

Mehmet Topalbekiroğlu

Gaziantep Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ali Kireççi

Gaziantep Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü

L. Canan Dülger

Gaziantep Üniversitesi  
Makina Mühendisliği Bölümü

## El Halıcılığında Bilgisayar Destekli Hav İpi Denetim Mekanizması

*Bu makale, tamamen insan emeği ve becerisiyle üretilen ve "El Dokuma Halısı" adıyla bilinen halıların elektromekanik olarak üretilmesinin bir bölümünü kapsamaktadır. Dokuma teknolojisi son yıllarda önemli gelişmeler kaydetmiş ve günümüzde son derece hızlı üretim yapabilen halı tezgahları mevcuttur. Ancak, el dokuma halılarının üretim teknolojisi yüzyıllar boyu değişmeden günümüze kadar gelmiştir. El dokuma halılarını makine halılarından ayıran en önemli özellik düğüm şekilleridir. Makine halılarında hav yüzeyi jakar mekanizması yardımıyla oluşturulmakta, el dokuma halılarında ise düğümler birbirinden bağımsız olarak tek tek üretilmektedir. Çalışma, el dokuma halılarını mekanik olarak üretmek amacıyla sayısal veri şeklinde hazırlanan desen bilgilerini kullanarak hav ipinin seçilmesi, ipliğin düğümlenme mekanizmasına transferi ve iplik boyunun kesilmesi amacıyla kullanılacak olan mekanizmaların tasarımını, imalatını ve denetimini içermektedir.*

*Anahtar Kelimeler: Mekanizma, dokuma, el dokuma halıları, tasarım ve denetim.*

### GİRİŞ

Halı, "çözümlü iplikleri üstüne ayrı bir desen ipliği ile değişik şekillerde düğüm atılarak, aralarından birkaç sıra atkı ipliği geçirilip sıkıştırılarak aynı yükseklikte veya yer yer farklı yüksekliklerde, kabartmalı olarak kesilmiş, havlı yüzü olan dokumalara" denir [1]. Halı üretim yöntemine göre el halısı ve makine halısı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. El dokuma halılarını makine halılarından ayıran en önemli özellik dokuma yapısındaki düğüm şeklidir. Şekil 1' de her iki halı için düğüm şekilleri verilmektedir [1,2,3,4]. Makine halılarında hav yüzeyi genellikle iki halının üst üste dokunması ve bir bıçak yardımıyla hav ipliklerin kesilmesiyle oluşturulur (Şekil 1-a). Deseni oluşturan renkli hav ipliklerinin halı yüzeyinde veya halı tabanında kalması jakar mekanizmasındaki millerin hareketlerine bağlıdır, miller ise bilgisayardan gelen desen bilgisine göre hareket eder. Düğüm yapısı Şekil 1.a'da görüldüğü gibi "u" harfine benzer ve bunların atkı iplerinden kolayca sökülmemesi için halıların arka yüzeyi bazen özel yapıştırıcılara kaplanır.

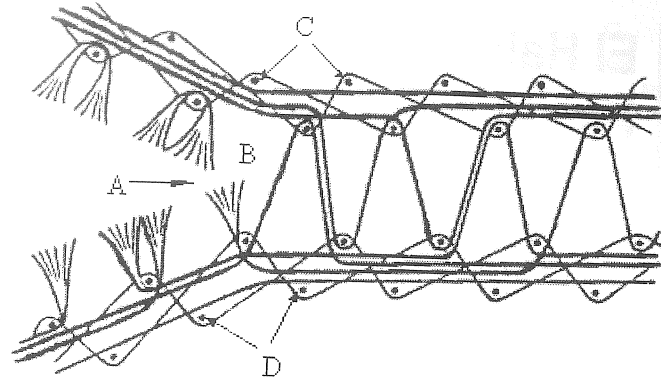
El halılarında ise hav yüzeyi özel düğüm şekilleri kullanılarak hav ipinin bir çift çözümlü ipine dokumacı tarafından tek tek düğümlenmesiyle üretilmektedir. El halılarında kullanılan Türk ve İran Düğümleri Şekil 1.b ve c'de gösterilmektedir.

Geleneksel bir Türk sanatı olan el dokuma halıcılığı Türk sanatlarının en özgün eserlerinden

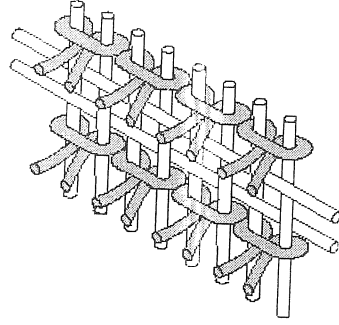
biridir. El dokuma halıları ile makine halıları karşılaştırıldığında, el dokuma halıların daha dayanıklı, uzun ömürlü ve yaylanma özelliğinin daha fazla olduğu bilinmektedir. El halılarının makine halılarından daha üstün özelliklere sahip olmasına rağmen, üretim teknolojilerinin yüzyıllardır değişmeme nedeni düğüm şeklinin karmaşık bir yapıya sahip olması ve düğümlerin birbirinden bağımsız olarak üretilmesi zorunluluğudur. Ancak, günümüz teknolojisi karmaşık yapıya sahip sistemlerin tasarlanmasını mümkün kılmaktadır. Robotların ve bilgisayar denetimli diğer makinelerin endüstride kullanımı teknolojik gelişmelerin örnekleridir.

Literatürde el dokuma halıların üretim teknolojisi üzerine çok az yayına rastlanmıştır. Bunlardan biri, Türk Düğümü'nü elektro-mekanik olarak yapılabilecek bir sistem modelini içermektedir [2]. Diğer çalışmalar daha çok el halısının korunmasını, ekonomik, tarihsel değerlerini ve fiziksel özellikleri incelemektedir [5,6]. Ancak, makine halılarının üretimini içeren birçok çalışma mevcuttur [7,8,9].

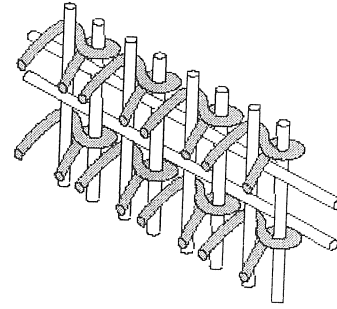
Bu çalışmada, el halılarında kullanılan düğümün mekanik olarak üretilmesi amacıyla halının desen bilgisinin sayısal veriye dönüştürülmesi, bu veriye göre hav ipinin seçilmesi, düğümlenme mekanizmasına transferi ve iplik boyunun kesilmesini içeren mekanizmaların tasarımı, imalatı ve denetimi sunulmuştur.



(a) Makine halısının dokuma yapısı



(b) Türk düğümü



(c) İran düğümü

Şekil 1. Düğüm çeşitleri.

## DESEN ÇALIŞMASI

Günümüzde el halıcuları desenlerini özel olarak basılmış kareli kağıtlara çizilmekte ve kağıdın her karesi bir düğüm olarak kabul edilmektedir. Buna uygun kare sıklığında ve uygun büyüklükte kağıda desen çizilir. Birçok el halısının deseni simetrik özellik sergiler. Bu nedenle köşe göbekli halıların dörtte birinin, mihraplı halıların boyuna yarısının ve raporlu halılarda ise tekrar eden kısmın deseni çizmek yeterli olmaktadır [1]. Ancak, bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler kullanım alanlarını paralel olarak artmasına neden olmuş ve günümüzde desen tasarımları bilgisayar ortamında yapılmaktadır. Bu amaçla birçok yazılım programları geliştirilmiştir. Örneğin makine halılarının, nakış ve örgü kumaşların desenleri bilgisayarlarda oluşturulmaktadır.

Bu bölümde mevcut halı desenlerini bilgisayar ortamına aktarılması ve sayısal bilgiye dönüştürülmesi açıklanmıştır. Bu veri, hav ipe denetim mekanizması için giriş bilgisi olarak kullanılacaktır. Şekil 2'de bir halı resminden sayısal verinin oluşum işlemleri gösterilmektedir.

Dönüştürme işlemi üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada halı resmi tarayıcıdan geçirilerek resim dosyası elde edilir, ikinci aşamada resim

düzenleme kısmında analiz edilir ve son aşamada bir bilgisayar programıyla resim dosyasındaki bilgiler matris formunda sayısal bir dosyaya dönüştürülür.

## Tarayıcı

Kataloglardan temin edilen halı resimleri tarayıcı ile grafik dosyalarına dönüştürülmektedir. Genel olarak grafik dosyaları resimleri içerir ve bu resimler değişik grafik dosyası tipleri olarak kayıt edilebilir.

## Düzenleme

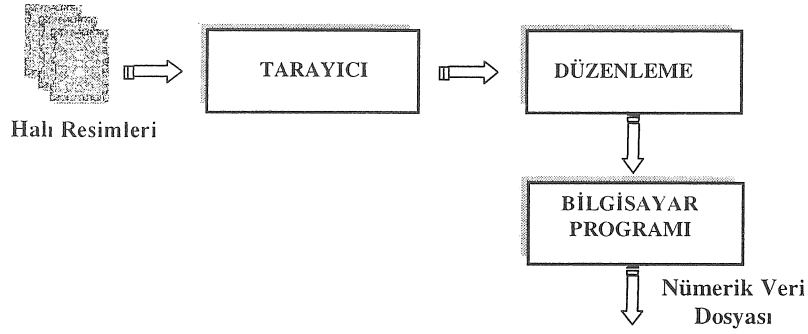
Bu bölümde resim dosyası üzerinde ebatların ayarlanması (çözünürlük) için gerekli değişiklikler yapılır. Çözünürlük parametresi resmin eni ve boyundaki piksel sayısıdır. Yüksek çözünürlükte taranan halı deseni, halının enindeki ve boyundaki çözünürlük sayıları düğüm sayılarına eşit olacak şekilde düzenlenir. Benzer şekilde yüksek renk derinliğine sahip olan görüntü, kullanılacak olan renk sayısına indirgenir. Bu amaçla kullanılacak pek çok ticari paket programları mevcuttur (Microsoft Photo Editors 3.0, Paint Shop Pro 4.12, ve Microsoft Paint).

### Bilgisayar Programı

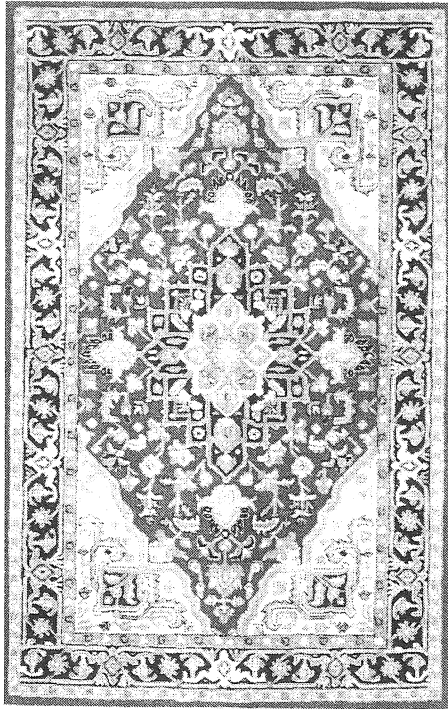
Resim dosyasındaki her piksel değerine karşılık gelen renk bilgisinin sayısal değer olarak elde edilmesi için bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program aşağıda verilen matris formunda bir veri dosyası hazırlamaktadır.

$$A_{n,m} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,m} \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n,1} & \dots & a_{n,m} \end{bmatrix}$$

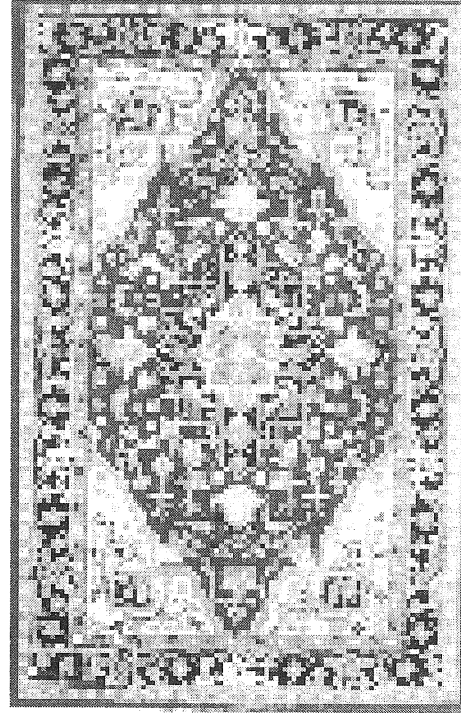
Burada  $A(n,m)$  boyutlu matrisin her bir satır ve sütun elemanı halı desenin her bir satır ve sütundaki



Şekil 2. Desenlerin sayısal verilere dönüştürülmesi.



(a) Tarayıcıdan elde edilen halı resmi



(b) Düzenlemeden sonra elde edilen halı resmi

Şekil 3. Halı resimleri

## HAV İPİ DENETİM MEKANİZMASININ TASARIMI VE İMALATI

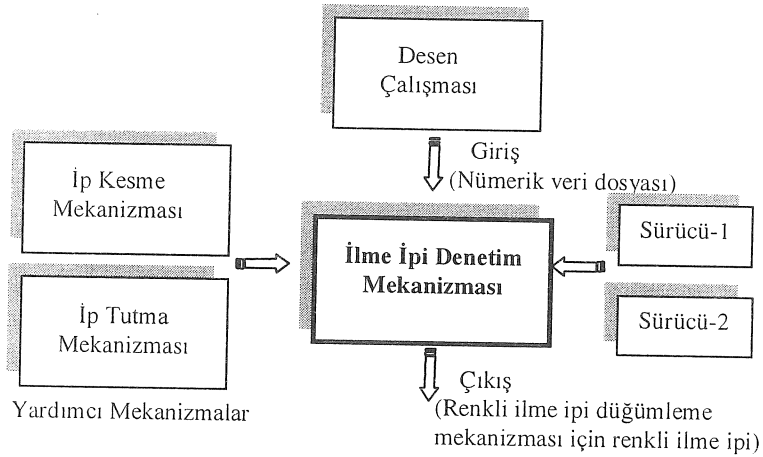
Birçok tekstil ürünlerinde renkli hav iplikleri kullanılmaktadır. Bu iplikler çözgü veya atkı ipliklerin arasına ilave ip olarak yerleştirilerek dokuma yüzeyinde hav oluştururlar. Hav yüzeyi olan dokumalara el halısı, makine halısı, havlu ve battaniye örnek verilebilir. Bu makinelerde hav ipliklerinin denetimini yapan mekanizmalar desene bağlı olarak iplikleri seçmektedirler.

Hav ipi denetimini sağlayacak sistemin blok diyagramı Şekil 4' te verilmiştir. Temel mekanizma olan hav ipi denetim mekanizması iki fonksiyonlu bir mekanizmadır; renk kodu bilgisine göre hav ipinin seçilmesini ve bu ipin düğümleme mekanizmasına transferini sağlar. Bu nedenle mekanizma iki

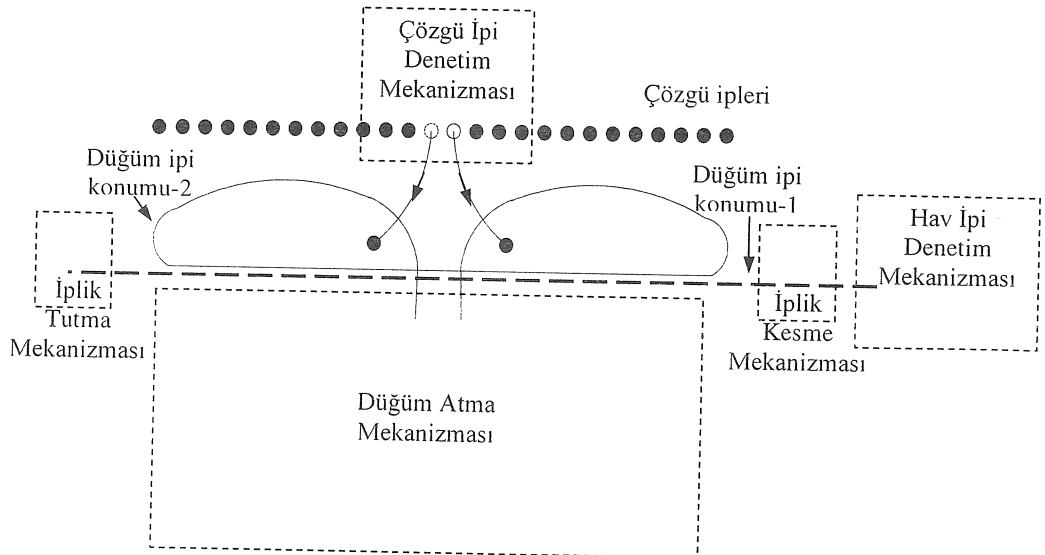
serbestlik derecesine sahiptir. Şekilde görülen ip kesme ve ip tutma mekanizmaları ise yardımcı mekanizmalar, bu mekanizmaların detayları Şekil 6' da gösterilmektedir. İp tutma mekanizması hav ipinin düğümleme mekanizmasına transferi tamamlanana kadar ipin istenilen konumda kalmasını sağlamakta ve ip kesme mekanizması ise transfer tamamlandıktan sonra ip boyunu kesmektedir.

### Tasarım

Tasarlanacak mekanizma hav ipinin özelliklerine ve düğümleme mekanizmanın bulunacağı konuma bağlıdır. Hav ipi için Isparta halılarında kullanılan yün iplikler seçilmiştir. Bu iplik Türk Standartları 626'ya uygun ve numarası-kat sayısı 2,5/2 Nm' dir [4].



Şekil 4. Hav ipi denetim mekanizmasının blok diyagramı.



Şekil 5. Hav ipi denetim mekanizmasını oluşturan mekanizmaların konumu.

Şekil 5 Türk Düğümü'nün üretilmesi için kullanılacak mekanizmaların konumlarını, çözgü ve hav iplerinin düğümün oluşturulması için izleyeceği yörüngeleri göstermektedir (Detay için Şekil 7' ye bakın). Mekanizmaların fonksiyonlarını içeren genel bilgiler aşağıda maddeler halinde verilen tasarım kriterlerine dönüştürülmüştür. Mekanizmaların tasarlanması aşamasında bu kriterler belirleyici faktörler olarak kullanılmıştır.

#### Tasarım Kriterleri

- 1) Mekanizma iki fonksiyona sahip olmalıdır; renk kodu bilgisine göre hav ipinin seçilmesi ve bu ipin düğümleme mekanizmasına transferi. Ayrıca, her bir fonksiyon için mekanizma çift yönlü hareket edebilmelidir.
- 2) Hav ipinin tutabilecek bir yardımcı mekanizma olmalıdır.
- 3) Düğüm atma mekanizması ile hav ipi denetim mekanizması arasında hav ipinin 100 mm boyunda kesilebilmesini sağlayan ikinci bir yardımcı mekanizma gereklidir.
- 4) Mekanizma yüksek hızlarda çalışabilmek için basit bir yapıya sahip olmalıdır.
- 5) Sistemi oluşturan mekanizmalar arasında koordinasyon sağlanmalıdır.
- 6) Mekanizma 8 renkte hav ipi denetimini yapabilmelidir.

Bu kriterlere bağlı olarak ilme ipi denetim mekanizması için Şekil 6' da gösterilen mekanizma geliştirilmiştir.

Tasarlanan mekanizmalar ve sürücülerin montaj resimleri Şekil 6 'da verilmiştir. İplik seçme ve transfer mekanizması bir tambur etrafına yerleştirilmiş 8 adet kovan ve kovanlar içerisine bulunan yaylı iğnelerden oluşmaktadır. Mekanizmanın istenilen renkte hav ipinin seçebilmesi için tambur adım motoruyla gerekli yöne hareket ettirilmekte ve istenilen konum sağlandığında piston ilgili hav ipini taşıyan iğneyi ileri hareket ettirmektedir. İğnenin hareketinin tamamlanmasıyla solenoid devreye girerek ipin boşta kalan ucunu pim ile gövde arasında sıkıştırmakta ve pistonun geri çekilmesiyle hav ipi düğümleme mekanizması için uygun konumda kalmaktadır. İpin düğümleme mekanizmasına transferinin tamamlanmasından sonra ikinci yardımcı mekanizma olan makas diğer piston tarafından hareket ettirilerek ipin kesilmesini sağlamaktadır. Hav ipinin düğümleme mekanizmasına yüklenmesinden sonra solenoid geri çekilerek hav ipi serbest bırakılmaktadır. Şekil 7' de deneysel düzeneğinden bir fotoğraf verilmiştir. Bu

fotoğraf üzerinde mekanizmaların ayrıntıları ve hav ipinin konumu gözükmektedir.

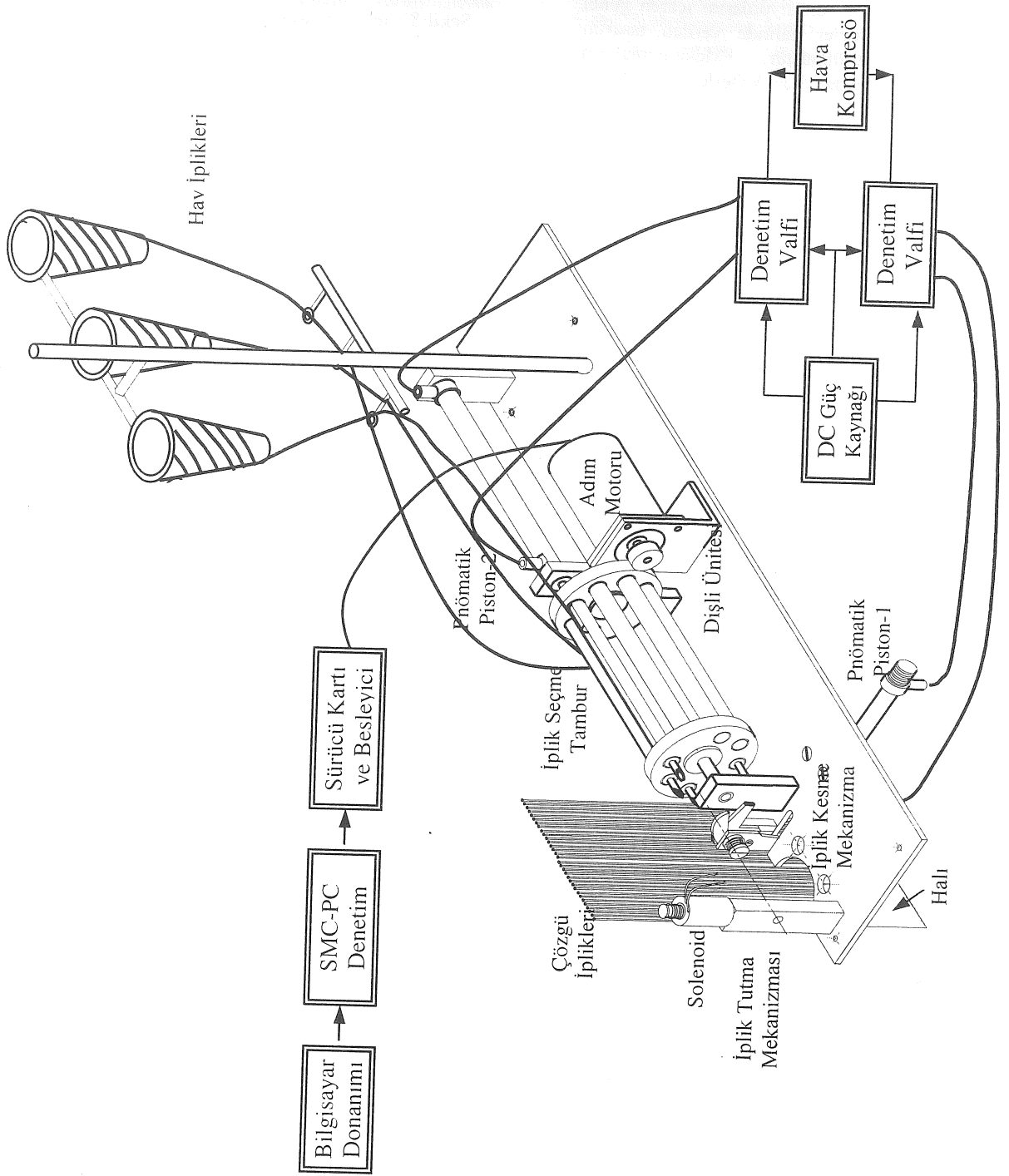
#### SİSTEM DENETİMİ

Şekil 8' de sistemdeki mekanizmaların denetimini sağlayan elemanların blok diyagramı verilmiştir. Tüm sürücülerin denetimi Delphi dilinde hazırlanan bir yazılımla sağlanmaktadır. Önceden hazırlanmış olan desen bilgisinden düğüm renk kodu okunmakta ve bu koda göre tamburun hareketi program içerisinde hesaplanmaktadır. Hareket profili PC içerisinde yerleştirilmiş olan denetim kartı sayesinde adım motoru için gerekli sinyale dönüştürülmekte ve motor sürücüsünde güçlendirildikten sonra motorunun istenilen hareketi yapması sağlanmaktadır. Diğer sürücülerin (pistonlar ve solenoid) zamanlaması program tarafından belirlenen açık/kapalı sinyaller ile sağlanmaktadır. Sistemi oluşturan başlıca elemanlar aşağıda verilmiştir.

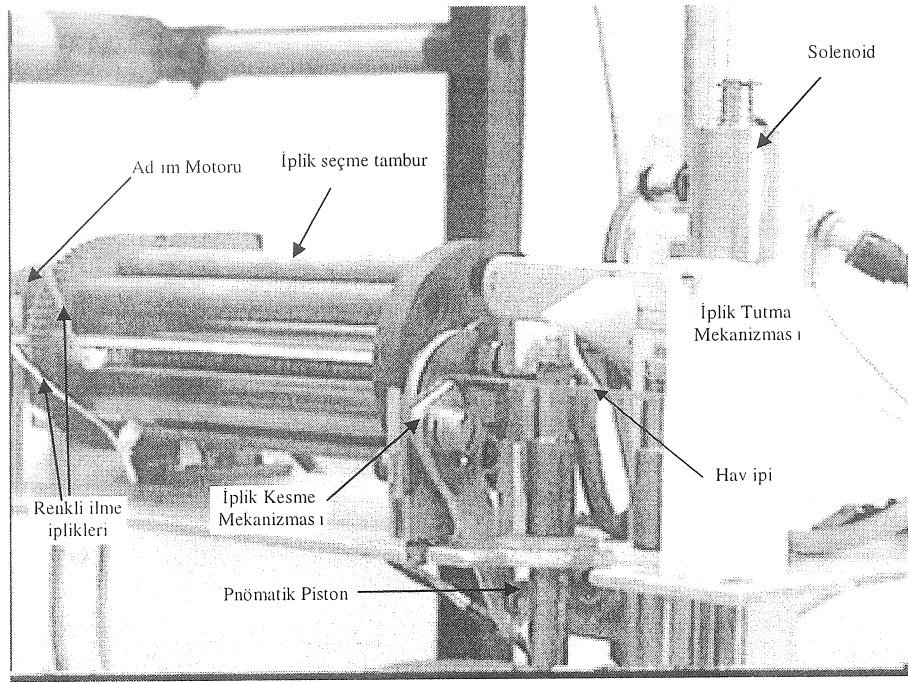
- 1) adım açısı 1.8° ve iki fazlı bir adım motoru (Nanotec, Tipi 4H5618C1708-A)
- 2) 4 eksen denetleyecek bir adım motor denetim kartı (SMC PC Module) [11].
- 3) 16 bit mikro işlemcili bir adım motor sürücüsü (SMC 88) ve besleyici.
- 4) ayarlanabilir bir DC güç kaynağı.
- 5) 1 adet PC.
- 6) strok boyu 160 mm, maksimum basınç 10 bar olan bir havalı piston (Camozzi)
- 7) strok boyu 40 mm, maksimum basınç 10 bar olan bir havalı piston (Camozzi).
- 8) basınç aralığı 2-10 bar ve tipi ESY-52m-1/4 olan iki denetim valfi
- 9) depo hacmi 12 Litre, basınç aralığı 0-12 bar olan bir kompresör

#### SONUÇ

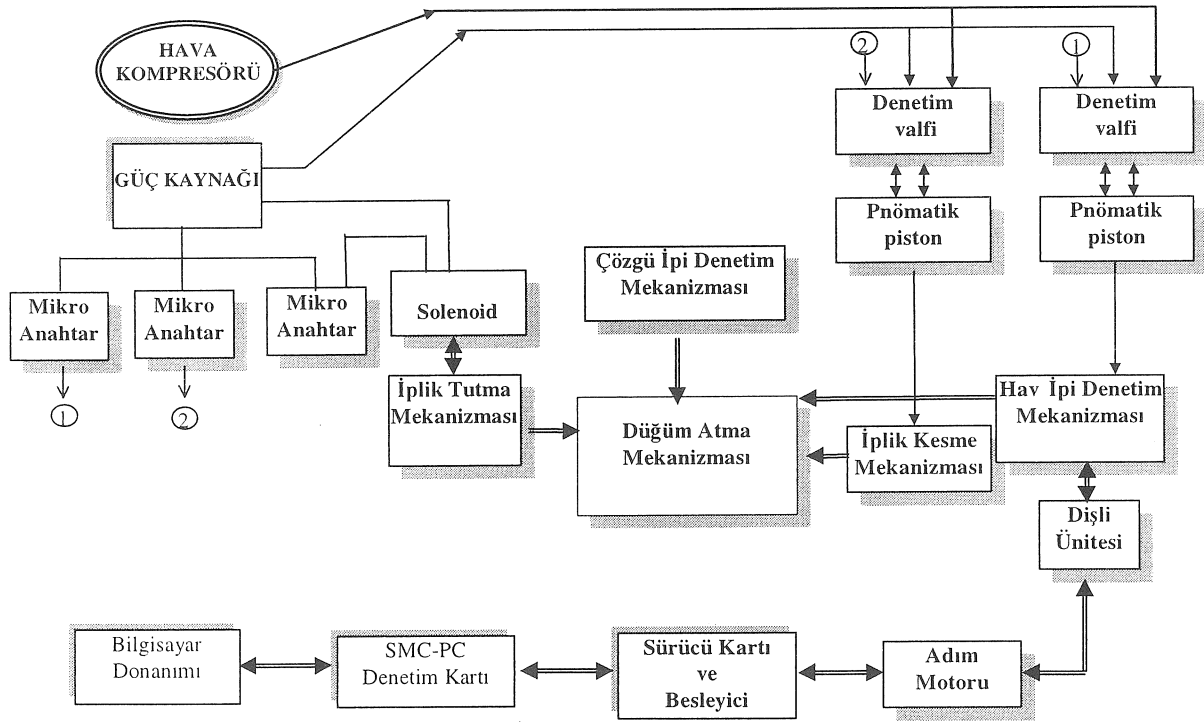
Önemli el sanatlarımızdan biri olan el dokuma halcılığının üretim şekli yüzyıllardır değişmemiştir. Bu makale, makine halılarıyla kıyaslandığında pek çok avantajı olan el dokuma halılarının mekanik olarak üretilmesi çalışmasının bir kısmını kapsamaktadır. Makalede tanıtılan mekanizmaların imalatı gerçekleştirilmiş ve test çalışmalarında her hangi bir problem tespit edilmemiştir. Tezgahı oluşturan diğer mekanizmalar üzerinde tasarım ve imalat çalışmaları devam etmektedir. Projenin hedefi el dokuma halısı özelliklerine sahip halıların mekanik olarak üretilmesidir.



Şekil 6. Hav ipi denetim mekanizmasının şematik görüntüsü.



Şekil 7. Hav ipi denetim mekanizmasının fotoğrafı.



Şekil 8. Hav ipi denetim mekanizmasının denetim blok diyagramı

This paper is a part of study which includes electromechanical production of hand made carpets. The weaving technology has been recorded important developments and there are many carpet looms working at high speeds. However, production method of hand made carpets has not changed for several hundred years. The main difference between handmade and machine carpets is in their pile loop formation. The pile surface of machine carpets are produced by Jacquard mechanism, but it is produced independently in the handmade carpets by the weaver. This paper presents the design, construction and control of the mechanisms which prepare the pile yarn to the weaving mechanism according to a certain pattern.

Keywords: Mechanism, weaving, handmade carpet weaving, design and control.

#### KAYNAKÇA

1. Çetin Aytaç, *El Dokumacılığı*, 3. Baskı, Milli Eğitim Basımevi, 1997.
2. Ali Kireççi, Cengiz Doğan ve Mehmet Topalbekiroğlu, El Dokuma Halıların Mekanik Olarak Dokunması, *7. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, sayfa: 19-26, 20-22 Eylül 1995.
3. Mehmet Topalbekiroğlu, *Design, Construction and Control of Computer Controlled Knotting System*, Ph. D. Thesis, University of Gaziantep, July 2002.
4. Türk Standardları Enstitüsü, *Textile Floor Covering-Handmade Carpets-Turkish Carpets*, Birinci Baskı, Ankara, TS 43/Nisan 1992.
5. Neriman Gürtanır, Yaşlı Yazıcıoğlu ve Nuran Canikili, Değişik Düğümlene Sistemleri Kullanarak Farklı Hav Yüksekliklerinde Üretilmiş El Dokusu Halıların Resilyans Özellikleri, *IV. Tekstil Sempozyumu*, Bursa, 25-27 Ekim 1988.
6. Önder Küçükerman, Türk Halıcılığının Tarihden Gelen Sorunları, *Arış Dergisi*, sayfa: 88-93, Ankara, 1997.
7. A. Crossland, *Modern Carpet Manufacture*, Columbine Press Manchester & London, 1958.
8. Z. J. Grosicki, *Watson's Advanced Textile Design*, Newnes - Butterworths, 1913.
9. George Robinson, *Carpets and Other Textile Floorcovering*, Division of Bonn Industries Inc., Second Published Edition 1972.
10. *Microsoft Photo Editor 3.0*, 1989-1996 Microsoft Corporation.
11. PP Electronic GmbH, *Manual SMC-PC*, Germany