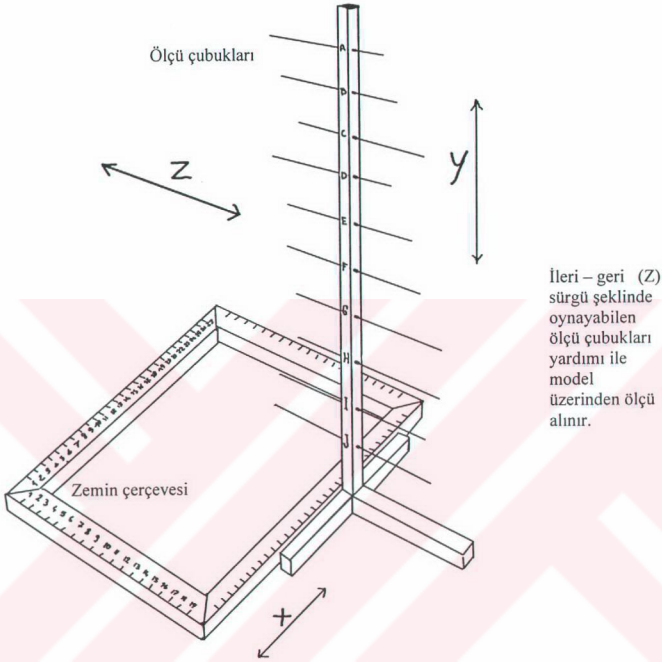
<sup>13</sup> Hüseyin Gezer'in kendisi ile yapılan görüşme, 27. 04. 2002.



Resim 2.6 : Simetri tarağı ; model üzerinde herhangi bir yüzeye bastırıldığında oynar çubukların hareketi sayesinde o yüzeyin kontürü elde edilmiş olur ve yapılacak kopyada aynı kontür aranır.

Öncelikle model zemininde oluşturulacak bir çerçeve üzerine eşit aralıklarla işaret konur ve bunlar numaralandırılır. Daha sonra dikey ekseninde ayakta duracak şekilde yapılmış metal profil kolon üzerine eşit bölüntüler yapılır ve bunlar da yukarıdan aşağı harflerle kodlanır. Her bir harf koduna denk gelecek şekilde açılacak deliklere sürgü sistemi ile çalışacak olan uçları sivri metal çubuklar yerleştirilir. Bu çubuklar aracılığı ile alınacak ölçü ya bir metre ile ölçülür ya da tercihen çubuklarında üzeri eşit aralıklarla işaretlenerek ölçü alınır. Dikey duran sistem zemin çerçevesinden bağımsız fakat çerçeveye yaslanarak sağa-sola kaydırılır.

Sistemin tamamını sağa sola oynatarak zemin çerçevesi yardımı ile alınan ölçü hattına X diyelim, sistem üzerinde eşit aralıklarla duran harf kodlarından oluşan düşey ölçü hattına da Y dersek, her bir çubuğun içe -dışa oynaması ile alınan ölçü hattına da Z diyebiliriz. Dolayısı ile bu sistem üç boyutu tarif eden X Y Z düzlemlerinde hareket ederek ölçü alabilen hatasız bir ölçüm aracıdır.



Resim 2.7 : Çalık-Gezer aracının çizimi.

Bu yöntemle büyütme yapmak istendiğinde diğer yöntemlere benzer bir şekilde, büyütülecek model için kullanılan aracın dışında, büyütme oranı ne kadarsa (örneğin:  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$  vb.) o oranda büyük bir araç yapılması gereklidir. Oranlı şekilde büyütülmüş olan araca, modelden alınan ölçüler aktarılırken sadece ölçü çubuklarının üzerinden alınan ölçüm büyütme oranınca çarpılarak aktarılır. Sağa-sola ( X ) ve yukarıdan aşağı olan ( Y ) ölçümler, aracın oranlı bir şekilde

büyütülmesinden dolayı herhangi bir çarpıma gerek kalmaksızın kendiliğinden ortaya çıkar.



Model

Kopya

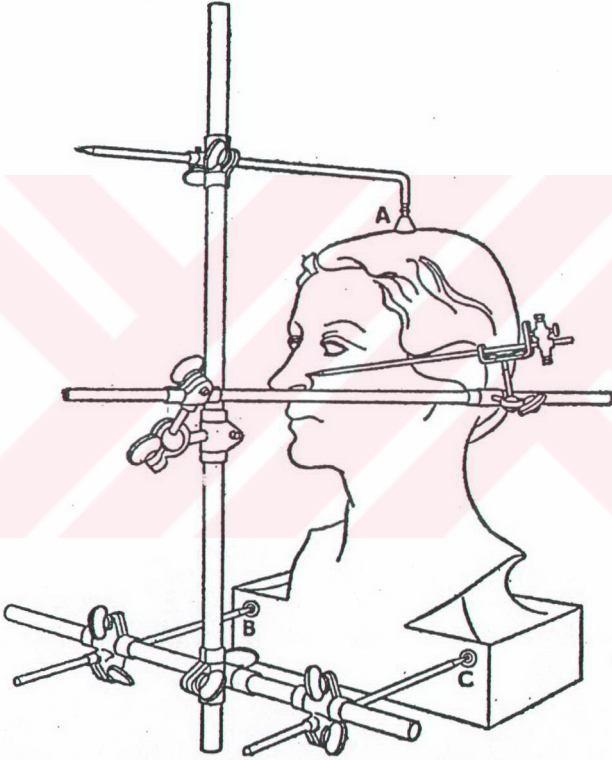
Resim 2.8 : Çalık-Gezer Aracı ile 1 / 6 oranında büyütme uygulaması, Prof. Ferit Özşen uygulaması, Mimar Sinan Üniversitesi,.

### 2.3. Noktalama Aracı

Aracın genel mantığı 1 / 1 kopya yapmaya ve bunun için tek bir araç kullanmaya dayanır. Bu araç metal boru ve çubuklardan oluşan, sürgüler ve topuz mafsallar yolu ile ölçüm yapabilen bir sisteme sahiptir. Üzerindeki hareketli parçalar istendiğinde sıkılarak ölçüyü değiştirmeden aracın tamamı modelden kopyaya aktarılır.



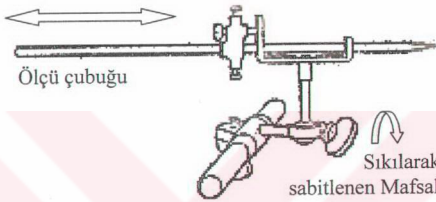
Alec Miller<sup>14</sup> a göre kopya işlemine başlarken model üzerinde, ikisi aşağıda ve tek bir cephede, biri de en tepede olmak kaydı ile üç nokta belirlenir. Noktalama aracının tutunma kollarını takıp çıkarabilmek için model üzerindeki bu üç noktaya, birer boru parçası alçıyla sabitlenir.



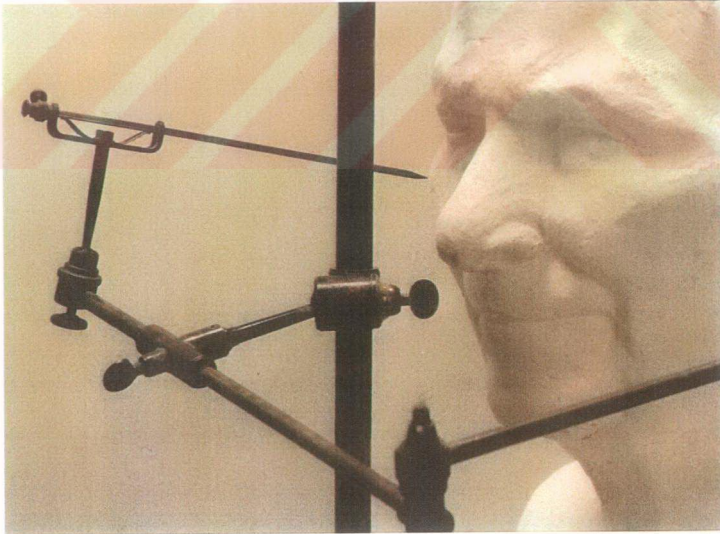
Resim 2.9 : Alec Miller'in Stone And Marble Carving adlı kitabında Prof. Richard L. Garbe tarafından açıklanan noktalama aracı çizimi. A . B ve C noktalarından faydalanarak ölçüm aracı takın çıkarılır.

<sup>14</sup> Miller, ALEC, Stone And Marble Carving , 86-88

Model üzerine sabitlenen noktalama aracının topuz mafsallı kolu ölçüm yapılacak nokta üzerinde sıkıştırılarak sabit kalması sağlanır. Bu durumda iken kol üzerinde sürgü sistemi ile çalışan ölçü çubuğu itilerek en dış noktalardan başlamak şartı ile ölçüm alınır.

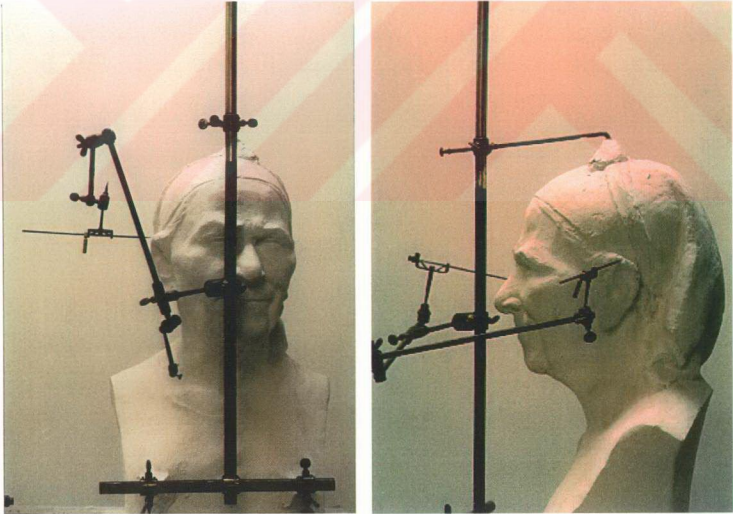


Resim 2.10 :  
Resim 2.9'dan  
detay.



Resim 2.11 : Nilüfer Ovalıoğlu kopya uygulamasından detay. Mimar Sinan Üniversitesi,2002.

Kopyanın yapılacağı malzeme üzerinde de tutunma kolları için aynı üç nokta belirlenir ve bu noktalara matkap ile delik açılır. Alınan her ölçünün ardından noktalama aracı tamamı ile taşınarak ham haldeki malzemeye takılır ve ölçü çubuğu, modeldeki ölçü derinliğine ulaşana kadar matkap ile delme işlemine devam edilir. Ölçüm noktası ne kadar fazla olursa kopya da o denli doğru olur. Açılan deliklerin dip derinliğine ulaşınca kadar kaba yontu işlemine devam edilir. Daha sonra derin noktalarından da ölçü alınarak detay çalışması yapılır. Alınan her ölçünün ardından kopya üzerinde yapılan delme işleminde, ölçüm derinliğine 2cm kala delme işleminin bitirilmesi dolayısı ile yüzeyde olabilecek hataları azaltmak üzere hata payı bırakılması tavsiye edilmektedir<sup>15</sup>.

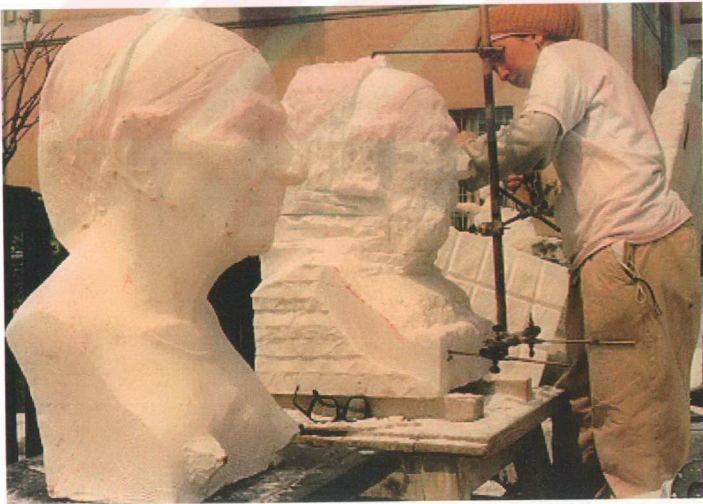


Resim 2.12 : Kopyası yapılacak modelden Noktalama Aracı ile ölçüm alınması. Nilüfer Ovalıoğlu uygulaması. Mimar Sinan Üniversitesi, 2002

<sup>15</sup>Stone And Marble Carving adlı kitabında Alec Miller bu konuda kişinin tecrübesinin de çok önemli rolü olduğunu ve ustalastıkça uygulamanın farklılaşabileceğini belirtmektedir.



Resim 2.13 : Noktalama aracı ile alçı modelden mermer kopya yapılması. Nilüfer Ovalıoğlu uygulaması. Mimar Sinan Üniversitesi, 2002.



Resim 2.14 : Mermer kopya üzerinde kaba yontu işleminin yapılması. Nilüfer Ovalıoğlu uygulaması.2002



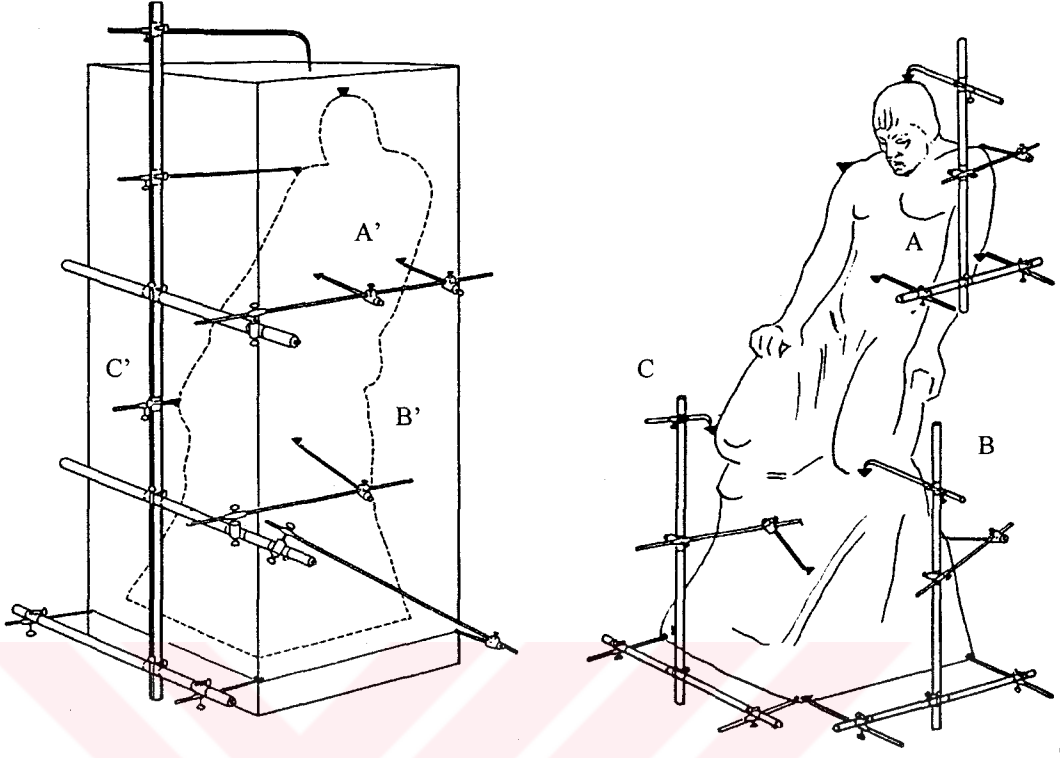
Resim 2.15 : Noktalama aracı ile alınan ölçütün mermer modelden mermer kopyaya taşınması.  
Walter S. Arnold uygulaması 2001. [www.stonecarver.com](http://www.stonecarver.com)

Malvina Hoffman<sup>16</sup> ve Rudolf Wittkower<sup>17</sup> in aynı çizimle açıkladıkları ve John W. Mills<sup>18</sup> in biraz daha farklı bir çizimle tarif ettiği büyük bir figürde noktalama aracının kullanımı şöyledir: büyük figürde kullanılmak üzere yapılmış çok kollu bir noktalama aracı model üzerinden ölçü alırken, öncelikle taşınması daha pratik olan küçük boy noktalama aracına temel oluşturacak biçimde, yine ikisi altta biri üstte olmak üzere üç noktalı ölçümler alır. Bir çok kolu sayesinde modelin üzerinde farklı üçlü noktalar grubu tespit ettikten sonra bunları kopya yapılacak malzeme üzerine bir kez taşır ve daha sonraları kontrol yapmak üzere devreden çıkar. İşin çoğunluğu daha küçük ve pratik olan noktalama aracı ( birden fazla olabilir ) ile sürdürülürken genel orantıyı kaçırmamak üzere büyük noktalama aracı ile arada bir ölçümler yinelenir.

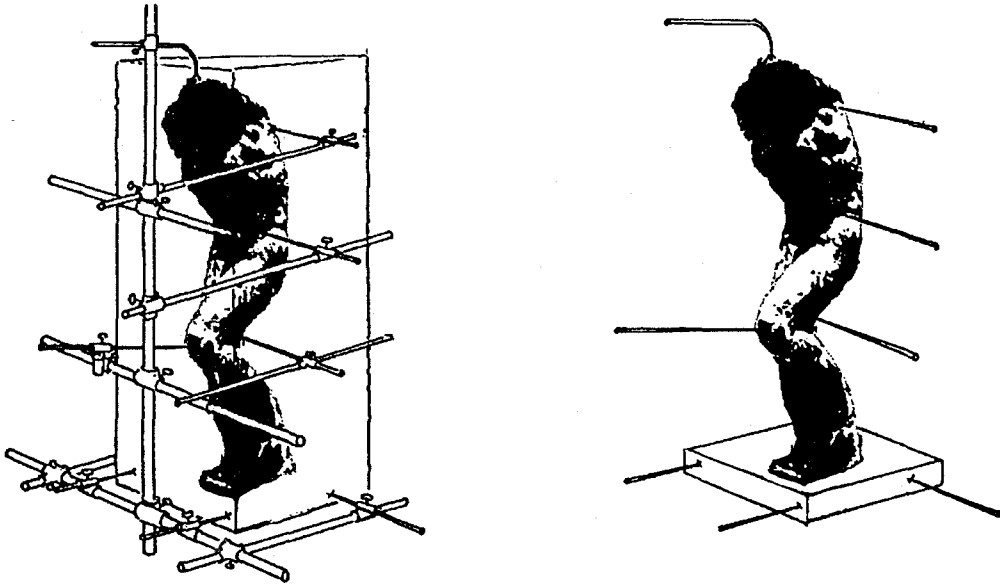
<sup>16</sup> Hoffman, MALVİNA, Sculpture Inside And Out, 179

<sup>17</sup> Wittkower, RUDOLF, Sculpture, 31

<sup>18</sup> Mills, JOHN.W. Encyclopedia Of Sculpture, 83-84



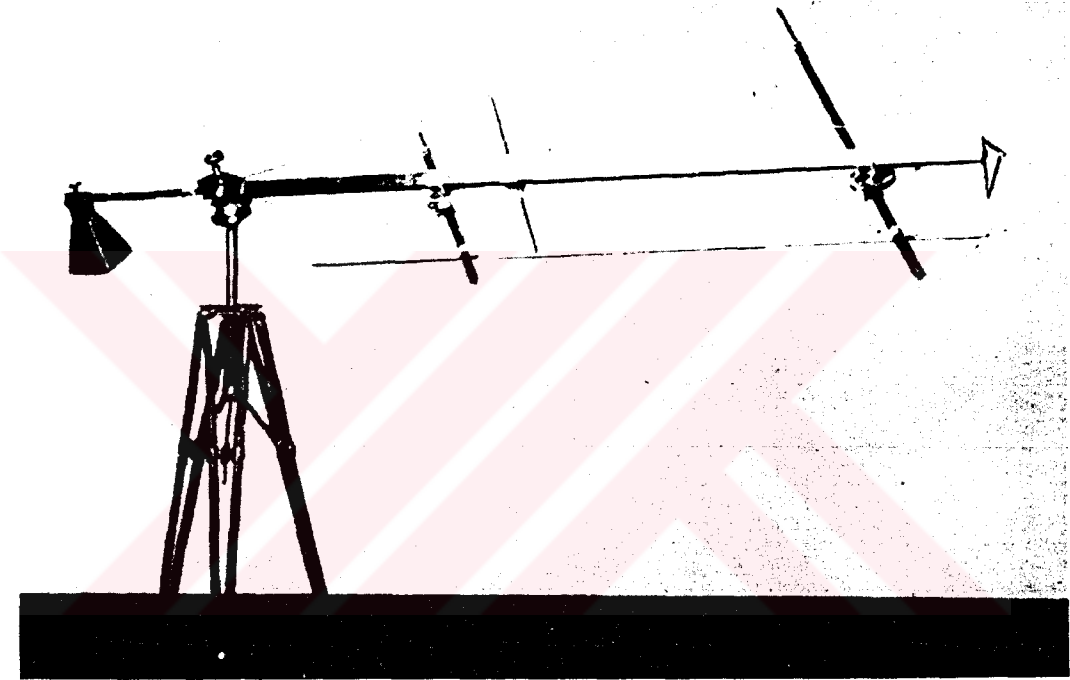
Resim 2.16 : Hoffman ve Wittkower'ın kitaplarında yer alan figür kopyalamada büyük ve küçük boy noktalama aracının birlikte kullanımı. A aracı için A' B aracı için B' ve C aracı için C' noktalar grubu işaretlenir, ve büyük araç geçici olarak devre dışı kalır. Her bir araç kendisi için tespit edilmiş ve kendine temel olacak üçlü noktalar grubunu kullanarak kendi içinde ölçü almayı sürdürür.



Resim 2.17 : John W. Mills'in Encyclopedia Of Sculpture adlı kitabından figür kopyalamada kullanılan çok kollu noktalama aracı.

#### 2.4. Scopas Büyütme Aracı

Bu araç bir üç ayak üzerine oturtulmuş, yatayda, ters ağırlıkla dengede duran bir metal düzenek üzerinde, biri modele diğeri de kopyaya uzanan ve paralel çalışan iki koldan oluşur. Euclide geometrisine göre çalışan bu aracın daha basit bir şeklini Da Vinci'nin çizimleri büyötmek için kullandığı bilinmektedir<sup>19</sup>.

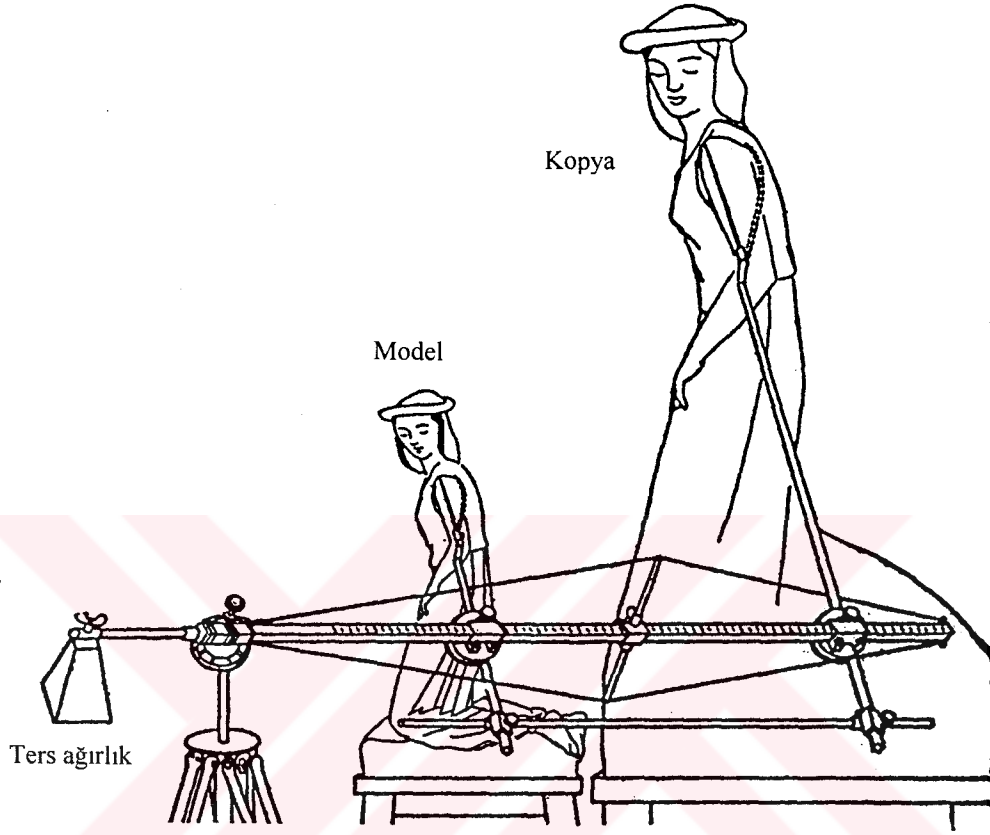


Resim 2.18 : Malvina Hoffman'ın Sculpture Inside And Out adlı kitabından Scopas Büyütme Aracının fotoğrafı, 1938 yılında Londra'da John Tiranti tarafından yapılan model.

Ters ağırlık sayesinde dengede durabilen metal gövde, üç ayakla birleştiği noktadaki topuz mafsalları yardımı ile her yöne oynayabilir ve mafsalları vidaları sıkılarak sabitlenebilir. Metal gövde üzerindeki paralel çalışan büyük ve küçük ölçü çubuklarının da yerleri değiştirilerek istenen oranda büyütme-küçültme yapılabilir. Araç topuz mafsalları yardımı ile hareket ederek yukarıdan aşağı, önden

<sup>19</sup> Jacobsen JACK.W. Pantografin tarihini [www.carousels.com](http://www.carousels.com) adlı internet sitesinde "The Reproducing Pantograph" başlıklı makalesinde anlatmaktadır.

arkaya ölçümler alabildiği gibi paralel çalışan ölçü çubukları yardımı ile de ileri geri yönünde ölçüm yapabilmek mümkündür



Resim 2.19 : Alec Miller'ın Stone And Marble Carving adlı kitabından Scopas Büyütme Aracının çizimi.

Bu araç ile büyütme yapılırken model,yapılacak kopya ve büyütme aracı aynı düzlemde yer alacak şekilde yerleştirilmelidir ve önemli olan işlem sürerken hiç birinin yerinin değişmemesidir. Buna göre aracın ayaklarının bastığı yerler işaretlenir. Daha sonra modelin üzerinde en dış noktalar işaretlenir ve bu noktalardan başlanmak üzere ölçüme başlanır. Çamur kopya yapılacaksa Küçük ölçü çubuğunun model üzerinde dokunduğu nokta, büyütme oranınca büyük ölçü çubuğunun boşlukta gösterdiği noktaya denk geleceği için, kopyanın iskeleti, çamur modelaj payı da hesaplanarak hazırlanır. Eğer taş kopya yapılacaksa da model üzerinde işaretlenmiş en dış noktalara ulaşmak üzere, büyük ölçü çubuğunun taşa dokunduğu nokta yontulmaya başlanır, ta ki küçük ölçü çubuğu modele değene kadar. Bu paralel



hareket her yönde tekrar edilerek işlem sürdürülür. Aynı işlemin tersi düşünülecek olursa bu araç ile oranlı küçültme de yapmak mümkündür.



Resim 2.20 : Malvina Hoffman'ın *Sculpture Inside And Out* adlı kitabından Reul tipi büyütme aracı ile çamur büyütme yapılması.



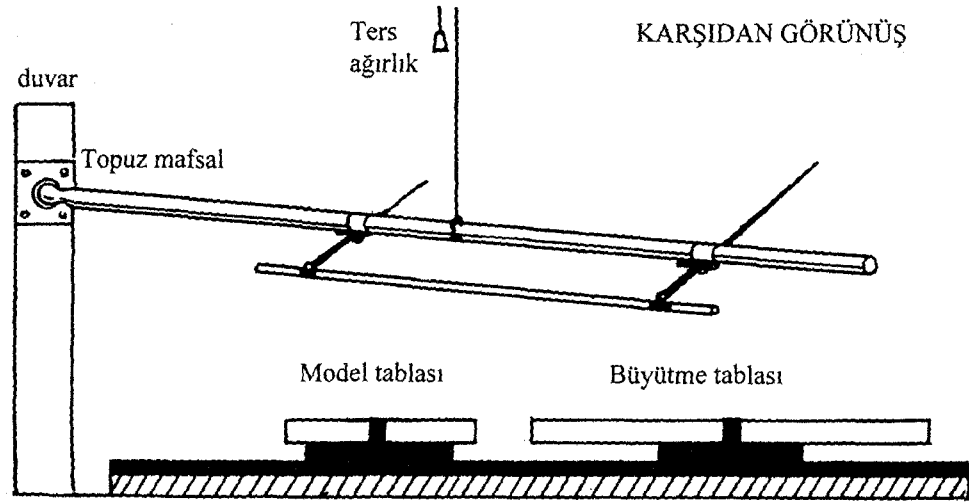
Resim 2.21 : Rene Chambellan atölyesinden Payne aracı ile 1 / 4 oranında büyütme uygulaması. Malvina Hoffman , Sculpture Inside And Out.

Scopas büyütme aracının Robert Payne tarafından geliştirilmiş bir modeli olan ve ilk defa 1901 yılında Pan-American sergisinde uygulaması gösterilen Payne büyütme aracını<sup>20</sup> tanıtabiliriz;

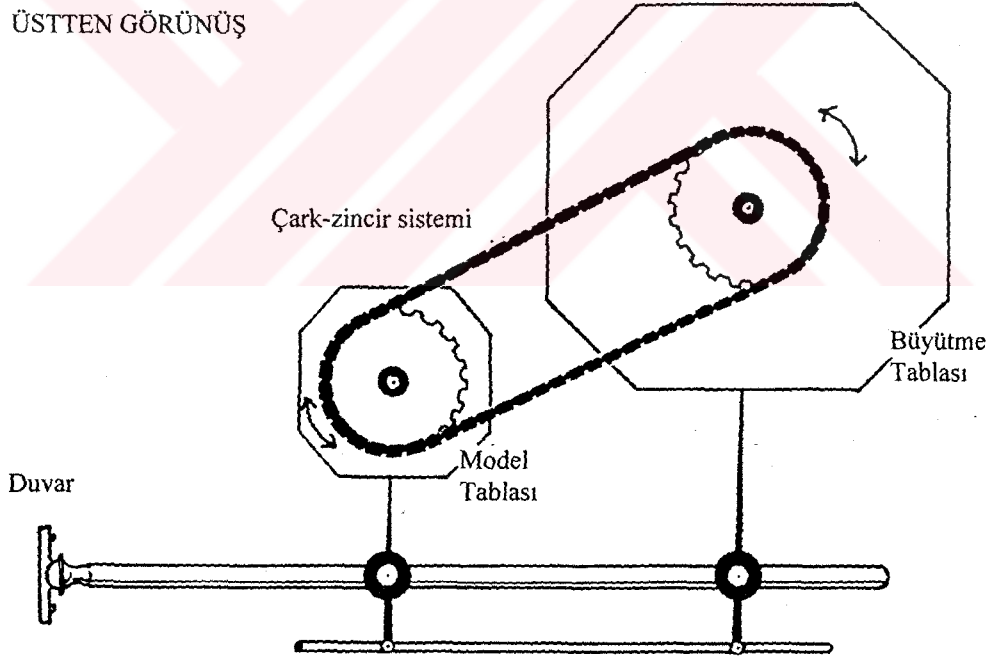
Scopas Büyütme Aracı'ndaki<sup>21</sup> gibi büyük ve küçük iki ölçü çubuğunu taşıyan ana kol, boru kesitli olup üç ayağa bağlandığı noktadan yine topuz mafsal ile bu defa duvar gibi sabit bir noktaya bağlanır. Kol uzunluğunun 1/3 mesafesinden bir ip ile tavana askıya alınır, ip bir makaradan geçerek bir ters ağırlık vasıtası ile kol ağırlığını dengede tutar. Bu durumda dengedeki ölçü çubuklarının önüne gelecek şekilde, birbirine çark-zincir ile bağlı iki döner tabla yerleştirilir.

<sup>20</sup> Hoffman MALVİNA , Sulpture Inside And Out , 242-246

<sup>21</sup> Bkz. s.24



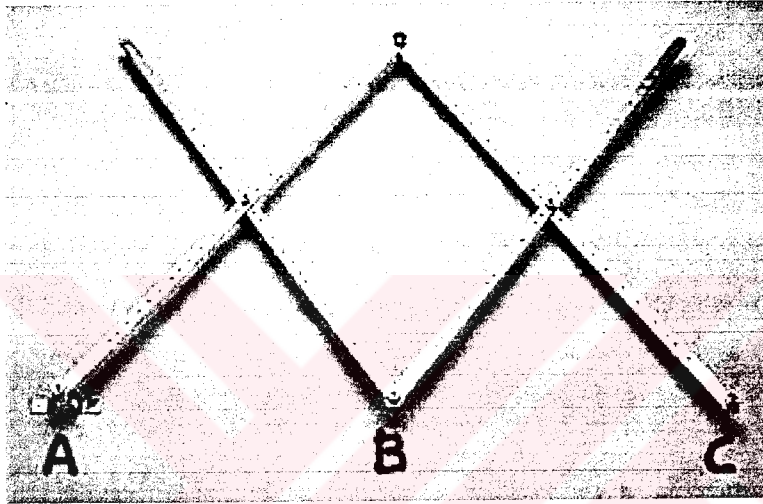
Resim 2.22 : Payne Büyütme Aracı'nın çizimi. Malvina Hoffman'ın Sculpture İnsiide And Out adlı kitabından yararlanılmıştır.



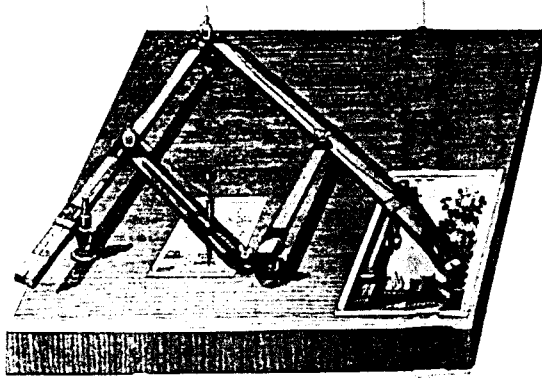
Resim 2.23 : Payne Büyütme Aracı'nın üstten çizimi. Buna göre model herhangi bir tarafa çevrildiğinde tablalar altındaki çark-zincir bağlantısı aracılığı ile kopya da aynı oranda çevrilmiş olur. Malvina Hoffman'ın Sculpture İnsiide And Out adlı kitabından yararlanılmıştır.

## 2.5. Pantograf

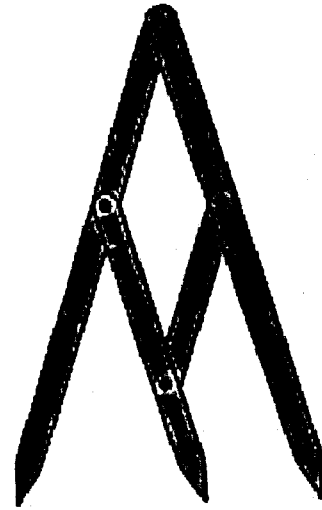
Basit olarak, eşzamanlı çalışan kolları yardımı ile oranlı şekilde büyütme ya da küçültme yapmaya yarayan mekanik bir araçtır. Eşzamanlı çalışan bu kollar bir düzencele sabit bir noktaya bağlı olup bu noktaya yakın olan kolun küçük bir hareketinin uzak olan kolda oranlı şekilde büyümesi mantığı esastır.



Resim 2.24 : A noktasından sabitlenen bu basit pantograf B ve C kollarının eşzamanlı çalışması ile çizimi 1 / 2 oranında büyütür ya da küçültür.

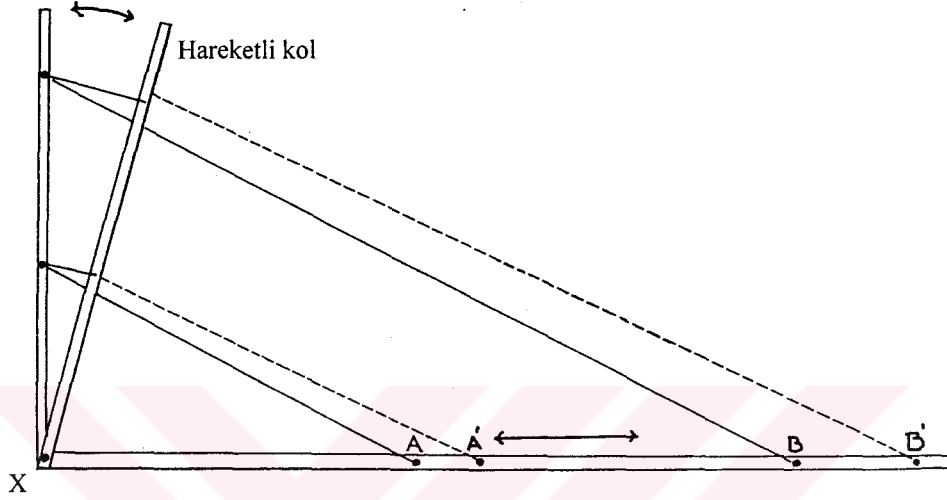


Resim 2.25 : Çizimde kullanılan bir pantograf.



Resim 2.26 : Alçak rölyefte kullanılan pantograf mantığı ile çalışan 1 / 2 oranlı pergel

Günümüzde ilerleyen teknoloji ile birlikte pantograflar da gelişmiş, çalışma mantığı değişmemekle birlikte üç boyutlu eserlerin büyütülme ve küçültülmesinde oldukça pratik hale gelmişlerdir. Bunlardan biri Hoffman<sup>22</sup> tarafından ayrıntılı şekilde anlatılan Fransız Tipi Pantograf ya da diğer adı ile Colas Makinesi'dir.

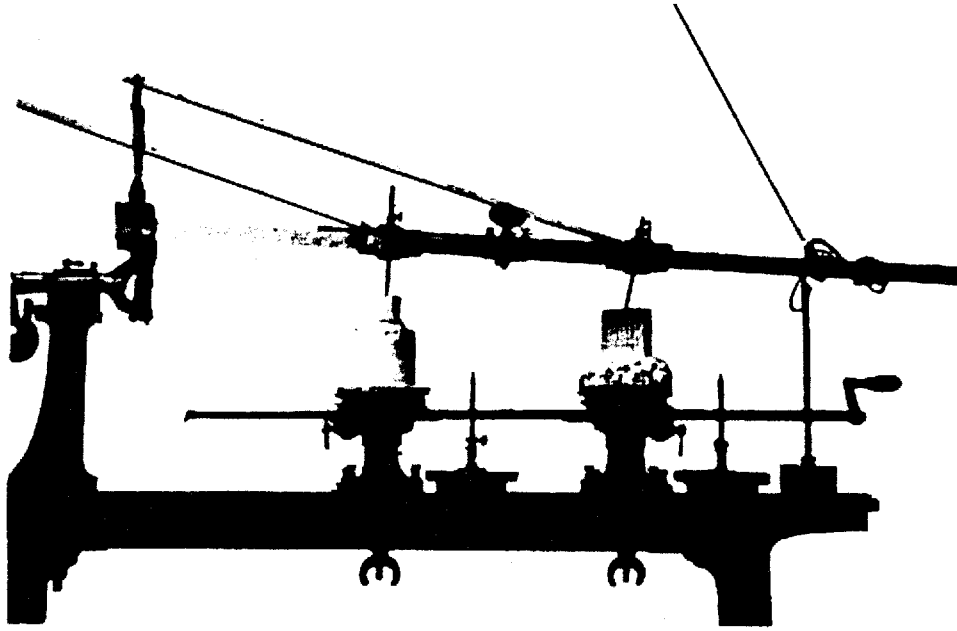


Resim 2.27 : Colas Makinesi'nin çalışma prensibi. Hareketli kol'un bağlı olduğu X noktası yardımı ile ileri-geri oynaması sonucu kopya kolu (A-A') model koluna (B-B') göre ayarlanan küçültme oranı kadar hareket eder. Bunun tersi düşünülerek büyütme de yapmak mümkündür.

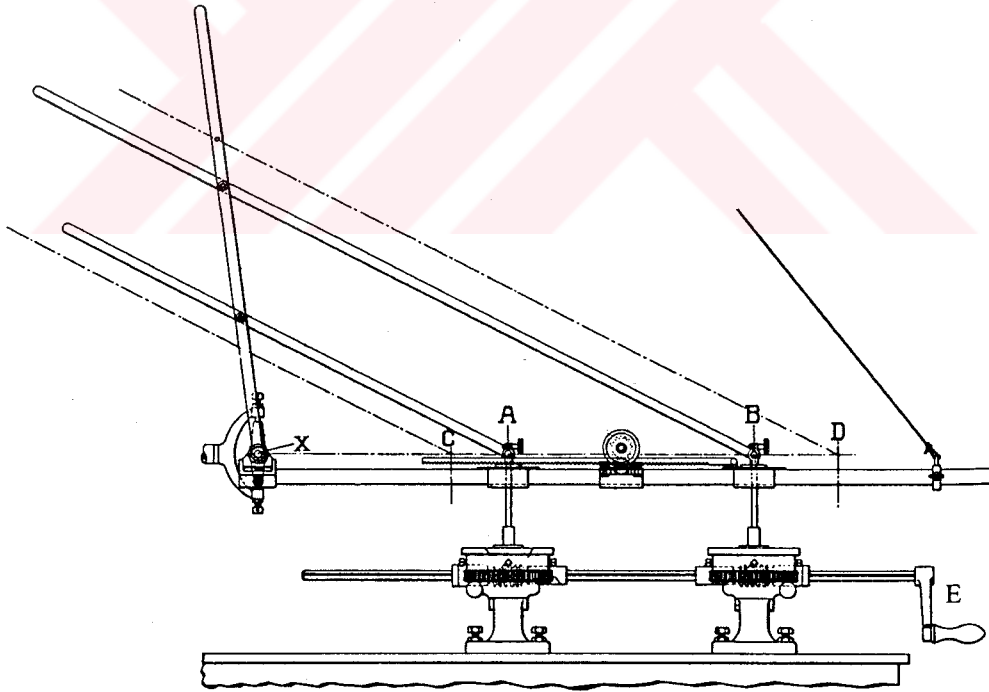
Bu araç ile  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$  gibi değişken oranlarda büyütme-küçültme yapmak mümkündür. Burada önemli olan, modelin mümkün olduğu kadar sert bir malzemedir, kopyanın ise yeni yapılmış alçıdan olmasıdır. Model üzerine dokunan ölçü çubuğunun baskısı, diğer kolda kopya üzerinde yontucu olarak görev yapan ucun yumuşak alçıyı tıraşlayarak işlemi sürdürmesini sağlar.

İşlem esnasında kopyaya insanın hiçbir şekilde müdahale etmeyerek sadece model taramayı kontrol etmesi bakımından günümüzün modern kopya araçlarının öncülerinden sayılabilir.

<sup>22</sup> Hoffman MALVINA, Sculpture Inside And Out ,238-242

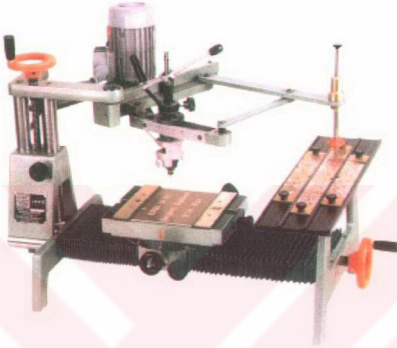


Resim 2.28 : Colas Makinesi. Malvina Hoffman, Sculpture Inside And Out,239.



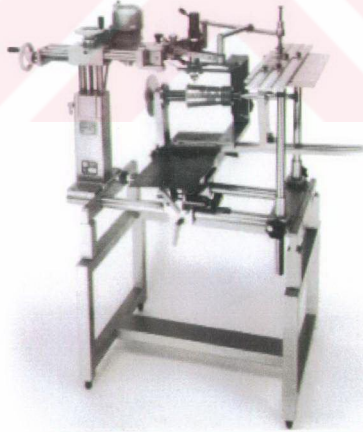
Resim 2.29 : Colas Makinesi'nin çizimi. A ve B kollarının durumu 1 / 2 oranı, C ve D kollarının durumu 1 / 3 oranı göstermektedir. E kolu çevrilerek model ve kopya eşit oranda 360 derece döndürülebilir. Malvina Hoffman, Sculpture Inside And Out, 240

19.yy.da Michelangelo'nun David'i bu yolla 1 / 2 kopya yapıldıktan sonra savaşların geliştirdiği teknoloji ile birlikte 20.yy. içinde elektrik motorlarının da işin içine girmesi ile pantograf büyük gelişme kaydetmiştir.<sup>23</sup>



Resim 2.30 :  
Elektrik motorlu bir  
pantograf. Lh 316  
modeli. Kirba  
Graviermaschinen  
GmbH kataloğu.

Resim 2.31 : : Elektrik motorlu bir  
başka pantograf. Lh 410 e modeli.  
Kirba Graviermaschinen GmbH  
kataloğu.



<sup>23</sup> Jack W. JACOBSEN, [www.carousels.com](http://www.carousels.com) adlı internet sitesinde The Reproducing Pantograph başlıklı yazısı.

## BÖLÜM 3

### HEYKEL KOPYALAMA VE BÜYÜTMEDE BİLGİSAYAR DESTEĞİ KULLANIMI

Özellikle 20. yy.'ın son çeyreğinde bilgisayar teknolojisinin son derece hızlı ilerlemesi ve gündelik hayatın içine girmesi sonucunda kaçınılmaz olarak heykel sanatı da diğer tüm sosyal alanlar gibi bu konuda payına düşeni almıştır. Bunun sonucunda yüzyıllardır kullanılagelen kopyalama ve büyütme teknikleri de ciddi değişimlere uğramış, artık bilgisayar işin içine girmiştir. Bu değişimlerin bir çok artıları olduğundan dolayı günümüzde bu yeni yöntem kullanılmaya başlanmıştır. Bu artıları açıklamak gerekir ise ;

En önemlisi, sanatçının ürettiği modelin, 1 / 1 kopyalanması ya da istenen oranda büyütülmesi-küçültülmesi işlemi esnasında, işlemi yürütenlerin usta olması gözetilmeksizin ve eser üzerinde herhangi bir kişisel yorum yapmasına olanak tanımaksızın, işin bilgisayar tarafından orijinale tamamen sadık kalınarak yürütülmesidir.



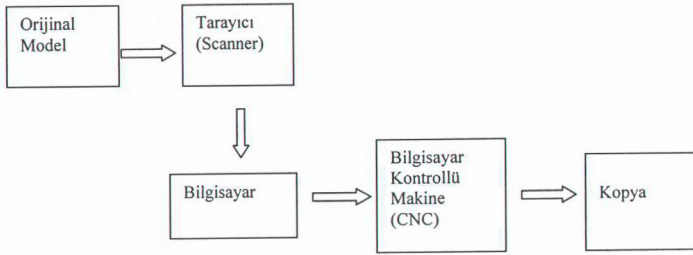
İşlem sırasında, insan hızı karşısında bilgisayarın ve buna bağlı araçların çok daha hızlı olması dolayısı ile zaman kazanılması da ikincil bir etkidir. Son olarak da birçok kişinin yürütebileceği işlemlerin tamamını tek bir operatör ile bitirebilmek maddi yükün hafiflemesi olarak karşımıza çıkan artılardandır. Ayrıca açık alan çalışmalarında<sup>24</sup> insanın çalışmayacağı kadar sıcak ya da soğuk hava şartlarında işin sürdürülebilmesi de çok önemli bir etkidir.

Bilgisayar destekli kopyalamada, modüler çoğalım mantığında kurgulanan günümüz heykellerinin benzer ya da oranlı değişen parçalarının üretimi gerçekleştirilirken insanın yakalayabileceği hızın çok üzerine çıkabilmesi ve bunu hatasız gerçekleştirebilmesi, bu yöntemi bir çok sanatçı tarafından tercih edilir kılmaktadır. En büyük dezavantaj ise sistemin kurulum aşamasındaki ilk maliyettir.

Çoğunluğu kişisel tecrübelerden faydalanılarak aktarılacak “Bilgisayar Destekli Heykel Kopyalama Yöntemi” günümüzde yurt dışındaki bazı araştırmacılar ve üniversiteler tarafından denenmekte, fakat heykel sanatının teknoloji ile son derece kısıtlı bir paylaşımı olan bir çok yerde bu yöntem bilinmemektedir. Gelişen teknolojiyi takip ederek ilerde heykel sanatının bu konuda hızlı, hatasız ve ekonomik kopya üretimi bağlamında yararlanabileceği düşünülmektedir.

Bu teknolojinin genel olarak işleyiş şekli şöyledir ; sanatçının kendisi tarafından üretilen orijinal model bir tarayıcı (scanner) aracılığı ile taranarak sayısal (digital) ortama aktarılır. Bilgisayar ortamında gerekli düzeltmeler ve istenen oran değişimleri yapıldıktan sonra bilgisayarın kontrol ettiği bir makine ( CNC : Computer Numeric Control ) ile kopyanın üretimi gerçekleştirilir. Sanatçıya detay bitişleri ve makinenin oluşturacağı mekanik izleri silmek kalır.

<sup>24</sup> Prof. Ferit Özşen'in Çanakkale Şehitleri Anıtı üzerine yaptığı granit rölyeflerin zorunlu olarak açık hava uygulaması olmasından dolayı her türlü hava şartlarında çalışmak üzere bu yöntem kullanılmıştır.



Resim 3.1 : Bilgisayar Destekli Heykel Kopyalama Yönteminin işleyiş şeması..

Bu bölümde Bilgisayar Destekli Heykel Kopyalama Ve Büyütme Yöntemi anlatılırken sırası ile aşağıdaki adımlar takip edilecektir ;

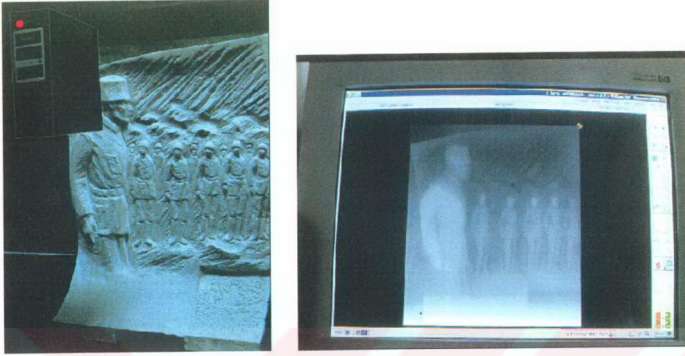
- 3.1. Modelin Taranması (scanning)
- 3.2. Bilgisayar Ortamında Çalışma
- 3.3. Kopyanın Makine İle Yapılması

#### 3.1. Modelin Taranması (scanning)

Heykelin bilgisayar desteği ile kopyalanması için öncelikle, sanatçı tarafından herhangi bir malzemeden yapılmış olan bir modelin bilgisayar ortamına aktarılması gerekmektedir. Bu işlem üç boyutlu laser tarayıcı (3D laser scanner) ile yapılır. Laser ışınının milimetre cinsinden mesafe ölçümü esası ile çalışan bu araçlar daha önce anlatılmış olan yöntemlerdeki<sup>25</sup> ölçü çubuğu ile ölçüm yapmanın günümüz teknolojisindeki karşılığıdır.

Kullanılan laser tarayıcılar ölçüm yaparken yaydıkları ışık demetine göre noktasal ve çizgisel olarak iki çeşide ayrılırlar. Bunun dışında yapılacak olan kopyalamanın özelliğine göre, işleyiş bakımından standart üretilen ve işe özel üretilen laser tarayıcılar mevcuttur.

<sup>25</sup> Özellikle Bölüm 2’de açıklanmış olan yöntemlerden Ahşap Çerçeve, Noktalama Aracı ve Çalık-Gezer aracında kullanılan ölçü çubuğu ile derinlik ölçümünün yapılması.



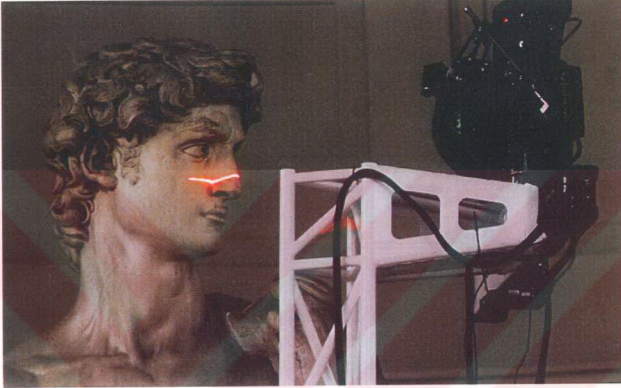
Resim 3.2 : Noktasal bir laser ile rölyefin taranarak bilgisayara aktarılması. Uygulama Bülent Çınar, İstanbul 2001.

Noktasal laser tarayıcıdan çıkan ışının model yüzeyine değdiği noktadan tarayıcıya olan uzaklığı mm cinsinden kaydedilmesi ile yüzey derinlikleri kaydedilir. Laserin sağa-sola ve yukarı-aşağı hareketi ile tüm yüzeyin her noktası kaydedilmiş olur.



Resim 3.3 : Noktasal laser tarayıcıdan çıkan laser ışını, yüzeyden tarayıcıya olan uzaklığı ölçerek tüm yüzey üzerindeki her bir noktayı tek tek bilgisayar ortamına aktarır. [www.scantech.net](http://www.scantech.net)

Çizgisel laserde ise tarayıcıdan çıkan ışın demeti yüzey üzerinde bir hattın tamamını çizgisel olarak kaydettiği için model yüzeyinde tek bir yöne ve tek bir defa hareketle taramayı çok daha çabuk yapar.



Resim 3.4 : Michelangelo'nun David heykeli çizgisel laser ile kopyalanması. Uygulama Stanford Üniversitesi [www.graphics.stanford.edu/projects/mich/](http://www.graphics.stanford.edu/projects/mich/)



Resim 3.5 :Resim 3.4'den çizgisel laser tarayıcının detayı.

Resim 3.6 :

Michelangelo'nun David heykeli çizgisel laser ile kopyalanması. Böylesine büyük bir heykelin laser ile kopyalanması için hareket mekanizmaları özel olarak üretilen ( $h=4,50m$ ) tarayıcılar kullanılmaktadır. Uygulama Stanford Üniversitesi. [www.graphics.stanford.edu/projects/mich/](http://www.graphics.stanford.edu/projects/mich/)



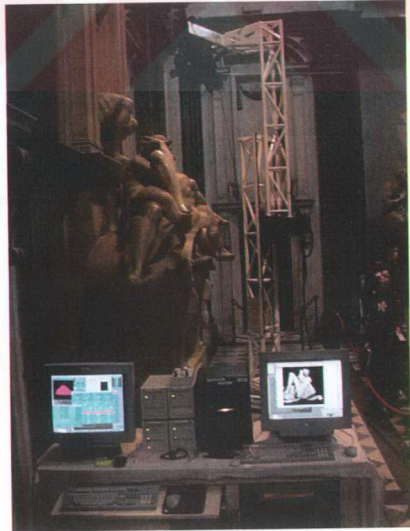
Özel olarak üretilmiş tarama cihazlarında, laser tarayıcı kendi başına hareket ederek yüzey taramasını gerçekleştiremeyeceği için laser tarayıcıyı bir araç, tarayıcıya gereken hareket imkanı veren mekanizmayı da başka bir araç olarak düşünmek gerekir. Laserden aktarılan bilgilerin kaydı, laserin kendi programının (software) yüklü olduğu bir bilgisayar tarafından yapılırken hareketin kontrolü bir başka bilgisayar tarafından gerçekleştirilir. Bu iki bilgisayarın işlem esnasında eşgüdümlü bir çalışma sürdürmesi gereklidir<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Model yüzeyinde yapılacak olan yükseklik ve genişlik hareketlerini, mekanizmayı kontrol eden bilgisayara aktardıktan sonra laser verilerini kontrol eden bilgisayara da bu hareketleri tanıtmak ve böylece birbirinden bağımsız çalışan iki bilgisayarın eşgüdümünü sağlamak gereklidir.

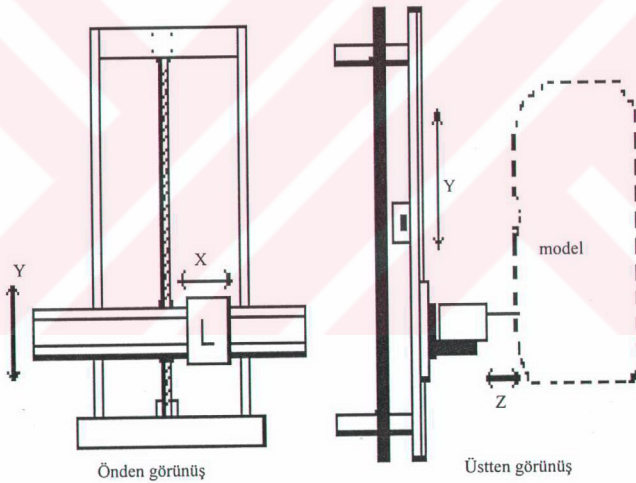


Resim 3.7 : Bilge Kağan yazıtının laser ile kopyalanması. Bir bilgisayar (PC) ile laser verileri kaydedilirken diğer bilgisayar hareket mekanizmasını kontrol etmektedir. Bu işlem için  $h=3,60m$  yüksekliğindeki laser hareket mekanizması özel olarak üretilmiştir Prof. Ferit Özşen uygulaması, Moğolistan 2001.

Resim 3.8 : Medici şapel'in içindeki Michelangelo'nun "Gün Batımı ve Şafak" adlı heykelinin, özel üretilmiş hareket mekanizması ve çizgisel laser tarayıcı aracılığı ile bilgisayar ortamına (silicon graphics) aktarılması. Uygulama Stanford Üniversitesi .  
[www.graphics.stanford.edu/projects/mich/](http://www.graphics.stanford.edu/projects/mich/)

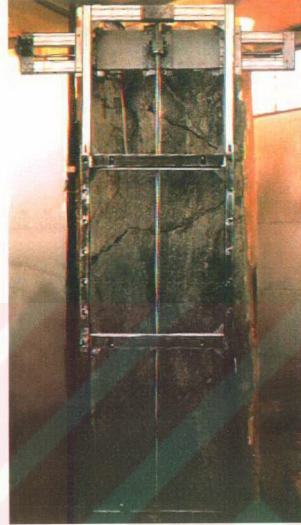


Laser tarayıcıların programları (software), kullanılan lazerin türüne, yapılacak kopyanın özelliğine ve kullanılan bilgisayara göre ( PC, Macintosh, Silicon Graphics) değişmektedir. Genel mantık olarak hepsi benzer bir çalışma sistemine sahiptir; lazerin sağa-sola hareketi X, yukarı-aşağı hareketi Y ve ölçüm derinliği de Z olarak tanımlanır. Hangi program kullanılırsa kullanılsın ve hangi kodlama düzeni geçerli olursa olsun, geometride üç boyutu tarif eden bu üç yöne hareket ile yapılan kayıt, cismin sayısal ortama aktarımını amaçlar.



Resim 3.9 : Moğolistan'da Eski Türk Yazıtları'nın kopyalanması için üretilen lazer tarayıcının hareket mekanizması çizimi. Lazer tarayıcının (L) yatayda sağa-sola ölçüm hareketi (X) ve dikeyde yukarı-aşağı ölçüm hareketi (Y) mekanizma tarafından sağlanırken derinlik (Z) ölçümü lazer ışını tarafından yapılmaktadır.

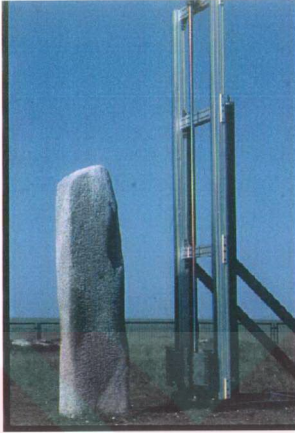
Resim 3.10 : Laser tarayıcının Bilge Kağan yazıtı üzerinde kopyalama işlemini uygulaması. Kopya sırasında laser sağdan sola (X) tam model genişliği kadar tarama işlemi yaptıktan sonra yukarıdan aşağı (Y) 1mm inerek bir sonraki sırayı tarar. Böylelikle birer milimetrelilik adımlarla tüm yüzey kopyalanır. Prof Ferit Özşen uygulaması, Koçho Tsaydam, Moğolistan 2001.



Resim 3.11 : Resim 3.10'dan detay. Ölçümü yapan laserin modele olan uzaklığı laser ışını tarafından 0,001mm hata ile ölçülür.

Günümüzde Laser ile kopya yapmanın en büyük avantajlarından biri, son derece değerli bir model kopyalanacak olduğunda, yüzeyinde herhangi bir temas sonucu oluşabilecek hasarın engellenmesidir. Buna göre yoğunluğu azaltılmış olan, ölçüm yapan laserlerin kullanımı ile yüzeye herhangi bir temas olmaksızın tarama işlemi yürütülür.





Resim 3.12 : Laser tarayıcının hareket mekanizmasının Tonyukuk yazıtı'nı kopyalamak üzere yerleştirilmesi. Daha önce silikon ile yapılan kopyanın taşta verdiği zarar dolayısı ile laser kopyalama yöntemi tercih edilmiştir. Prof. Ferit Özşen uygulaması, Bayn Tsokto, Moğolistan 2001.



1



2



3



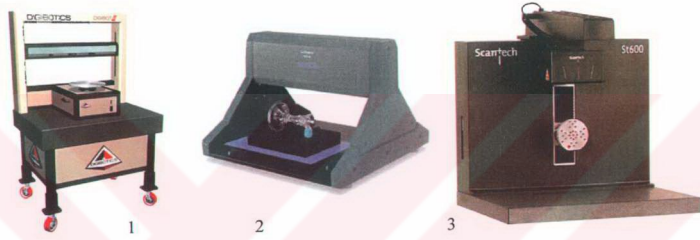
4



5

Resim 3.13 : Bir modelin, işe özel yapılmış elle kontrol edilebilen laser tarayıcı ile taranarak ( 1 ve 2 ) bilgisayar ortamına aktarılmasının ( 3 ) ardından, bilgisayar kontrollü bir makine (CNC) tarafından kopyanın üretilmesi ( 4 ve 5 ). [www.scansite.com](http://www.scansite.com)

Laser hareketini kontrol edebilecek özel araçlar, düzenekler ve kopyalanacak eserin boyutlarına uygun cihazlar yapılabilirken<sup>27</sup>, uygulamayı gerçekleştirecek olan bilgisayar kontrollü makineler de ( CNC ) tarayıcı hareket mekanizması olarak kullanılabilirlerdir

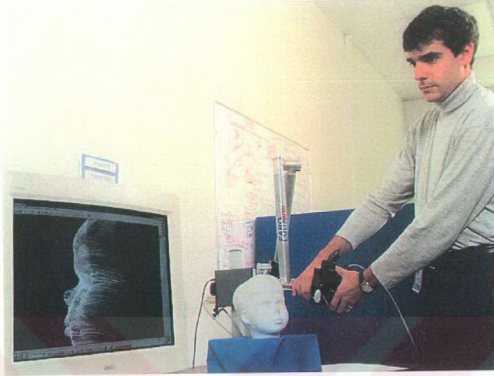


Resim 3.14 : Küçük boyda modellerin taranması için üretilen masaüstü laser tarayıcılar. [www.digibotics.com](http://www.digibotics.com) (1), [www.spline.nl](http://www.spline.nl) (2) ve [www.Scantech.net](http://www.Scantech.net) (3)



Resim 3.15 : Büyük ölçülerdeki modellerin taranması için üretilmiş büyük boy çizgisel laser tarayıcılar. Bu araçlar özel üretim olmayıp standart olarak satılan ürünlerdir. [www.cyberfx.com](http://www.cyberfx.com) (1), [www.digibotics.com](http://www.digibotics.com) (2) ve [www.vitus.de](http://www.vitus.de) (3)

<sup>27</sup> Prof. Ferit Özsen'in Moğolistan'daki eski Türk yazıtlarının kopyalanması için yaptırdığı araç ile Stanford Üniversitesi'nin Michelangelo'nun David heykelini kopyalamak için yaptırdığı araç tamamen özel olarak tasarlanıp üretilmişlerdir.



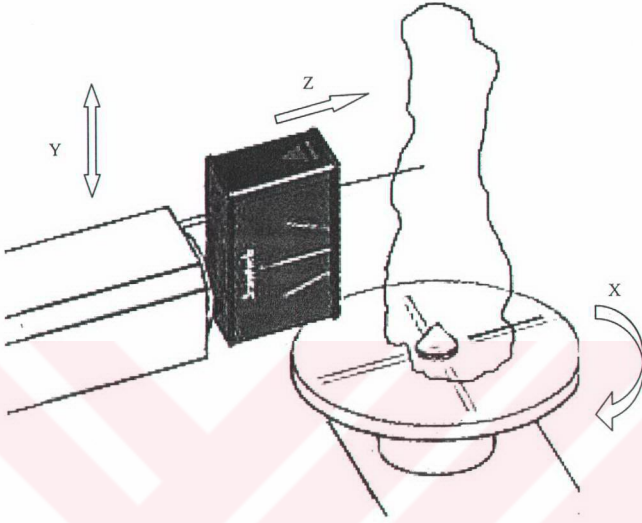
Resim 3.16 : El ile kontrol edilen bir laser tarayıcı ile büst kopyalanması.  
www.vit.iit.nrc.ca



Resim 3.17 : Noktasal laser tarayıcı ile bir modelin rond-bos taraması. Laser tarayıcı 1mm çapındaki ışık demeti ile yüzeydeki her noktanın tek tek ölçümünü alır. Prof. Ferit Özşen uygulaması, İstanbul 2001.



Resim 3.18 : Çizgisel bir laser tarayıcı ile bir modelin rond-bos taraması. www.digibotics.com



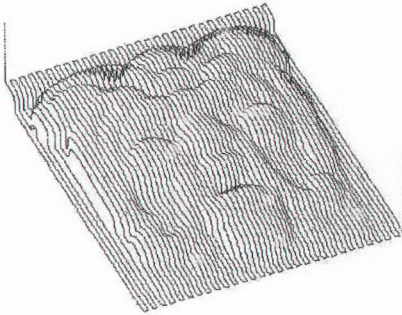
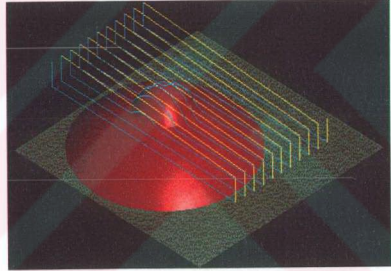
Resim 3.19 : Bir modelin rond-boss olarak noktasal laser ile taranmasının çizimi. Laser tarayıcıyı model yüksekliğinde, yukarı-aşağı( Y ) bir defa hareket ettikten sonra modelin tablası sağdan sola( X ) 1 derece döner. Bu işlem tarayıcı tarafından 360 kez tekrarlandığında derinlik ölçümü( Z ) ile model çepeçevre kopyalanmış olur.

### 3.2. Bilgisayar Ortamında Çalışma

Laser tarayıcı aracılığı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılan model, artık sadece rakamlar, harfler ve bunların oluşturduğu listeler haline dönüşmüş olur. Tarama işlemine başlandığında bir referans noktası baz alınarak, model üzerindeki her noktaya bir tanım getiren bilgisayar, bu noktaları X=rakam, Y=rakam ve Z=rakam şeklinde tarifler. Bir başka deyişle model üzerindeki her noktanın başlangıç (referans) noktasına göre uzaklığı, yüksekliği ve derinliği vardır ve bu değerler bilgisayar tarafından milimetre cinsinden hesaplanır.

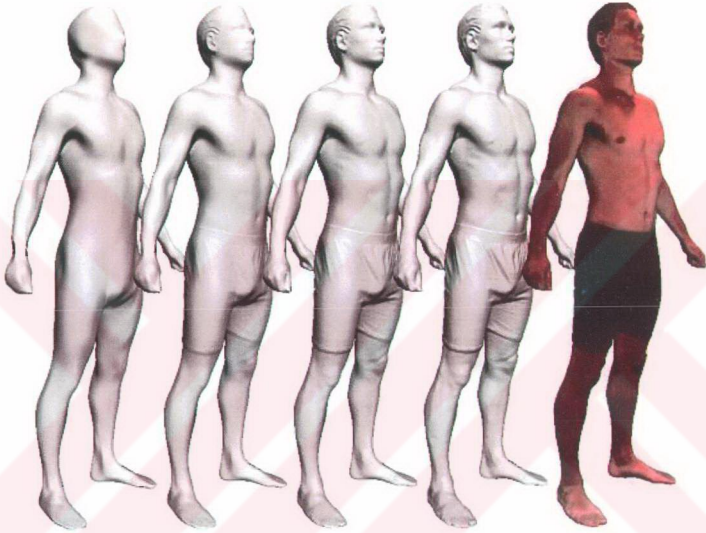
Kopyalamayı gerçekleştirecek olan bilgisayar kontrollü makinelerin (CNC) ana programları çoğunlukla CAD-CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Machinery) uygulamaları olup vektörel çalışmakta ve laser verilerini tanımaktadırlar. Dolayısı ile laser ile kopya yapıldıktan sonra, veriler uygulamayı gerçekleştirecek olan program aracılığı ile istenildiği biçimde değiştirilme şansına sahiptir. Bu da demek oluyor ki istenirse oranlı büyütme-küçültme yapılabilir, üzerinde değişiklikler yapılabilir ve hatta oransız veya küsürtleli büyütme-küçültme dahi yapılabilir. Sonuç olarak bu denli rahat düzeltmelerin yapılabildiği bu programlar sayesinde sanatçının oranlı model yapma zorunluluğu ortadan kalkmaktadır.

Resim 3.20 : Kullanılacak bilgisayar kontrollü makinenin (CNC) kopyayı uygulama şekline önceden karar verilerek bilgisayarda simülasyon olarak izlenebilir.  
www.kreysler.com/projects/



Resim 3.21 : Kopya gerçekleştirileceği zaman yapılacak işin önceden bilgisayar ortamında simülasyonu yapılabilir.  
www.scantech.net

Bilgisayar ortamında kolaylıkla yapılabilecek değişimlerden biri de modelin ayna görüntüsü şeklinde ters yüz edilebilmesi ya da pozitif formların kalıp gibi negatife çevrilebilmesidir.

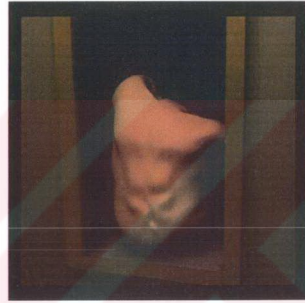
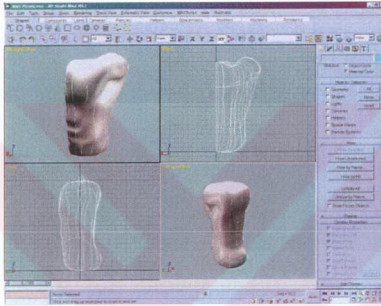


Resim 3.22 : Modeli kopyalarken detay olarak farklı derecelerde yüzey elde etme imkanı vardır.  
www.headus.com

Modelin tüm yüzey bilgileri sayısal ortamda saklanabildiği için istenildiği zaman, istenildiği miktarda ve istenildiği boyutta çoğaltma imkanı vardır. Özellikle aynı modüllerden oluşan bir heykelin, döküm dışında, mermer gibi bir başka dayanıklı malzemeden çoğaltılabilmesi çok hızlı bir şekilde gerçekleşebilmektedir.

Model yüzeyinde istenmeyen hatalar ya da sanatçı tarafından gerekli görülen değişiklikler, bilgisayar ortamında her bir milimetre ile oynanarak yapılabilir. Dolayısı ile hatalı bir modelin büyük ölçüde hataları telafi edilebilir.

İstenirse modeller bilgisayar ortamında da tasarlanabilir fakat bunun için ya sanatçının üç boyutlu bir programı<sup>28</sup> iyi kullanabilmesi ya da bir program operatörünün sanatçı ile eşgüdüm içinde çalışması gereklidir. Sanal ortamda tasarlanmış modelin küçük bir örneği bilgisayar kontrollü makineye (CNC) yaptırılarak gerekli düzeltmelerin sonucu yapılması planlanan heykel uygulanabilir.

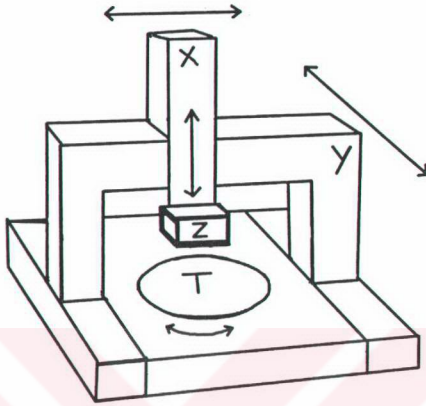


Resim 3.23 : Bilgisayar ortamında 3d studio max gibi üç boyutlu tasarım yapabilen bir program ile model sanal olarak yapılabilir. [www.the3dstudio.com](http://www.the3dstudio.com)

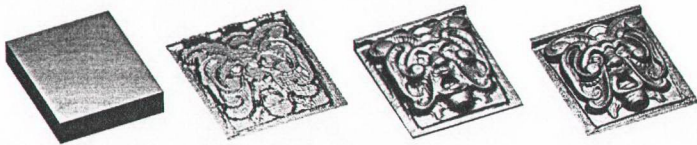
### 3.3 Kopyanın Makine İle Yapılması

Yapılacak kopyanın boyutlarına ve malzeme özelliklerine göre bilgisayar kontrollü birçok farklı makine (CNC) bulunabilir. Burada önemli olan bu tür makinelerin seri üretim mantığında çalışmalarından dolayı heykel gibi çok değişken bir ürün için işe özel makinelerin kullanılmasıdır. Kaba yontu için kesici disk, ara işlem için freze ve bitiş çalışması için detay frezesi gibi birçok işlevi bir arada yapabilen bu tür makinelerin maliyetleri çok yüksek olmaktadır. Sonuç olarak bilgisayar kontrollü heykel kopyalama, özel ihtisas atölyelerinin uygulayabileceği son derece hızlı ve bilgi birikimi gerektiren bir işlemdir.

<sup>28</sup> 3d studio max, Light Ware, Auto Cad, Rhinoceros, Solid Works, Visual Mill gibi programlar ile üç boyutlu modeller tasarlanır ve uygulamayı yapacak makinenin programının kabul ettiği bir formatla (Örn : DXF) kayıt edilir.



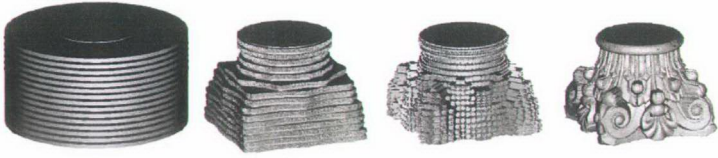
Resim 3.24 : Bilgisayar kontrollü bir makinenin 4 eksenli çalışma çizimi. Y köprüsü ileri-geri, X kulesi sağa-sola ve Z motoru yukarı-aşağı hareket ile aracın üç boyutlu çalışmasını sağlar. Ayrıca T tablası yapılan kopyayı 360 derece çevirerek 4. çalışma eksenini sağlar. Rölyef çalışırken X rölyefin eni, Y boyu, Z ise derinliği verir ( T sabit ). Rond-boss çalışırken ise T tablasına oturan kopyaya göre Y ileri-geri oynayarak derinliği, Z yukarı-aşağı oynayarak boyu, T 360 derece dönerek çevreyi çalışmayı sağlar ( X sabit ).



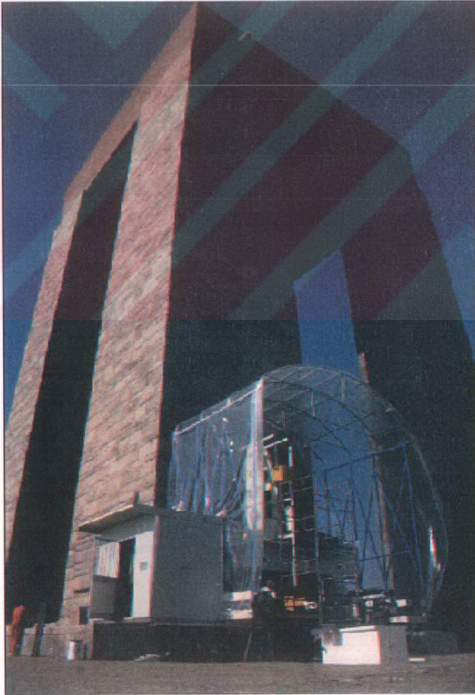
Resim 3.25 : Bir rölyefin bilgisayar kontrollü makine ile yapılma aşamaları. [www.scantech.net](http://www.scantech.net)

<sup>28</sup> 3d studio max, Light Ware, Auto Cad, Rhinoceros, Solid Works, Visual Mill gibi programlar ile üç boyutlu modeller tasarlanır ve uygulamayı yapacak makinenin programının kabul ettiği bir formatla (Örn : DXF) kayıt edilir.

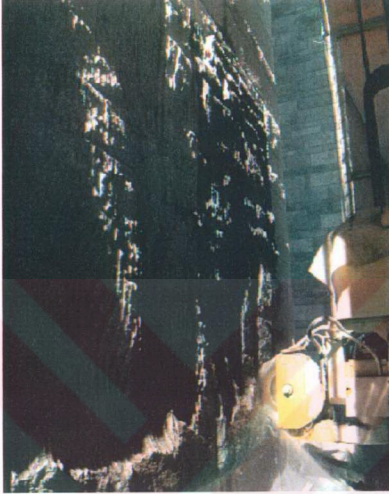




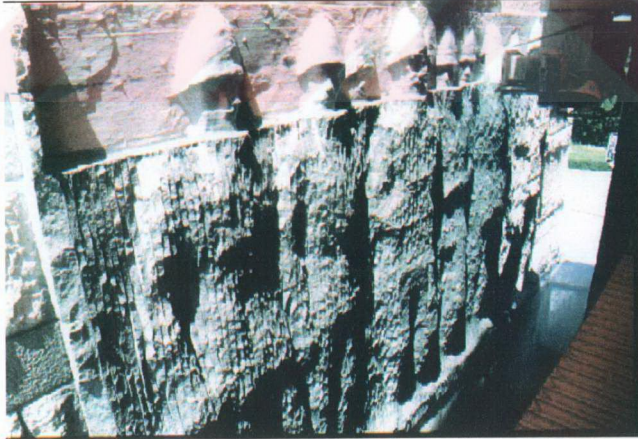
Resim 3.26 : Bir rond-boss çalışmanın bilgisayar kontrollü makine ile yapılıma aşamaları.  
www.scantech.net



Resim 3.27 : Çanakkale Şehitleri Anıtı üzerine yapılmış olan rölyeflerde işe özel üretilmiş bilgisayar kontrollü makine kullanılmıştır. Prof. Ferit Özşen granit rölyef uygulaması, Çanakkale 1999.



Resim 3.28 : Çanakkale Şehitleri Anıtı üzerindeki rölyeflerin yapımında kullanılan bilgisayar kontrollü makinenin kaba yontuyu yapmak üzere disk ile çalışma aşaması. Prof. Ferit Özşen granit rölyef uygulaması, Çanakkale 1999.



Resim 3.29 : Disk ile kesilerek kaba yontu işleminin bitirilmesinden sonra freze ile daha detaylı işlem gerçekleştirilir. Prof. Ferit Özşen granit rölyef uygulaması, Çanakkale 1999.



Resim 3.30 : Freze işleminin sonucunda görülen yüzey detayı. Mekanik etkiyi hissettiren çizgisel yüzey dokusu sanatçı tarafından silinerek bitiş gerçekleştirilir. Prof. Rahmi Aksungur mermer rölyef uygulaması, İstanbul 2001.



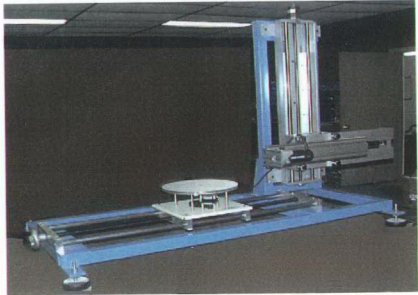
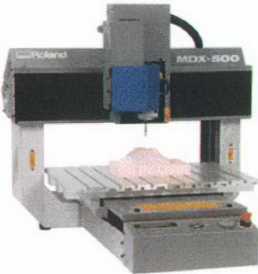
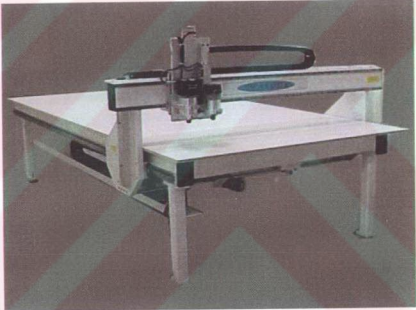
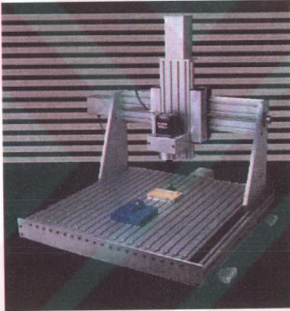
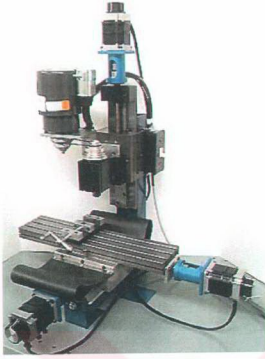
Resim 3.31 : Sonuç. Freze işleminin bıraktığı mekanik çizgilerin sanatçı tarafından el ile temizlenerek kontürlerin keskinleştirilmesi ile kopya işlemi sona erer. Prof. Ferit Özgen granit rölyef uygulaması, Çanakkale 1999.



Resim 3.32 : 50cm çapındaki disk ile kaba yontu işlemleri bitirdikten sonra makine, motor üzerindeki fazladan eksenlerden biri yardımı ile pozisyon değiştirilerek freze işlemine devam eder.



Resim 3.33 : Rölyefin makine tezgahında çalışılması. Prof. Rahmi Aksungur mermer rölyef uygulaması, İstanbul 2001.



Resim 3.34 : Değişik büyüklükte 3 eksenli bilgisayar kontrollü makineler (CNC).  
[www.desktopcnc.com](http://www.desktopcnc.com)

## SONUÇ

Uygulama mantığı bakımından basit yöntemlerden karmaşık olanlara doğru izlenen yolda ilk önce bazı içiçe geçmiş görünen kopyalama ve büyütme tekniklerinin ayırt edilmesi sağlanmıştır. Bunun dışında uygulama şekli bakımından antik dönemlerde kullanılan kopyalama ve büyütme tekniklerine benzeyen fakat çok daha gelişmiş olan, Çalık-Gezer aracının bu araştırma yolu ile tanıtılması ve ileriye dönük olarak dökümanter bir çalışma içerisinde yer alması sağlanmıştır.

Bilgisayar teknolojilerinin heykel sanatı içinde kopyalama ve büyütme uygulamaları bakımından yeterince tanınmamasının bir dezavantaj olduğu düşünülür ise, çalışmada adı geçen yöntemlerin günümüz heykeltıraşlarına ve heykel öğrencilerine tanıtımı sağlanmış ve bu yöntemlerden elde edilebilecek faydalar açıklanmıştır.

Bir öneri olarak, bu çalışma içerisinde genel hatları ile anlatılan “Heykel Kopyalamada Bilgisayar Desteği kullanımı” çok daha genişletilerek sadece kendi başına bir araştırma olabilir. Çünkü değinilen her adımda tek bir yol olmayıp, gerek laser ve gerekse uygulayıcı makineler açısından gelişen teknoloji ile sürekli farklılaşan uygulamalar ortaya çıkabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Besant, C.B. **Computer- Aided Design And Manufacture**, 1996.
- Blüemel, C. **Greek Sculptors At Work**, London 1955.
- Blümner, H. **Technologie Und Terminologie Der Gewerbe Und Kunst Griechen Und Romern**, Leipzig 1884
- Casson, S. **The Technique Of Early Greek Sculpture**, London 1933.
- Grubbs, D. **The Modelling A Likeness In Clay**. 1982.
- Hoffman, M. **Sculpture Inside and Out**, New York 1939.
- Lippold, G. **Kopien Und Umbildungen Griechischer Statuen**, Munchen 1923.
- Miller, A. **Stone and Marble Carving**, 1948.
- Mills, J.W. **Encyclopedia Of Sculpture**.
- Mills, J.W. **The Technique Of Sculpture**, Batsford 1965.
- Pfanner, M. **Technique Of Copying Roma Portraits**, 1990.
- Rainbird, G. **The Book Of Art**, Vol II, London 1994.
- Rich, J.C. **The Materials And Methods Of Sculpture**, Oxford University Press 1976.
- Richter, G.M.A. **Sculpture And Sculptors**, New Haven 1970.
- Ridgeway. B.S. **Roman Copies Of Greek Sculpture**, 1984.
- Robert, K. **Le Modelage Et La Sculpture**, 1935.
- Robinson, G. **Proportion And Style in Ancient Egyptian Art**, 1994
- Rockwell, P. **Lavorare La Pietra**, 1990.
- Verhelst, W. **Sculpture: Tools, Materials And Techniques**, New Jersey 1973.

Wittkower, R. **Sculpture**, 1977.

**3D Systems GmbH, Almanya 2001 kataloğu.**

Ant, R. **Helenistik Devir Heykelciliđi, Mesleki ve Teknik Öğretim Dergisi**, sayı 42, 1956.

Erim, K. **Afrodias ve Heykelcilik, Bilim Birlik Başarı Dergisi**, sayı 24, 1979.  
Hüseyin Gezer ile görüşme, İstanbul 27 04 2002.

Jack W. JACOBSEN, **www.carousels.com** adlı internet sitesinde The Reproducing Pantograph başlıklı makalesi, şubat 2002.

Kreysler firması tanıtım yazısı, **Sculpture Dergisi**, mart 1997.

**Moğolistan'daki Türk Anıtları Projesi Albümü**, Ankara 2001.

Prof. Ferit Özşen'in sorumluluğunda Çanakkale Şehitleri Anıtı üzerindeki granit rölyeflerin bilgisayar kontrollü makine ile yapılması, Çanakkale 1999.

Prof. Ferit Özşen'in sorumluluğunda eski Türk anıtlarının laser ile bilgisayar ortamına aktarım uygulaması, Moğolistan 2001.

Prof. Rahmi Aksungur rölyeflerinin laser ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılması ve bilgisayar kontrollü makine ile 1 / 3 büyütörek mermer kopyalarının yapılması, İstanbul 2001.

**www.graphics.stanford.edu** internet sitesi, Şubat 2002.

**www.cyberfx.com** internet sitesinde ürün tanıtımı, nisan 2001.

**www.desktopcnc.com** internet sitesinde ürün tanıtımı, nisan 2001.

**www.digibotics.com** internet sitesinde 2001ürün kataloğu, kasım 2001.

**www.groz-tools.com** internet sitesinde ölçü pergeli ürün kataloğu, kasım 2001.

**www.headus.com** internet sitesinde uygulama örnekleri, mayıs 2001.

**www.kreysler.com/projects/** internet sitesinde uygulama örnekleri, aralık 2001.

**www.scansite.com** internet sitesinde uygulama örnekleri, mayıs 2001.

**www.scantech.net** internet sitesi, aralık 2001.

**www.Sculpture.org** internet sitesi, ekim 2000.



**www.spline.nl** internet sitesinde ürün tanıtımı, nisan 2001.

**www.stonecarver.com** internet sitesinde noktalama aracı kullanımı, nisan 2001.

**www.the3dstudio.com** internet sitesinde program kullanım yöntemi, mart 2002.

**www.vit.iit.nrc.ca** internet sitesinde laser tarayıcı ürün tanıtımı, nisan 2001.

**www.vitus.de** internet sitesinde ürün tanıtımı, nisan 2001.

**Z Corporation, Amerika 2001 kataloğu.**



## ÖZGEÇMİŞ

- 1993 MSÜ Güzel Sanatlar Fakültesi Heykel bölümünden mezun oldu
- 1993 İstanbul Belediyesi 'Laiklik ve demokrasi şehitleri' anıt yarışması,mansiyon
- 1994 Bakırköy Sosyal Hizmet Derneği Karma Sergisi, İstanbul
- 1994 Genç Heykeltraşlar Karma Sergisi, İstanbul
- 1995 Kantara TMÖB çerçevesinde workshop, Kıbrıs
- 1995 Saraybahçe Belediyesi Sanat Sokağı Karma Sergisi, İzmit
- 1997 UPSD Genç Etkinlik 3 'KAOS' çerçevesinde düzenleme, İstanbul
- 1998 Özden Sanat Galerisi'nde ilk kişisel sergi, İstanbul
- 1998 Uluslararası 'George Apostu' Taş heykel sempozyumu, Romanya
- 1999 Çanakkale Şehitler Anıtı granit rölyeflerinin yapımı, Çanakkale
- 1999 M.S.Ü. Mezunlar Derneği Karma Sergisi, İstanbul
- 2000 61. Devlet Heykel Yarışması Başarı Ödülü, Ankara
- 2000 III. Uluslararası Saraylar Prokonnesos taş heykel semp., Marmara
- 2000 M.S.Ü. Mezunlar Derneği Karma sergisi, İstanbul
- 2000 M.S.B. Cumhuriyet tarihi düzenlemesi anıt yarışması, Mansiyon,Ankara
- 2000 Uluslar arası Milas taş heykel sempozyumu , Milas
- 2001 Göktürk Yazıtlarının laser ile kopyalanması , Moğolistan
- 2001 Heykeltraşlar derneği "buluşma" karma sergisi , İstanbul
- 2001 İzmit Bld. Cumhuriyet parkı sergi salonunda 2. kişisel sergi, İzmit
- 2002 "Monolog" adlı karma sergi MSÜ Resim Heykel müzesi ve constanta sanat müzesi, Romanya
- 2002 MSÜ Öğretim Görevlileri Osman Hamdi'yi anma sergisi, İstanbul
- 2000 yılından bu yana Mimar Sinan Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.