

## Demir Bükme Makinası Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu

Mahmut Can ŞENEL\*

<sup>1</sup>Makina Mühendisliği Bölümü / Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

\*(mahmutcan.senel@omu.edu.tr)

**Özet** – İnşaat sektöründe bina yapımında yapının daha sağlam olması adına kiriş ve kolonlara kullanılan etre demirleri düz değil, dikdörtgen veya kare şeklindedir. Bir başka deyişle betonarme kolonların ve kirişlerin içinde boyuna doğrultuda yerleştirilen ana donatıların etrafını saran nispeten daha ince çaplı inşaat çeliğidir. Elemanlara gelen kesme kuvvetlerine karşı dayanım sağlayarak elemanların ve genel olarak yapının daha sünek davranmasını sağlar. Bu çalışmada, hidrolik devre elemanlarından yararlanılarak hidrolik elemanlar ile kontrol edilebilen demir bükme makinası tasarımı yapılmıştır. Devrenin simülasyonu Fluid-Sim hidrolik paket programıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, insan gücü ile şekil verilemeyen metallere seri bir şekilde hidrolik güç desteği ile şekil verilmesi amaçlanmıştır.

*Anahtar Kelimeler – Hidrolik Devre, Demir Bükme Makinası, Simülasyon, Valf, Silindir*

### I. GİRİŞ

Hidrolik sistemler; sıkıştırılamaz özellikteki akışkanların kullanıldığı, elde edilen basınçlı akışkan yardımı ile çeşitli hareketlerin ve kuvvetlerin üretildiği sistemlerdir. Akışkanların sıkıştırılamaz olmasından dolayı, büyük güçler hidrolik sistemler ile elde edilebilir. Hava ve gazlar sıkıştırılabildiği için büyük kuvvetlerin üretilmesinde kullanılmazlar [1, 2].

Hidrolik sistemler, metal şekillendirme proseslerinde, plastik enjeksiyon makinalarında, montaj ve transport makinalarında, bilgisayar kontrollü cihazlarda, materyal test cihazları gibi birçok endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar [3, 4].

Hidrolik sistemlerde kuvvet iletimi akışkana verilen basınç enerjisi yardımıyla yapılır. Basınç enerjisi uygun alıcılar ile kuvvet ve harekete dönüştürülür. Basınç enerjisi akışkan üzerinde taşınarak iletilir. Akışkan üzerine bazı mekanik düzeneklerle basınç enerjisi yüklenir. Yani basınç oluşturulur. Basınç altındaki akışkan iletildiği yerde tekrar mekanik elemanlar yardımıyla kuvvet ve hareket oluşturur. Örneğin bir pompa ile madeni yağ üzerinde basınç oluşturup bir boru içerisinde taşıyıp diğer uca bir silindir ve piston yardımıyla itme

kuvveti elde edilmesi çok kullanılan bir hidrolik uygulamadır [4-7].

Demir bükme makinaları birçok farklı sektörde kullanılan demirlerin ve demir dışı metallerin şekillerini kullanıma uygun hale getirebilmek için tercih edilirler. Özellikle inşaat sektöründeki büyümeler demir kullanımını artırmıştır. Etre adı verilen inşaat demirlerini bükmenin yanı sıra birçok farklı alanda kullanılır. Teknolojinin gelişmesi ile otomasyona ayak uyduran demir bükme makinaları taşınabilir özellikleri sayesinde şantiyelerde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu sektörün dışında özellikle enerji üretim tesislerinde demir bükme makinalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Üretilen doğalgaz, akaryakıt, petrol gibi enerji maddelerinin taşınabilmesi için gerekli olan borular bu makinalar sayesinde şekillendirilir [4].

Demir bükme makinaları genel anlamda yassı demir ve bağlantı parçaları gibi ağırlıklı demir olmak üzere birçok metale şekil vermek için kullanılır. Önceki yıllarda insan gücüne bağlı olan demir bükme makinası sürekli gelişen teknolojiler sayesinde artık otomasyona ayak uydurmuştur. Hidrolik yarı mekanik veya tam otomatik modelleriyle çeşitliliği sürekli artmakta ve gelişmektedir [4, 5].

Demir bükme makinaları kullanım alanlarına güçlerine ve niteliklerine göre farklı fiyatlarda olmaktadır. İnşaat demirlerini bükmek için kullanılan taşınabilir ve azda olsa insan gücüne ihtiyaç duyan bir makina ile tam otomatik hidrolikle ve pedallı bir demir bükme makinası fiyatı aynı değildir. Teknolojinin sunduğu nimetlerden yararlanan mekanik üretim şirketleri demir bükme makinasının fiyatlarını ürünün markası modeli demir bükme şekli motor gücü gibi farklı aksesuar seçeneklerine göre belirlenmektedir. Bu makinalar genel olarak ithal edildiği için fiyatları biraz pahalı olabilmektedir [4].

Demir bükme makinaları kullanıldığı takdirde işlerin hızlı bir şekilde akışı sağlanmaktadır. Demirleri insan gücünden daha yüksek bir hızla istenen şekle getirmektedir. Açılı ayarlandığında sapma olmayacağı için ideal eşitlik sağlanacaktır. Bu makinanın kullanımıyla daha az insan gücüne ihtiyaç duyulacaktır. Taşınabilir demir bükme makinaları ihtiyaç olan her alana kolayca taşınabildiğinden iş yelpazesini genişletecektir. Üretimin yoğun olduğu sanayi bölgelerinde hem zamandan tasarruf hem de ekonomik olarak olumlu yönde kazanç sağlamaktadır. İşletmede ihtiyaca uygun demir bükme makinası kullanmak birçok yönden avantaj sağlayacaktır [4].

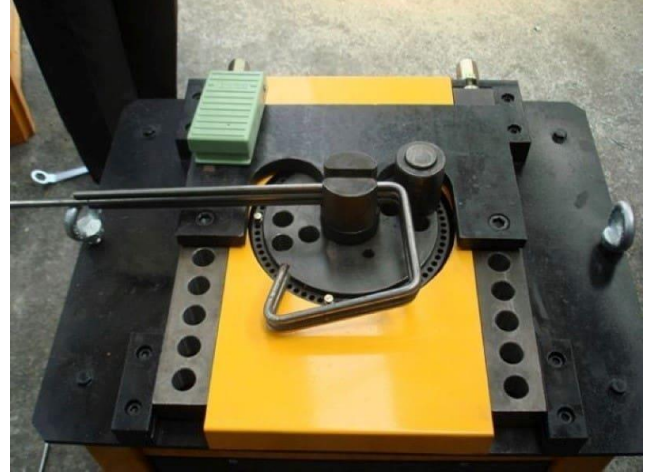
Demir bükme makinaları birçok farklı sektörün en temel ihtiyacıdır. Demir ve buna benzer özellikteki birçok metali bükmek için kullanılan bu makinanın kullanım alanı genişler. Özellikle inşaat halinde olan şantiyelerin ihtiyacıdır. İnşaat demirlerinin köşeli olması gereken durumlarda bu makina çok önemli bir yer tutmaktadır. Etrelerin ölçülü ve şekilli olması için bu makineden yardım alınır. Bir diğer kullanım alanı levha şeklinde demir ve metalleri işleyerek şekil veren işletmelerdir. Bu işletmelere örnek olarak kapı, PVC, mutfak gereçleri yapan firmalar verilebilir. Demir bükme makinası bunun gibi birçok alanda kullanılabilir [4].

Bu çalışmada hidrolik sistemler kullanılarak metal bükme makinasının hidrolik devre tasarımı ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

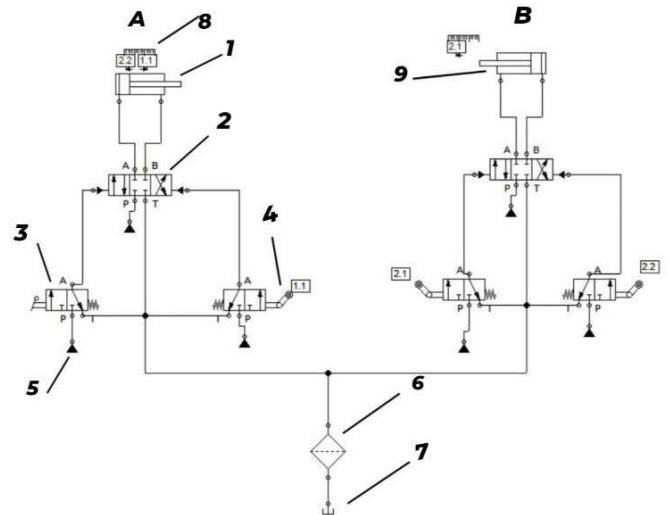
Bu çalışmada, demir bükme makinasının hidrolik devresi tasarlanarak simüle edilmiştir. Şekil 1'de de olduğu gibi silindirin hareketiyle demir bükülmekte ve istenilen şekli almaktadır. Çalıştırılan makina, demire önce L şeklini, daha sonra ise U şeklini verecektir.

Bu makina, iki farklı devrenin birbirini tetiklemesiyle çalışmaktadır. İlk devreye A devresi, ikinci devreye B devresi denilmektedir. Devrenin ismi A+, A- ve B+, B- olarak tanımlanmıştır. Artı sağa yapılan, eksi de sola yapılan silindir hareketini temsil etmektedir. L şeklini A hidrolik silindiri, U şeklini ise B hidrolik silindiri vermektedir.



Şekil 1 Demir bükme makinası

Demir bükme makinası hidrolik devresinin simülasyonu Fluid-Sim hidrolik paket programıyla yapılmıştır. Demir bükme makinası hidrolik devre şeması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Demir bükme makinasının hidrolik devre şeması

Hidrolik devrede kullanılan devre elemanları ve sayısı Tablo 1'de verilmiştir. Hidrolik devrede hidrolik tank (1 adet), hidrolik pompa (1 adet), yağ filtresi (1 adet), basınç emniyet valfi (1 adet), 3/2 yön kontrol valfi (4 adet), 4/3 yön kontrol valfi (2

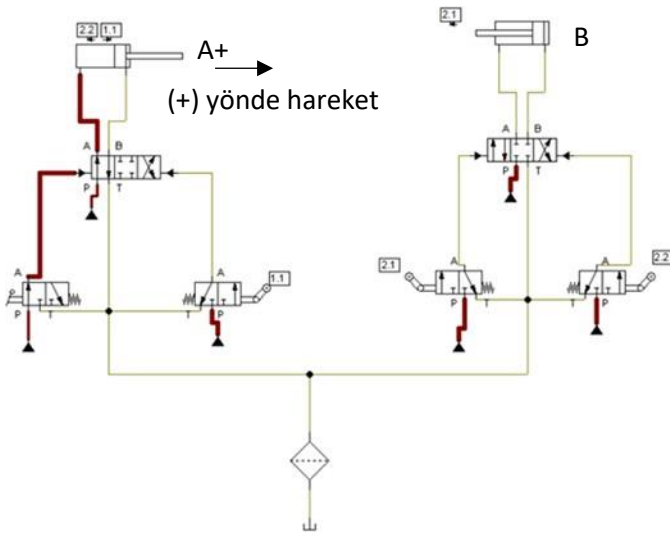
adet) ve çift etkili hidrolik silindir (2 adet) bulunmaktadır. Devrede iki tane mesafe cetveli kullanılmıştır. Mesafe cetvelinin amacı A silindiri son strokuna kadar açılıp kapandıktan sonra yaptıktan sonra B silindirini harekete geçirmektir.

Tablo 1. Hidrolik devrede kullanılan elemanlar

Hidrolik devre elemanı	Adet
Hidrolik pompa	1
Basınç emniyet valfi	1
Hidrolik depo	1
Yağ filtresi	1
Makaralı 3/2 yön kontrol valfi	4
Basınç uyarılı 4/3 yön kontrol valfi	2
Çift etkili hidrolik silindir	2

### III. BULGULAR VE TARTIŞMA

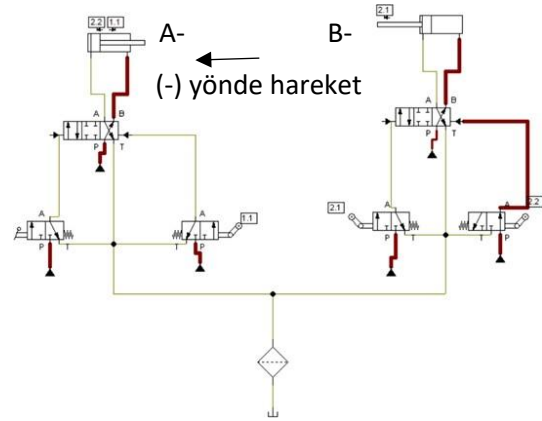
Birinci aşamada, 3/2 yön kontrol valfine uyarı gönderildiğinde pompadan çalışma hattına basınçlı akışkan geçişi olacaktır. Bu akışkan daha sonra 4/3 yön kontrol valfini uyararak hidrolik silindiri hareket ettirmektedir. Silindirin sağa yaptığı hareketi pozitif (+) alırsak ilk yapılan iş A+ hareketi olmuş olur (Şekil 3). Bu işlem bükülen demirin L şeklini almasını sağlamaktadır.



Şekil 3. A pistonunun ileri (A+) hareketi

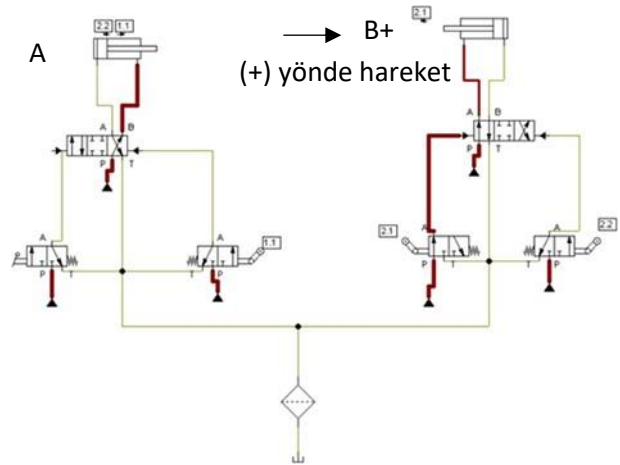
İkinci aşamada, manivela kolu serbest bırakıldığında 3/2 yön kontrol valfi tekrar eski konumuna döner ve pompadan iş hattına akışkan geçişi olmaz. 4/3 yön kontrol valfinde pompadan B hattına akışkan geçişi olur ve A hidrolik silindiri sola doğru kapanır ve eski konumuna döner. Böylece A- hareketi yapılmış olunur. Mesafe cetveli ile 1.1 ataması yapılan 3/2 yön kontrol valfi,

silindirin kapanmasını sağlar daha sonra ise kapanan A silindiri 2.2 ataması yapılan 3/2 yön kontrol valfini çalıştırır ve B silindiri sola doğru hareket eder (Şekil 4). Bu hareket B- olur. Özetle A hidrolik silindiri açılma kapanma işlemini sonlandırarak kapanır. Bu işlemten sonra B hidrolik silindiri son strokuna kadar açılarak demirin U şeklini alması sağlanır.



Şekil 4. A pistonunun geri (A-) hareketi ve B pistonunun ileri (B-) hareketi

Üçüncü aşamada, B- hareketini tamamlayan B silindiri, mesafe cetveline atanan 2.1 ile 2.1 ataması yapılmış olan 3/2 yön kontrol valfini çalıştırır ve B+ hareketini yapar (Şekil 5). Böylelikle sistem eski konumuna döner ve demire kare ya da dikdörtgen şekli verilmiş olunur. Ayrıca mesafe cetveli ile demirin ne kadar uzunlukta bükülmesi de bu sayede ayarlanabilir.



Şekil 5. B pistonunun geri (B+) hareketi

#### IV. SONUÇLAR

Yapılan çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- Hidrolik kontrollü demir bükme makinesi hidrolik devresi tasarlanarak simülasyonu Fluid-Sim paket programında yapılmıştır.
- Bu çalışmada, Ar-Ge merkezlerinde ve malzeme muayene laboratuvarlarında rahatlıkla kullanılabilir bir makina dizayn edilmeye çalışılmıştır.
- Bu devre tasarımıyla tek komutla demire L ve U şekli verilebilmiştir.
- Bu çalışmayla sanayide, inşaat sektörlerinde rahatlıkla kullanılabilir bir düzenek geliştirilip bükme işlem hızının artması, olabilecek iş kazalarının önüne geçebilme, zamandan tasarruf ve işçilik masraflarında düşüş gibi kazanımlar elde edilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Anonim, *Hidrolik Sistemler*, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Makine Teknolojisi. Ankara, 2005.
- [2] A. Esposito *Fluid Power with Application*, 7th ed., Prentice Hall International Editions (UK) Ltd, 1994.
- [3] K. Demirel, *Hidrolik-Pnömatik*, Seckin Yayıncılık, 2010.
- [4] M. Üstün, M.C. Şenel, C.G. Dengiz, Pnömatik Kontrollü Sac Bükme Makinası Tasarımı ve Simülasyonu, 2nd International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences, Konya, 2022.
- [5] A. Mercan, M.C. Şenel, Beton Pompası Elektro-Hidrolik Devre Tasarımı ve Analizi, 3rd International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, Konya, 2022.
- [6] T. Arapoğlu, M.C. Şenel, Kar Küreme Bıçaklarının Elektro-Hidrolik Devre Tasarımı ve Simülasyonu, International Technology Sciences and Design Symposium, Giresun, 2022.
- [7] K. Kutlu, M. Büyüksavcı, Hidrolik Bir Servo Sistemin Kayan Rejimli Konum Kontrolü, I. Ulusal Hidrolik&Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir, 1999.