

## **5.29. MERMER İŞLEME TESİSİ BENZETİM PROJESİ OTOMASYONU**

**Prof. Dr. Asaf VAROL**

[avarol@firat.edu.tr](mailto:avarol@firat.edu.tr)

### **Önsöz**

Otomasyon kelimesi; “Bir kontrol ünitesi veya mikroişlemci aracılığıyla, yapacağı işler önceden kendisine öğretilen, kendisine öğretilen işlemleri sırasıyla daha hızlı, hatasız ve daha ucuza yapılmasını sağlayan, elektromekanik, hidrolik, pönomatik makinaların ortaya çıkardığı kavramdır.” şeklinde tanımlanır.

Günlük hayatımızda otomatik denetim sistemleriyle sıkça karşılaşmaktayız. Fakat çoğumuz bunların farkında değiliz. Örnek verecek olursak ATM’ ler, trafik lambaları, birçok büyük mağazadaki otomatik kapılar vb. gibi sistemler otomatik kontrol ile yapılmaktadır. Otomatik denetim insan tarafından yapılan denetim ve gözetim yerine, etkili ve güvenilir bir işlem yürütmektedir.

Günümüzde birçok katı maddenin şekillendirilmesi ve birleştirilmesinde otomatik denetim sistemleri kullanılmaktadır. Bugün otomobil fabrikalarında kaportanın şekillendirilmesinde robot sistemler kullanılmaktadır. Bizde bu proje çalışmamızda çok sert bir taş olan mermerin şekillendirilmesinde kullanılmak üzere bir benzerim projesi üzerinde çalıştık. Projemiz, çok büyük insan gücü ve zaman gerektiren mermer şekillendirme işlemini kısa sürede ve hatasız olarak, istenilen

ölçülerde şekillendirme yapan bir robot sistemi ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır.

### **1. Mermer İşleme Tesisi Benzetim Projesi**

Mermer, tarih boyunca insan hayatında yer bulmuş ve çok sık kullanılmıştır. Birçok tarihi eserde bunu açık olarak görmekteyiz. En değerli heykellerde, mabetlerde, saraylarda, camilerde ve daha birçok yerde kullanılmıştır. Bugün de mutfakta, banyoda, merdivenlerde vb. yerlerde kullanılmaktadır.

Bilindiği üzere mermer sert bir taştır ve işlenmesi de çok zordur. Geçmişte mermer elle işlenmiştir. Bu işlem hem yorucu hem de çok zaman almaktaydı. Fakat günümüzde elektronik ve bilgisayar alanındaki gelişmeler insanların yaşamını daha kolay bir hale getirmiştir. Çağımız bilgi ve teknoloji çağıdır ve artık birçok alanda insan gücü yerine makinalar ve robotlar kullanılmaktadır. Mermer işleme alanında da bu robotlardan faydalanılabilir.

### **2. Projenin Konusu ve Amacı**

İnsan gücünün yetersiz kaldığı işlerin yapılmasında birçok otomasyon ağırlıklı makinalar ve sistemler geliştirilmiştir. Bu tür sistemler mermer işlemede de kullanılabilirdiğinden ve ayrıca işlemlerin periyodik olarak gerçekleştirilmesi sırasında insan tarafından yapılan gözetim ve denetim yerine etkili ve güvenilir otomatik işleme yapılır. Bu proje çalışmasında Fischertechnik robot montaj seti kullanılarak, mermer şekillendirme ile ilgili bir benzetim yapılmakta ve bilgisayarla kontrolünün nasıl sağlandığı konusu işlenmektedir.

*Robot benzetim projesinin yapılmasındaki amacımız; mermeri hatasız ve kısa sürede şekillendirmektir. Robotun, şekilsiz bir mermerin dört*

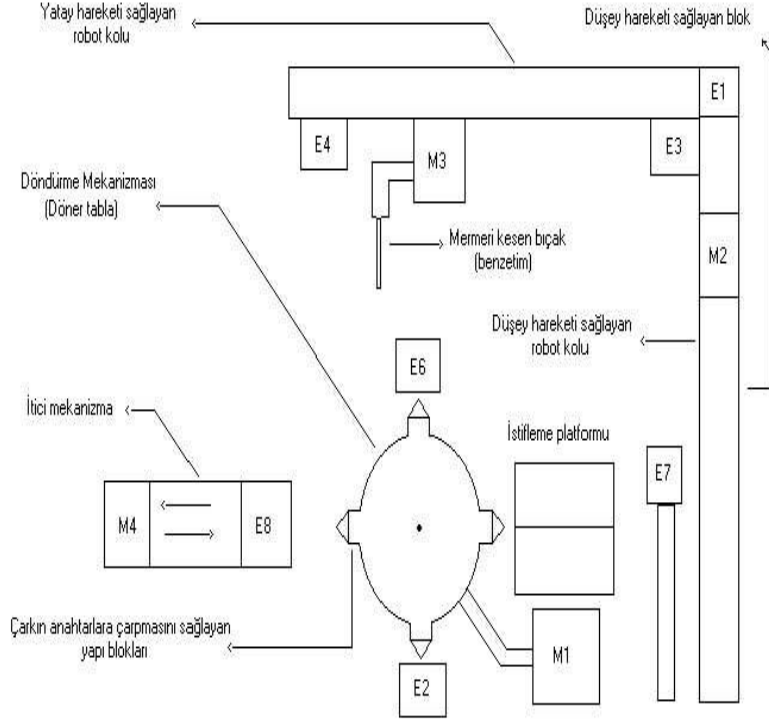
*kenarını düzgün bir biçimde kestikten sonra kesilmiş mermer parçasını istiflenme bölümüne göndermesi planlanmaktadır.*

### **3. Malzeme Seçimi**

Sistemimizdeki motorların kontrolü genel olarak anahtarlarla yapılmaktadır. Kullanılan malzemelerin isimleri tablo halinde aşağıdaki listede verilmiştir.

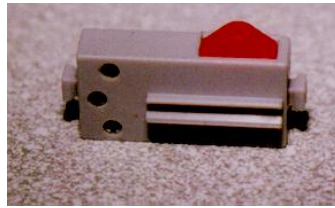
<b>Malzeme adı</b>	<b>Adedi</b>
Motor	4
Switch	7
Dişli kutusu	4
Döner tabla	1
7 cm' lik metal blok	2
10 cm' lik metal blok	1
20 cm' lik metal blok	1
16 cm' lik metal blok	1
125 mm' lik metal blok	1
Küçük çift başlıklı blok	35
Küçük düz mesafe doldurucu	3
Küçük eğik mesafe doldurucu	1
Bağlantı elemanı	12
Büyük ray	5
Küçük ray	2
İnce birleştirici	7
Interface (Arabirim)	1
Bağlantı kablosu	22
Eksenli U tipi redüktör	1
Soket kutusu	1

**Tablo1:** Malzeme listesi



**Şekil 1:** Mermer işleme tesisi benzetim projesinin prensip şeması

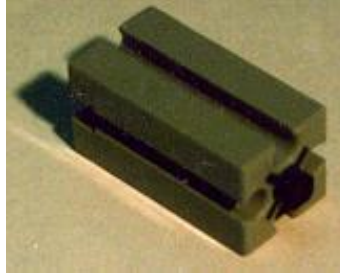
#### 4. Sistemde kullanılan parçaların resimleri



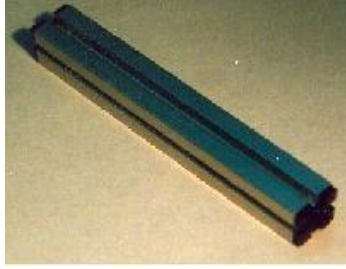
**Resim 1: Anahtar (Switch)**



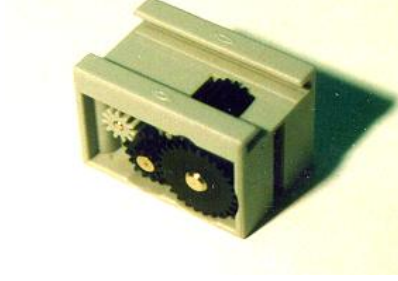
*Resim 2: 15 mm' lik çift başlı yapı bloğu*



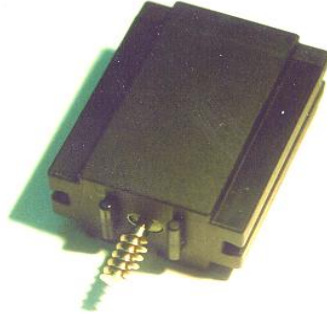
*Resim 3: 30 mm' lik yapı bloğu*



*Resim 4: 75 mm' lik aliminyum yapı bloğu*



**Resim 5:** Motor dişli kutusu



**Resim 6:** Motor



*Resim 7: Dişli ray*

**VAROL, A.:** Mermer İşleme Tesisi Benzetim Projesi, Otomasyon, Aylık Elektrik Elektronik Makine Bilgisayar Dergisi, Sayı: 2000/07, Temmuz 2000, S: 148-150

---



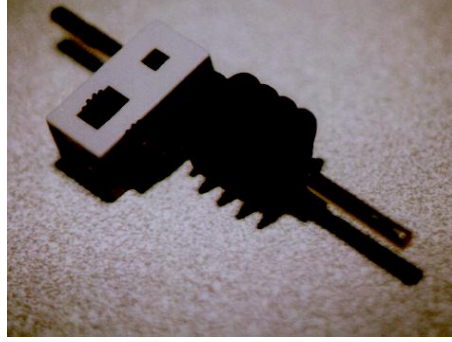
**Resim 8:** Panel kapađı



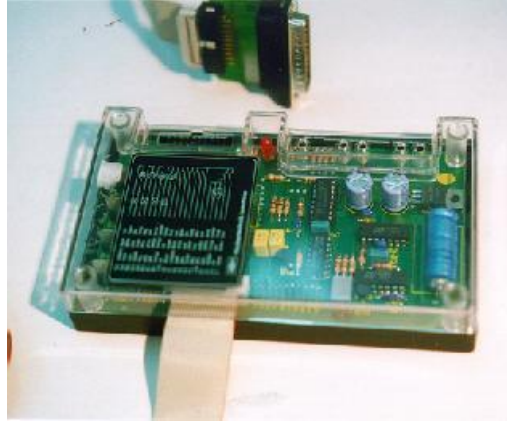
**Resim 9:** Döner tabla

**VAROL, A.:** Mermer İşleme Tesisi Benzetim Projesi, Otomasyon, Aylık Elektrik Elektronik Makine Bilgisayar Dergisi, Sayı: 2000/07, Temmuz 2000, S: 148-150

---



**Resim 10:** Eksenli U tipi redüktör



**Resim 11:** Interface (Arabirim)





**Resim 12:** Soket kutusu

### **5. Montaj Aşaması**

Sistemin montajında öncelikle mermeri kesecek olan robot kolunun düşeyde hareketini sağlayacak olan yapının inşa edilmesiyle başlanmıştır. Aşağıda bu yapının kademeleri sıra ile resimler halinde gösterilmiştir.



**Resim 13:** Düşey hareketi sağlayan yapı

**VAROL, A.:** Mermer İşleme Tesisi Benzetim Projesi, Otomasyon, Aylık Elektrik Elektronik Makine Bilgisayar Dergisi, Sayı: 2000/07, Temmuz 2000, S: 148-150

---



**Resim 14:** Düşey ve yatay hareketleri sağlayan yapılar



**Resim 15:** Döndürme mekanizması eklenmesi (döner tabla)



**Resim 16:** Döner tablayı harekete geçiren U tipi redüktörün eklenmesi



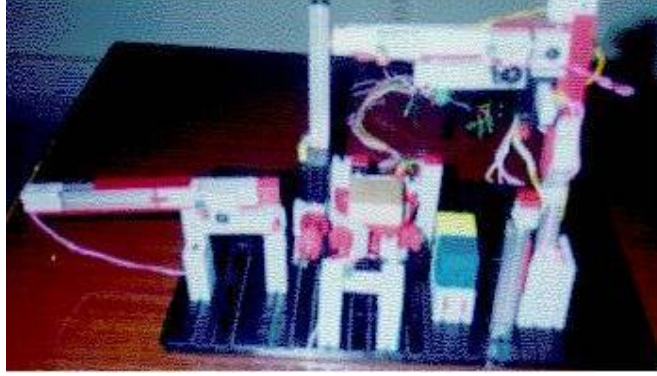
*Resim 17: İstifleme platformu*



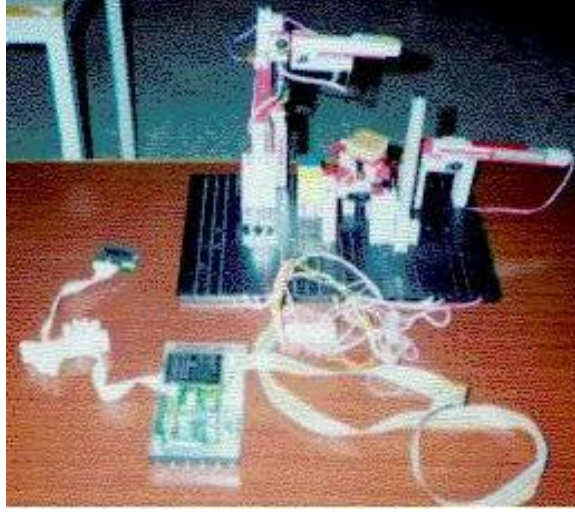
**Resim 18:** Döndürmeyi kontrol eden anahtarların eklenmesi (E2 ve E6)

**VAROL, A.:** Mermer İşleme Tesisi Benzetim Projesi, Otomasyon, Aylık Elektrik Elektronik Makine Bilgisayar Dergisi, Sayı: 2000/07, Temmuz 2000, S: 148-150

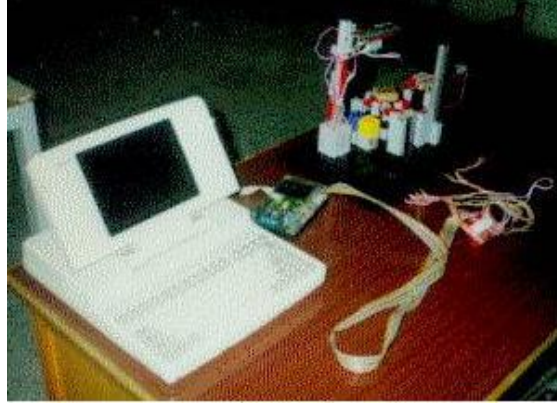
---



**Resim 19: İtici mekanizmanın montajı**



***Resim 20: Robotun önden görünüşü***



*Resim 21: Robotun soldan görünüşü*

## **6. Robotun Çalışması**

Robotun başlangıç konumundan itibaren çalıştırılması halinde, şekilsiz kenarlı bir mermer parçası döner tablanın üzerindeki platforma işçilerin veya başka bir hareketli mekanizmanın yardımıyla yerleştirilir.

Bu işlem tamamlandıktan sonra kesici robot kolu düşey düzlemde aşağıya doğru harekete geçer. E7 anahtarına çarptığı anda düşey hareketi sağlayan motor durdurulur ve hemen yatay hareketi sağlayan motor (M3) çalışmaya başlar. Böylelikle bıçağın bağlı bulunduğu robot kolu mermerin bir kenarını kestikten sonra M3 motorunun hareketi E4 anahtarının 1 olmasıyla beraber durdurulur. Bu esnada E3 anahtarının 0 konumuna dönüşmesi ile M3 motoru ters yönde döndürülmeye başlanır. E3 anahtarına çarparak bu anahtarın konumunu 1 yapan M3 motoru durdurulur. Böylelikle yatay hareketi sağlayan robot kolu düşey düzlemde yukarı yönde hareket ettirilir. Mermerin birinci kenarı kesilmiştir.

Yukarı yönde hareket eden robot kolu E1 anahtarına çarptığı anda bu anahtarın konumunu 1 yapar ve döndürme mekanizmasını harekete geçiren M1 motoru enerjilenir. Mermer parçasının dörtgen halinde kesilmesi istendiğinden, döndürme mekanizmasının üzerindeki yapı blokları 90°

aralıklarla yerleştirilmiştir. Bu nedenle 90° dönen mekanizma E2 anahtarına çarpacak ve M1 motorunun hareketi durdurulacaktır.

Bu esnada ilk olarak anlatıldığı gibi robot kolu ikinci defa düşey düzlemde aşağı yönde harekete başlayacaktır. Kolun E7 anahtarına çarpmasıyla beraber tekrar düşey hareketi sağlayan motor (M3) durdurulacak ve yatay yönde hareket başlayacaktır. Yani mermer parçasının ikinci kenarı kesilecektir. Kesim işlemi tamamlandıktan sonra M3 motoru tekrar E4 anahtarına çarpar ve konumunu 1 yapar. Aynı anda E3 anahtarının konumu 0 olduğu için tekrar yatay düzlemde ters hareket başlar ve E3 anahtarına çarpan M3 motoru tekrar durdurulur. Böylelikle yatay kolun düşey düzlemde yukarı yönde hareketi tekrar başlar.

E1 anahtarına çarpan yatay robot kolu; döndürme mekanizmasını tekrar harekete geçirir. Böylelikle M1 motoru döndürme mekanizmasını 90° döndürdükten sonra bu platformun üstündeki yapı bloğu tekrar E2 anahtarına çarparak bu anahtarın konumunu 1 yapar. Dolayısıyla M1 motorunun hareketi tekrar durur.

E2 anahtarının konumunun 1 olmasıyla beraber yatay robot kolu üçüncü defa aşağı yönde harekete başlar. E7 anahtarına çarpmasıyla beraber bu anahtarın konumunu 1 yapar ve yatay robot kolunun düşeydeki hareketi durarak mermerin üçüncü kenarını kestikten sonra tekrar düşeyde yukarıya doğru harekete geçer.

E1 anahtarına çarpan robot kolu bu anahtarın konumunu 1 yapacak ve döndürme mekanizmasını bir kez daha harekete geçirecektir. 90° lik dönme sağlandıktan sonra E2 anahtarının konumu tekrar 1 olacak ve yatay robot kolu yeniden düşeyde aşağı yönde harekete başlayacaktır. E7 anahtarının 1 olmasıyla beraber yatayda hareket başlayacak ve mermerin dördüncü ve son kenarı kesilecektir.

Robotun mermer parçasının tam bir tur (360°) döndüğünü anlayabilmesi ve itici mekanizmayı çalıştırarak, kesilmiş mermer parçasını platformunun üzerinde istifleyebilmesi için döner tablanın alt kısmına 180° aralıkla 2 adet daha yapı bloğu eklenmiştir. Bu blokların amacı E6 ve E2 anahtarının konumunu aynı anda değiştirmek (1 yapmak) ve sistemdeki M4 motorunun haricindeki bütün motorları durdurarak E8 anahtarının da yardımıyla itici mekanizmanın çalışmasını sağlamak ve sistemi tamamen durdurmaktır.

### **7. Logo Dili İle Yazılan Program**

#### **TO DONDURME**

INIT

IF EQUALP STATUS “E2 0 [MCCW “M1]

IF EQUALP STATUS “E2 1 [MSTOP “M1]

IF EQUALP STATUS “E2 1 [DUSEY]

DONDURME

**END**

#### **TO DUSEY**

IF EQUALP STATUS “E7 0 [MCW “M2]

IF EQUALP STATUS “E7 1 [MSTOP “M2]

IF EQUALP STATUS “E7 1 [YATAY]

DUSEY

**END**

**TO YATAY**

IF EQUALP STATUS "E4 0 [MCW "M3]

IF EQUALP STATUS "E4 1 [MSTOP "M3]

IF EQUALP STATUS "E4 1 [TERS]

YATAY

**END**

**TO TERS**

IF EQUALP STATUS "E3 0 [MCCW "M3]

IF EQUALP STATUS "E3 1 [MSTOP "M3]

IF EQUALP STATUS "E3 1 [GERI]

TERS

END

**TO GERI**

IF EQUALP STATUS "E1 0 [MCCW "M2]

IF EQUALP STATUS "E1 1 [MSTOP "M2]

IF EQUALP STATUS "E1 1 [DEVAM]

GERI

**END**



**TO DEVAM**

IF EQUALP STATUS "E1 1 [MCCW "M1]

WAIT 1

IF EQUALP STATUS "E2 1 [MSTOP "M1]

IF EQUALP STATUS "E2 1 [ALT]

DEVAM

**END**

**TO ALT**

IF EQUALP STATUS "E6 1 [MSTOP "M1]

IF EQUALP STATUS "E6 1 [MSTOP "M2]

IF EQUALP STATUS "E6 1 [MSTOP "M3]

IF EQUALP STATUS "E6 1 [ITME]

IF EQUALP STATUS "E6 0 [DUSEY]

ALT

**END**

**TO ITME**

IF EQUALP STATUS "E8 1 [MCW "M4]

WAIT 2

IF EQUALP STATUS "E8 0 [MSTOP "M4]

IF EQUALP STATUS "E8 0 [GEL]

ITME

**END**

**TO GEL**

IF EQUALP STATUS “E8 0 [MCCW “M4]

IF EQUALP STATUS “E8 1 [MSTOP “M4]

GEL

**END**

### **8. Programın adım adım açıklaması**

Robotun montaj aşaması tamamlandıktan sonra LOGO yazılımı ile programlama kısmına geçilmiştir. Kullanımı kolay fakat komutları ilk kullanımda biraz yabancı gelen bu yazılım ile robotun programlanması yapılmıştır. Aşağıda, yazılan programın ana ve alt programlarının adım adım açıklaması verilmiştir.

*DONDURME isimli ana program:*

**TO DONDURME**

INIT

IF EQUALP STATUS “E2 0 [MCCW “M1]

IF EQUALP STATUS “E2 1 [MSTOP “M1]

IF EQUALP STATUS “E2 1 [DUSEY]

DONDURME

**END**

TO DONDURME ile gösterilen satır programın başlangıç satırındır. TO ifadesi programın başlangıç yerini DONDURME ifadesi ise programın ismini belirtmektedir. INIT ifadesi ise tüm parçaların işlevlerini başlangıç konumuna döndürmektedir. IF EQUALP STATUS bir şart cümlesi satırındır. Belirtilen şart gerçekleştirilirse köşeli parantez içerisindeki [ ] komut veya komutlar dizisi gerçekleştirilir. END komutu ise kendisinden önce yazılan etiket ismindeki programın bittiğini gösterir. LOGO dilinde alt programlara yapılan dallanmalar için [etiket ismi] yazmak yeterlidir.

İlk olarak program E2 anahtarının konumunu kontrol eder. Eğer bu konum 0 ise döndürme işlemini yapan M1 motoru saat ibresinin tersi yönünde döndürülür. E2 anahtarının 1 olması ile M1 motoru durdurulur ve program [DUSEY] isimli alt programa dallanır.

*DUSEY isimli alt program:*

**TO DUSEY**

IF EQUALP STATUS "E7 0 [MCW "M2]

IF EQUALP STATUS "E7 1 [MTOF "M2]

IF EQUALP STATUS "E7 1 [YATAY]

DUSEY

**END**

M2 motoru robot kolunun düşey düzlemde hareket etmesini sağlar. Eğer E7 anahtarı 0 ise M2 motoru saat ibresi yönünde yani düşey ve aşağı yönde hareket eder. Bu şekilde hareketine devam ederken E7 anahtarına çarparak bu anahtarın konumunu 1 yapar. "Eğer E7 1 ise M2 motorunu durdurur" ve [YATAY] isimli alt programa dallanır.

*TERS isimli alt program:*

**TO TERS**

IF EQUALP STATUS "E3 0 [MCCW "M3]

IF EQUALP STATUS "E3 1 [MSTOP "M3]

IF EQUALP STATUS "E3 1 [GERI]

TERS

**END**

Yatayda ileri yöndeki hareket bittikten sonra kolun eski haline dönmesi istenmektedir. Bunu M3 motorunu tam ters yönde döndürerek sağlayabiliriz. Dolayısıyla "Eğer E3 anahtarı 0 ise M3 motorunu saat ibresinin tersi yönünde döndür" komutu kullanılmıştır. E3' ün 1 olmasıyla beraber M3 durur ve [GERI] alt programına dallanır.

*GERI isimli alt program:*

**TO GERI**

IF EQUALP STATUS "E1 0 [MCCW "M2]

IF EQUALP STATUS "E1 1 [MSTOP "M2]

IF EQUALP STATUS "E1 1 [DEVAM]

GERI

**END**

Yatayda bir hareketi tamamladıktan ve mermerin bir kenarını kestikten sonra kolun tekrar yukarı çıkması için E1 anahtarının konumu denetlenmiştir. Bu esnada E1 0 konumunda olduğundan M2 yukarı yönde

döndürülecektir. M2' nin E1' e çarparak 1 yapmasıyla birlikte program, mermerin diğer kenarlarının kesimini devam ettirmek için [DEVAM] adlı alt programa dallanır.

*DEVAM isimli alt program:*

**TO DEVAM**

IF EQUALP STATUS "E1 1 [MCCW "M1]

WAIT 1

IF EQUALP STATUS "E2 1 [MSTOP "M1]

IF EQUALP STATUS "E2 1 [ALT]

DEVAM

**END**

Programın ilk kısmı olan [DONDURME] adlı programda şu şart bulunmaktadır. "Eğer E2 anahtarı 1 ise M1 motorunu durdur". E2 projenin çalışması esnasında üstüste tam dört kere 1 olacaktır. Fakat M1 motoru durdurulursa döndürme mekanizması asla harekete geçmeyecek ve dolayısıyla E2 anahtarının konumu hiçbir zaman değişmeyecektir. İşte bunu engellemek ve E2 anahtarını 1 den kurtarmak için WAIT 1 şeklinde bir komut kullanılmıştır. WAIT komutu kendisinden önce gelen satırın işleyişini yanında yazılı olan süre kadar daha devam ettirir. Dolayısıyla E1 anahtarının konumunu denetleyen program bu şartın sağlandığını görecektir ve M1 motorunu 1 saniye daha döndererek bu anahtarı 1 konumundan 0 konumuna alacaktır. Böylelikle döngünün devamı sağlanabilir. E2' nin tekrar 1 olmasıyla beraber program [ALT] isimli alt programa dallanacaktır.

*ALT isimli alt program:*

**TO ALT**

IF EQUALP STATUS "E6 1 [MSTOP "M1]

IF EQUALP STATUS "E6 1 [MSTOP "M2]

IF EQUALP STATUS "E6 1 [MSTOP "M3]

IF EQUALP STATUS "E6 1 [ITME]

IF EQUALP STATUS "E6 0 [DUSEY]

ALT

**END**

Bu programda ise mermerin dört kenarının kesilip kesilmediği denetlenmektedir. Döner tablanın altında, E2 anahtarının tam karşısına yerleştirilmiş olan E6 anahtarının 1 olması, mermerin dört kenarının da kesildiği anlamına gelmektedir. Eğer işlem bitmediyse, yani E6 anahtarı halen 0 konumunda ise [DUSEY] isimli alt programa geri dönülür ve kesme işlemi devam ettirilir. Şayet dört kenarın kesim işlemi tamamlandıysa program itici mekanizmayı çalıştırmak üzere [ITME] isimli alt programa dallanır.

*ITME isimli alt program:*

**TO ITME**

IF EQUALP STATUS "E8 1 [MCW "M4]

WAIT 2

IF EQUALP STATUS "E8 0 [MSTOP "M4]

IF EQUALP STATUS "E8 0 [GEL]

ITME

**END**

ITME adlı programda, en son olarak 4 kenarı düzgün olarak kesilmiş mermer parçasının döner tablanın üzerinden istifleme platformuna geçirilmesi için gerekli olan itici mekanizmayı çalıştıracak program komutları yazılmıştır. İtici mekanizmada sadece 1 adet anahtar kullanılmıştır. E8 anahtarının normaldeki konumu zaten kapalıdır. Yani program doğruca M4 motorunu, itici mekanizmayı ileri yönde hareket ettirecek yönde dönderir. Bir adet anahtar kullanılmasının nedeni ise motorun dönüşü zamana bağlanmıştır. Yani program, WAIT 2 komutu sayesinde motoru 2 saniye ileri yönde döndürecek, ardından motoru durduracak ve hemen [GEL] isimli alt programa dallanmasını sağlayacaktır.

*GEL isimli alt program:*

**TO GEL**

IF EQUALP STATUS "E8 0 [MCCW "M4]

IF EQUALP STATUS "E8 1 [MSTOP "M4]

GEL

**END**

İtici mekanizma 2 saniye boyunca ileri gittikten sonra mekanizmanın tekrar eski konumuna gelmesini [GEL] alt programı sağlamaktadır. E8 anahtarı 0 konumuna geleceğinden, M4 motoru ters yönde dönerek itici mekanizmayı eski haline getirir.

Böylelikle robot, mermer parçasının 4 kenarını da kestikten sonra başlangıç konumuna gelir. Yeni bir mermeri şekillendirmek için, şekilsiz mermer parçasını döner tablanın üzerine yerleştirdikten sonra [DONDURME] programını çalıştırmak yeterlidir.

### **9. Sonuç:**

Bu projede, günlük hayatta kullanılabilir olan, mermeri düzgün ve hatasız bir biçimde kesme işlemini gerçekleştiren bir otomasyon sistemi, LEGO parçaları birleştirilerek yapılmıştır. Bu Proje ile, tasarım yeteneğini geliştirme, günlük hayattaki otomasyon sistemlerini tanıma ve bu sistemlerin bilgisayarla nasıl kontrol edildiğini tanıma gibi kavramlar geliştirilmektedir.

### **Kaynak:**

*Mermer İşleme Tesisi Benzetim Projesi Otomasyonu, Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Robotik Dersi Projesi, Proje No: 2000/I*