

ÜÇ ETKİLİ, YÜKSEK HIZLI BİR HİDROLİK PRESİN TASARIMI VE ANALİZİ*

Serhat Köşeler

Skaler Makine Danışmanlık Proje ve
Mühendislik Hizmetleri,
Ulutek Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Bursa
serhat@koseler.net

İbrahim Yüksel

Prof. Dr.,
Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa
ibrahim@uludag.edu.tr

Elif Erzan Topçu**

Yrd. Doç. Dr.,
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa
erzan@uludag.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada, sac şekillendirmede kullanılan, hat başı presi olarak tanımlanan hidrolik presler ile yüksek hızlı hidrolik bir presin tasarımı, analizi incelenmiştir. Pres hatlarında kullanılan konvansiyonel hidrolik presler 4-6 vuruş/dk hızda çalışırken, arkasında çalışan mekanik presler ise 16-20 vuruş/dk hızla çalışmaktadır. Üretim hızını yükseltmek için mekanik pres hızlarına yakın hat başı preslere ihtiyaç vardır. Ele alınan yüksek hızlı hidrolik presin vuruş sayısı 15 vuruş/dk olarak belirlenmiş, tasarım hesaplamaları da bu parametreye göre yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda, piston hızı 750 mm/s olarak belirlenen değer, bilinen yüksek hızlı preslerden %50 daha yüksektir. Tasarım sonrasında elde edilen sonuçlar, performans ve maliyet analizi yönünden irdelenmiş, değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üç etkili hidrolik pres, yüksek hızlı hidrolik pres, hat başı pres tasarımı

THE DESIGN AND ANALYSIS OF A THREE ACTION, HIGH SPEED HYDRAULIC PRESS

ABSTRACT

In this study, hydraulic presses which are used to form sheet and defined as a press of the head of the production line are investigated. Conventional hydraulic press used in the production line works with the speed of 4-6 strokes/min, whereas mechanical presses placed behind the hydraulic presses works the speed of 16-20 strokes/min. The stroke number of a hydraulic press is also determined as 15 strokes/min and design calculations are made according to this speed. According to the calculations, speed of the piston of the press is determined as 0,75 m/s and this speed is 50% more than present known high speed presses. The results obtained from the designed system are investigated and evaluated from the standpoint of the performance and cost analysis. It is considered that this study will be guidance for investment of press systems in the automotive industry.

Keywords: Three action hydraulic press, high speed press, line head press design

** İletişim Yazarı

Geliş tarihi : 06.03.2014

Kabul tarihi : 27.03.2014

* 22-25 Ekim 2014 tarihinde Makina Mühendisleri Odası tarafından İstanbul'da düzenlenen VII. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi'nde sunulan bildiri, dergimiz için yazarlarımızca makale olarak yeniden düzenlenmiştir.

Köşeler, S., Yüksel, İ., Topçu, E. E. 2015. "Üç Etkili, Yüksek Hızlı Bir Hidrolik Presin Tasarımı ve Analizi," Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 662, s. 49-55.

1. GİRİŞ

Günümüzde pres teknolojileri sanayinin birçok alanında kullanılmaktadır. Bu alanları genel olarak otomotiv, beyaz eşya, makine, elektronik, savunma, gemi imalatı, demir-çelik sektörü gibi özetlemek mümkündür. Otomotiv sanayi, ülkemizde, özellikle sac parça üretimi konusunda kendini geliştirmiş ve diğer otomotiv parçalarına kıyasla bu alandaki üretimde uzmanlaşmıştır. Günümüzde üretilen araç sayısı, araçların modellerindeki hızlı değişimler, üretim maliyetlerinin artması, sac parça özelliklerinin değişmesi gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak pres teknolojisinde de yenilikçi çözümleri gerekli kılmıştır.

Otomotiv sektöründe kullanılan preslerden hat başında kullanılan hidrolik presler 4-6 vuruş/dk aralığında çalışmaktadır. Bu preslerin arkasında çalışan mekanik presler ise 16-20 vuruş/dk gibi 4-5 katı hızla sahiptirler. Hidrolik hat başı presinin hızı ne kadar yüksek olur ise birim zamanda üretilen parça adedinin de o oranda yüksek olacağı aşikardır. Bu da günümüzdeki otomasyon sistemlerinde, otomasyonlu üretimin yanında, hızlı üretim talebini de o oranda karşılamış olacaktır. Diğer taraftan, benzeri imalat sistemlerinde olduğu gibi, hidrolik preslerde de aynı presleme kuvveti altında daha yüksek hızlarda çalışma, daha fazla güç talebi demektir. Bu durumda günlük enerji tüketimi de o oranda artmış olacaktır. Buna karşılık, iyi bir tasarım ile birim zamanda üretilen parça sayısındaki artış ile enerji maliyetindeki artışın dengelemesi sağlanarak üretim daha verimli hale getirilebilir.

Bu çalışmada, yüksek hızlı bir hidrolik pres tasarımı gerçekleştirilmiş ve presin performansı ve maliyet analizi değerlendirilmiştir. Hızlı hidrolik presin çalışma performansı incelenmiş ve dakikadaki parça üretim hızı ele alınarak yaratacağı katma değerli iş gücü hesaplanmıştır. Çalışmada ele alınan bir diğer konu da hızlı hidrolik presin kurulum ve işletme maliyetlerinin analiz edilmesidir. Hızlı hidrolik presin ilk kurulum maliyeti incelenmiş, özellikle üretiminde oluşan maliyet kalemleri ele alınmıştır. Bu kalemler, hidrolik pompa, motor, tesisat ekipmanları, hidrolik silindir ve sızdırmazlık elemanları gibi başlıklar altında özetlenebilir. Bu ilave maliyet kalemlerinin, presin üretim ve işletme maliyetlerine etkisi bu çalışmada analiz edilmiştir. Bununla beraber, presin çalışma esnasında tükettiği enerji ve presin verimlilik hesabı yapılmış, sonuçlar tablolar halinde ele alınmıştır. Bu nedenlere bağlı olarak çalışmada, bu zayıf kısmın güçlendirilmesi ve aynı zamanda üretim çeşitliliğinin artırılması amacı ile üç etkili bir hat başı hızlı hidrolik pres tasarımı yapılması hedeflenmiştir.

Hidrolik presleri mekanik preslerden ayıran en büyük özelliklerinden biri de dakikadaki çevrim sayısının düşük olmasıdır. Hidrolik presler dakikada 4-6 vuruş yaparken, mekanik presler de dakikada 16-20 vuruş yapabilmektedir. Bu farkın kapatılması için hidrolik preslerin hızlandırılması gerekmektedir.

dir. Bunun için ise hidrolik silindirlerin daha hızlı çalışması, yani debinin artması, dolayısıyla pompa gücünün artması gerekmektedir ki bunlar da bir presin maliyetini önemli ölçüde arttırmaktadır.

Çelikayar (2005), preslerde açık devre pompa kontrol sistemlerinin yerine kapalı devre elektronik pompa kontrol sistemlerinin kullanımını irdelemiştir [1]. Sipahioğlu (2001), sıvama preslerinde hidrolik uygulamaları incelemiştir. Sipahioğlu'nun bu çalışmasında, sıvama preslerinin teknolojik gelişimi, tanımı, bu sistemler için uygun hidrolik devre ve denetleyici eleman seçimleri, uygulamaları irdelenmiştir [2]. Köşeler (2014), üç etkili yüksek hızlı preslerin tasarımı ve analizi konusunda çalışmıştır. Tasarım ve imalat sonrası elde edilen sonuçlar, dinamik analiz, performans analizi ve maliyet analizi yönünden irdelenmiş ve değerlendirilmiştir [3]. Akova ve arkadaşları (2013) ise elektrohidrolik abkant pres tasarımı ve modellenmesi konusunda çalışmışlardır [4].

Yapılan çalışma ile üç etkili bir presin mekanik tasarımı, hidrolik sistem tasarımı, üretim aşamaları, montaj aşamaları gibi noktalar sorgulanmış ve elde edilen bulgular sonucunda böyle bir makinenin avantaj veya dezavantajları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın otomotiv sektöründe sac parça imalatı yapan kurumlara yatırım, üretim verimliliği ve üretim çeşitliliği gibi noktalarda bilgilendirici ve yol gösterici bir kaynak olması beklenmektedir.

2. HİDROLİK PRESLERDE BOYUTLANDIRMA VE HESAP KRİTERLERİ

Hidrolik preslerde tasarım, yapılacak olan işin özelliklerine göre yapılır ve belirlenen özelliklere göre ortaya çıkan tasarımın da ölçütlerine göre uygun olup olmadığı sorgulanır. Tasarım ölçütleri kendi içinde iki gruba ayrılabilir. Bunlardan birincisi, presin genel ölçülerinin teknik özelliklere göre belirlendiği mekanik tasarım; diğeri ise presin çalışma şekline bağlı olarak yapılan hidrolik tasarım ve boyutlandırma. Mekanik tasarım ile hidrolik tasarım ölçütleri beraber ele alınarak bir hidrolik presin tasarımı gerçekleştirilir. Aşağıdaki ilk konu da bir presin tabla ölçülerine göre mekanik tasarım boyutlandırması ele alınacak, sonrasında ise bu yapıya ilave olacak hidrolik tasarım konusundan bahsedilecektir.

2.1 Üç Etkili Presler

Üç etkili presler, 3 farklı bölgeden kuvvet iletimi sağlayan preslerdir. Temelde, bir preste koç tablanın aşağı yönlü hareketi ile kuvvet kalıba iletilir ve bu tip presler tek etkili pres olarak bilinir. Koç tablanın iki parçadan oluştuğu ve bu iki parçadan ayrı ayrı kuvvet iletimi sağlayan preslere ise çift etkili pres denir. Ayrıca koç tablanın tek tabladan oluştuğu

ve karşı yönden de yastık tabla tarafından kuvvet oluşturan presler de çift etkili presler olarak bilinir. Üç etkili preslerde ise üstten iç koç ve dış koç tabla ile iki parçalı olarak kuvvet oluşturulurken, alttan da yastık tabla ile ters yönden olmak üzere üç yönden kuvvet oluşturulur. Yastık tabla ise kalıba bağlı olarak çalıştırılabilir veya çalıştırılmayabilir. Şekil 1'de tipik bir üç etkili pres şeması verilmiştir.

Üç etkili preslerde iki koç tablayı aynı seviyeye getirerek tek bir koç tabla şeklinde çalışma biçimiyle iki etkili pres işlevi sağlanabilir. İki koç tablanın tek bir koç tabla şeklinde çalıştırılmasına karşılık, yastık tablanın devre dışı bırakılmasıyla da tek etkili pres çalışması elde edilebilir. Birden fazla çalışma biçimleriyle üç etkili presler, daha esnek bir üretim kabiliyetine ve daha geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Üç etkili presler, yüksek tonajda, derin çekme işlemi gerektiren parçaların işlenmesinde kullanılır. Bu preslerde, işlenen parçaların çekme derinlikleri 100 mm'den daha fazladır. Bu çalışmada ele alınan preste, çekme derinliği 250 mm seviyelerinde olup, bu çekme derinliğini elde etmek için 800 tonluk derin çekme kuvveti ile 200 tonluk pot kuvveti uygulanmıştır.

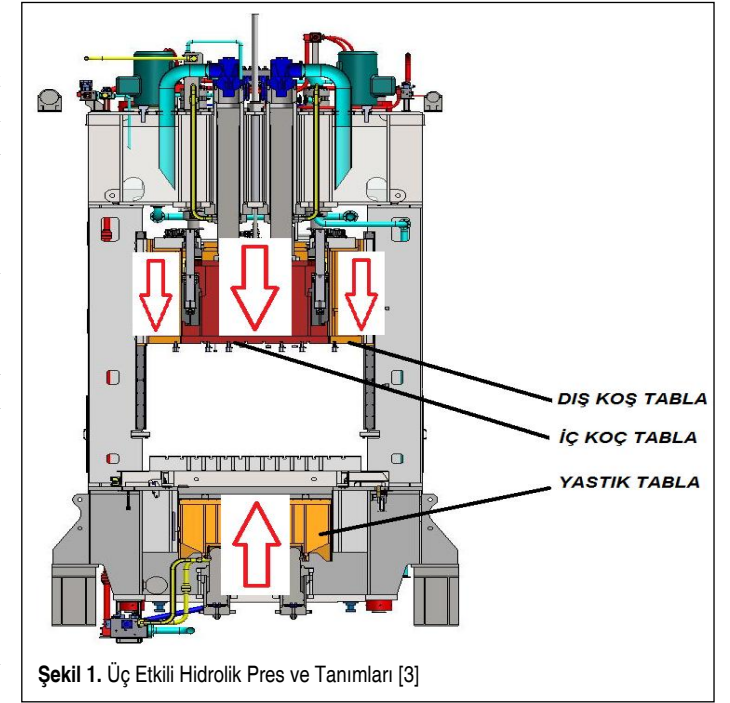
2.2 Üç Etkili Preslerin Tasarımı ve Boyutlandırılması

Tüm hidrolik pres sistemlerinde olduğu gibi, üç etkili presin boyutlandırılması ve buna bağlı olarak tasarımı, mekanik ve hidrolik olmak üzere iki aşamalı biçimde ele alınabilir. Mekanik boyutlandırma, kalıp-pres ilişkisine bağlı olarak; hidrolik boyutlandırma ise preste işlenecek parça için gerekli kuvvetlere göre yapılır.

Mekanik boyutlandırmada, standart pres parametreleri yanında, iç koç tabla ölçüsü, yastık tabla ölçüsü gibi parametreler de dikkate alınır. Üç etkili preslerde bu parametreler, kalıp ölçülerine göre belirlenmekle birlikte, kalıp ölçüleri işlenecek parçaya göre değiştiğinden parametrelerin belirlenmesinde bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Benzer şekilde, hidrolik boyutlandırma aşamasında da iç koç kursu, dış koç kursu ve koç tabla tonajları parça işleme kuvvetlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenlerle, üç etkili preslerin boyutlandırılması kritik olup, önceden bazı genel ölçütlerin tanımlanması gerekir.

Otomotiv ana sanayinde kalıp tasarımları standart hale getirilmiş olup, pres özellikleri de bu kalıplara göre standart hale getirilmiştir. Bu yöntemle kalıplara göre presler; küçük parça presleri, orta büyüklükte parça presleri ve büyük parça presleri şeklinde 3 gruba ayrılır. Üç etkili presler büyük parçalar için uygundur. Bunların boyutlandırılmasında göz önünde bulundurulması gerekli en önemli parametreler ise tabla ölçüleri, pres tonajı ve silindir hareket mesafesidir (kursudur).

Bir preste alt tabla ölçüleri presin en ve genişlik boyutlarını



Şekil 1. Üç Etkili Hidrolik Pres ve Tanımları [3]

doğrudan belirler. Üç etkili preste bu ölçülere ilaveten, iç koç tablanın ölçüleri de presin ölçülerine etki eden bir parametredir. Ayrıca iç koç ve dış koçun sağlaması gereken kuvvet (tonaj), silindir boyutlarını da belirler. Bu nedenle, presin mekanik boyutlandırılmasına paralel olarak hidrolik boyutlandırılmasının da yapılması gerekir.

Üç etkili preste parçanın şekillendirilmesi için gerekli en yüksek kuvveti sağlayan kısım, iç koç tablası olup, aynı zamanda kalıbın erkek çelik grubunu da taşımaktadır. Pot çemberini taşıyan dış koç tabla ise işlenecek parçayı tutmak ve germek için gerekli kuvveti sağlar. Yastık tabla kuvveti iç koç tabla ile dış koç tablanın beraber çalıştığı durumlarda gereklidir. Buna göre yastık tabla, iç koç ve dış koç kuvvetlerinin toplamı kadar çekme kuvvetine karşılık gelen pot çemberi tutma kuvvetine sahip olması gerekir.

Üç etkili preslerde pres yüksekliğini iç koç, dış koç ve yastık tabla silindir hareket miktarı (kurs) olmak üzere toplam 3 adet silindir, hareket mesafesini belirler. Üzerine erkek çelik grubunun bağlandığı iç koç hareket miktarı diğer silindirlerin hareket mesafesinden daha büyük olur. Bu durumda, erkek çeliğin prese bağlanabilmesi için fazladan bir hareket mesafesi gerekir. Buna karşılık, çalışma sırasında, çekme derinliğine bağlı olarak dış koç tabla iç koç tabladan daha fazla hareket mesafesine sahiptir.

2.3 Üç Etkili Preslerde Çalışma Eğrisi ve İş Çevrim Zamanı

Hidrolik tasarımda en önemli iki parametre, presleme kuvveti

ve çalışma hızıdır. Presleme kuvveti, hidrolik güç kaynağının sağladığı basıncın fonksiyonu; çalışma hızı da debinin fonksiyonudur. Gerekli pres kuvveti ve çalışma basıncına göre presleme kuvvetini sağlayan hidrolik silindirin boyutlandırılması yapılır. Sistem için gerekli debi ve güç değerlerini ise sistemin iş çevrim zamanı belirler.

Genel olarak, bir derin çekme presinde iş çevrim zamanı, serbest düşme zamanı, presleme veya parça işlem zamanı ve geri dönüş zamanından oluşur. Şekil 2’de, presin bir iş çevrimine karşılık gelen zaman-hareket değişim grafiği verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, çeşitli noktalar arasındaki değişimin eğimi o bölgedeki piston hareket hızını vermektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi, pres, en yüksek hızlara serbest düşme ve geri dönüş aşamalarında ulaşmaktadır. Presleme işlemi ile birlikte hız, düşmekte ve belli bir presleme (ütüleme) işlemi sırasında da sifıra yakın olmaktadır. Silindir hızı debi ile orantılı olduğundan, bu hızlar debiye bağlı olarak değiştirilebilir.

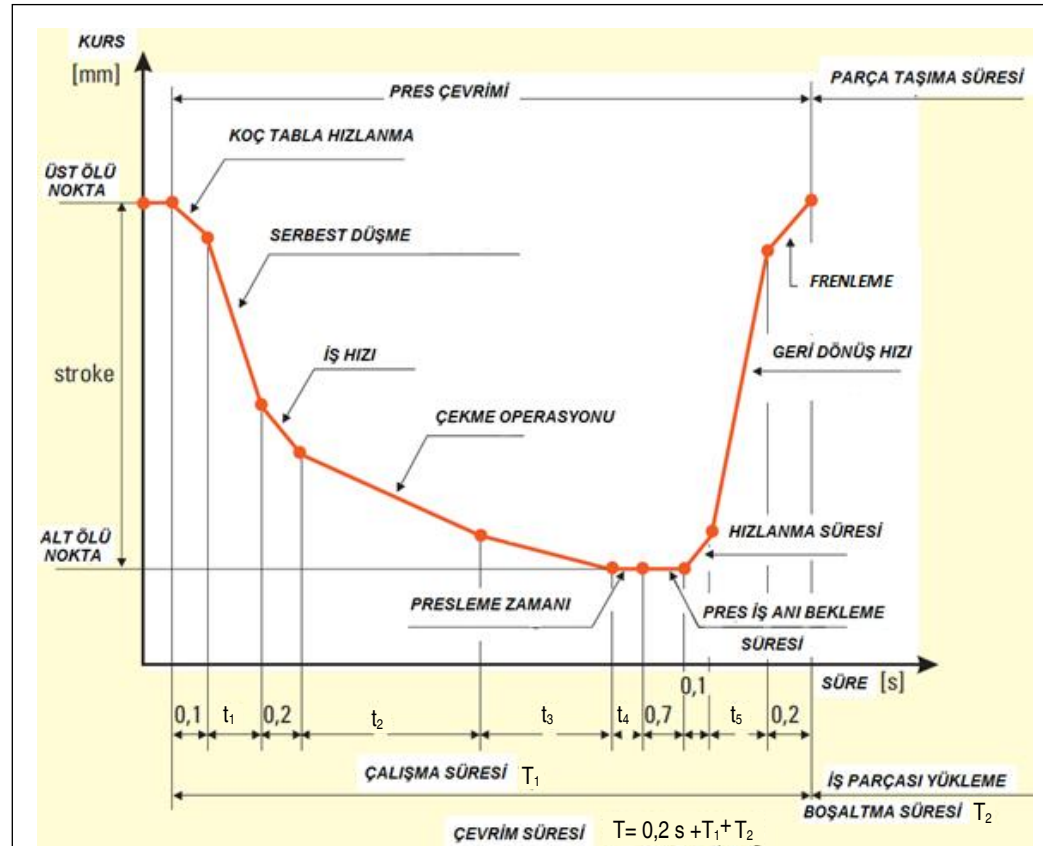
Preslerde bir tek parçanın üretimi için gerekli iş çevrim süresi üretim hızını belirler. Pratikte iş çevrim süresi presin dakikada vuruş sayısına bağlı olarak tanımlanır. Bu çalışmada ele alınan üç etkili preste, dakikada vuruş sayısı, dolayısıyla bir çevrim süresinde üretilecek parça sayısı 15 adet olarak belir-

lenmiş olup, buna göre bir iş çevrim süresi 4 sn. olmaktadır. Bu süreye parça yükleme ve boşaltma zamanı da dahil olup, 1 sn parça yükleme ve 1 sn. de parça boşaltma zamanı olarak alındığında, presin parça işleme zamanı için 2 sn. kalır. Böyle bir durumda, presleme işlemini gerçekleştiren koç tablanın iniş zamanı 1 sn. ise geri dönüş zamanı da 1 sn. olacaktır.

2.4 Üç Etkili Presin Hidrolik Devre Elemanlarının Tasarımı

2.4.1 Silindir Hesabı

Hidrolik tasarım kısmında yapılan ilk hesaplama, sistemde kullanılacak silindirlerin çalışma basıncına bağlı ölçülerinin bulunmasına yöneliktir. Bunun için belirlenmesi gereken ilk parametre çalışma basıncı değeridir. Sistem, üç etkili olarak çalışacağı için hesaplamalarda üç farklı çalışma basıncına göre yapılacaktır. Hesaplamalar önce iç koç silindirleri, sonrasında dış koç silindirleri ve son olarak da yastık tabla silindirlerine göre gerçekleştirilir. Silindir boyutları (çapları) öngörülen çalışma basıncı ve sağlaması gerekli piston kuvvetine göre hesaplanır. Pres sisteminin değişik gruplarında gerekli basınç, sağlaması gereken basma kuvvetleri (tonaj) ve silindir sayısı Tablo 1’de toplu olarak verilmiştir.



Şekil 2. Hidrolik Presin Çalışma Eğrisi ve Zamana Bağlı Değişkenler [3]

Tablo 1. Pres Basınç ve Kuvvet Değerleri

AÇIKLAMA	ÇALIŞMA BASINCI (Bar)	ÜRETİLECEK KUVVET (Ton)	SİLİNDİR SAYISI
İÇ KOÇ GRUBU	320	800	2
DIŞ KOÇ GRUBU	300	400	4
YASTIK TABLA GRUBU	200	400	2
İÇ KOÇ + DIŞ KOÇ BERABER ÇALIŞMA	310	1200	6

Tablo 2. Pres Basınç ve Kuvvet Değerleri

Açıklama	Kesit Alanı $A_1 = \pi D^2/4$ (m ²)	Piston Çubuğu Tarafı Kesit Alanı A_2 (m ²)	Piston Çubuğu Kesit Alanı $A = A_1 - A_2 = \pi d^2/4$ (m ²)	Piston Çapı D (mm) (Yuvarlatılmış)	Piston Çubuğu Çapı d (mm) (Yuvarlatılmış)	Silindir Boyu (mm)
İç Koç Grubu	0,1256	0,0240	0,102	400	360	1865
Dış Koç Grubu	0,0346	0,0092	0,025	210	180	1670
Yastık Tabla Grubu	0,1018	0,0260	0,076	360	310	825

Tablo 1’de verilen değerlere göre, çeşitli silindir grupları için gerekli silindir kesit alanı ve yuvarlatılmış, uygun standart silindir çapları, basınç kuvveti ve silindir çubuğu çapları $F=PA$ formülüne göre her bir silindir için hesaplanarak Tablo 2’de toplu halde gösterilmiştir. Burada, silindir çubuğu çapı hesabı, iç koç ve dış koçun aşağı yönde hareketindeki ağırlık kuvvetini (iç koç ve dış koç ağırlığı, piston ağırlığı vb.) tutmak için sağlaması gerekli kuvvete ve tutma basıncına göre yapılmıştır.

2.4.2 Debi Hesabı

Gerekli kuvveti sağlayacak silindir boyutları belirlendikten sonra, gerekli çalışma hızlarını sağlayacak debi hesabı yapılır. Pratik açıdan pistonların çalışma hızı, presin dakikadaki vuruş sayısına, yani dakikada işlemesi gerektiği parça sayısına göre belirlenir. Normal hızlı, standart preslerde dakikadaki vuruş sayısı 4-6 adettir. Bu çalışmada ele alınan yüksek hızlı preste dakikada vuruş sayısı 15 adet olarak belirlenmiştir. Bu da presin bir iş çevrimini 4 saniyede tamamlaması anlamına gelmektedir. Bu sürenin 1 saniyesi koç tablanın serbest düşme hareketini, 2 saniyesi koç tablanın presleme hareketini ve 1 saniyesi de koç tablanın geri dönüş hareketi için uygun bulunmuştur. Buna göre, koç tablanın toplam kursu 900 mm olup, bunun 750 mm’si serbest düşme hareketidir. Bu durumda, serbest düşme hızı 750 mm/s olmaktadır. Buna göre, koç tablanın geri dönüş hızı 900 mm/s olacaktır. Presleme hızı ise işin durumuna göre ortalama 150 mm/s olarak belirlenmiştir.

Yukarıda verilen hız tanımlarına göre debi değeri, koç tablanın serbest düşme aşamasında (en yüksek piston kesit alanında) maksimum değerde olup, presin parça işleme aşamasında sifıra doğru yaklaşmaktadır. Bu durum Şekil 2’de verilen presin çalışma eğrisinden de görülebilir. Parça işleme aşamasında, maksimum basınç altında pres, maksimum kuvvet uygulamakta olup, mevcut güç koşulları altında piston hızı minimum değere düşer. Parça işleme aşaması tapalandıktan sonra, koç tabla yukarı yönde hareketindeki gerekli hızı sağlaması için piston çubuğu tarafındaki kesit alanı ile orantılı bir debi gerekir.

Presin belli bir hızda çalışması, gerekli debi iç koç ve dış koç serbest düşme hızı ile geri dönüş hızlarına ve parça iş hızına göre hesaplanır. Serbest düşme debi değeri dışındaki debi değerlerinden bulunan maksimum değer, pres için gerekli pompa ve motor gücü hesabına esas teşkil eder. Serbest düşme hareketi, pompa kullanmaksızın presin üzerinde yer alan ön dolun tankından doğrudan temin edildiği için pompa ve motor gücüne etkisi yoktur. Serbest düşme debisinin değeri ön dolun valfinin seçimine esas teşkil eder. Ön dolun valfleri yüksek debi kapasitesinde aç-kapa tipi çalışan valflerdir. Bu valfler, özellikle hızlı çalışan silindirlerde silindir arkasında çalışarak, serbest düşme hareketi aşamasında silindirler için gerekli debiyi pompa debisini gerektirmeden sağlar. Presin değişik kısımlarına ait gerekli debi değerleri Tablo 3’te toplu halde verilmiştir. Serbest düşme hareketi dışındaki aşamalarda gerekli debinin pompa yoluyla sağlanması

Tablo 3. Pres İçin Gerekli Debi Değerleri

Açıklama	Serbest Düşme Debisi (lt/dk)	Geri Dönüş Debisi (lt/dk)	Presleme veya İş Hızı Debisi –Toplam (lt/dk)
İç Koç Grubu	5652	2*1080=2160	2*1130,5=2261
Dış Koç Grubu	1557	4*414=1656	4*311,5=1246
İç Koç+Dış Koç Beraber Çalışma	-	3816	3507

gerekir. Tablo 3'ten görüldüğü gibi, en fazla debi ihtiyacının pistonların geri dönüşü aşamasında ortaya çıkmakta olup, bu aşamada toplam 3816 lt/dk pompa debisi gerekmektedir.

Bu tür preslerin normal çalışma şekli, serbest düşme hareketinde silindirlere için gerekli akışkanın ön dolmuş valfi üzerinde, presin üstünde yer alan depodan doğrudan sağlanması şeklindedir. Bununla beraber, eğer bu aşamada da pompa kullanılması halinde, yapılan hesaplamalarla 17532 lt/dk debi sağlayacak bir pompa grubuna ihtiyaç olacağı ortaya çıkmaktadır. Bu da mevcut durumun yaklaşık 4,6 katı debi gereksinimi demektir. Aynı oranda da güç gereksinimi anlamına gelir. Kuruluş maliyeti açısından ise ön doldurmalı bir sisteme göre 15 katı daha pahalı olacağı kestirilebilmektedir.

2.4.3 Pompa ve Motor Gücü Hesabı

Preste kullanılacak pompalar için gerekli geometrik debi hesabında motor devri ve presin bir iş çevrimi içinde gerekli maksimum debi değeri esas alınır. Motor devrinin ön hesaplamalara bağlı olarak çeşitli kataloglardan $n=970$ dev/dk olarak seçilmesi uygun bulunmuştur. Sistemin bir iş çevriminde

ortaya çıkan maksimum debi talebi 3816 lt/dk olduğuna göre, pompa geometrik debisi $D_p=Q/n=3816/970=3,934$ lt/dev. veya 3934 cm³/dev. olarak hesaplanır. Pompa seçimine esas teşkil etmek üzere, buna en yakın standart değer 4000 cm³/dk seçilmiştir. Böyle bir debi değerini sağlayacak tek bir standart pompa bulunmadığı gibi, bu büyüklükte bir pres için tek bir pompa kullanılması da uygun değildir. Bunun için 1000 cm³/dev. geometrik debiye sahip, 4 adet eksenel pistonlu, değişken debili pompa seçilmiştir.

Pompaların çalıştırılmasını sağlayan elektrik motoru ve elektrik gücü hesabı, $W=Q.P/\eta$ formülünde sistem için gerekli maksimum debi ve basınç değerleri yanında, verim değeri de %85 seçilerek yapılmış ve 2.34 MW bir güç gereksinimi ortaya çıktığı görülmüştür. Presin bir çevrimindeki verimini hesaplamak için 4 saniyelik iş çevriminde ortaya çıkan güç ve dağılımı hesaplanmış ve Şekil 3'te olduğu gibi gösterilmiştir. Buradan bir iş çevriminde yapılan iş (veya sistemden çekilen enerji), yaklaşık olarak $3,33.10^6$ J ve sisteme sağlanan enerji ise $9,6.10^6$ J hesaplanmıştır. Buna göre iş çevrimi verimi, $\eta=3,33.10^6/9,6.10^6=0,35$ ve %35 olarak hesaplanmıştır. Bu

verim, basınç ayarlı değişken debili kullanan hidrolik devreler için uygun ve makul bir değerdir. Sabit debili pompa kullanımı halinde, çevrim verimi ortalama %20 civarındadır.

Hidrolik hesaplamalar kısmının son etabında, sistemin hidrolik devre şeması ve kullanılan ekipmanların listelendiği bir malzeme listesi oluşturulur. Oluşturulan devre şemasına bağlı olarak, presin hidrolik donanımında kullanılan ana elemanların mekanik tasarım üzerine montajı yapılır ve prese ait hidrolik ve mekanik tasarım faaliyetleri tamamlanır.

3. SONUÇ

Yapılan analiz çalışmaları sonucunda, hızlı tip bir hidrolik presin, ilk yatırım maliyeti ve enerji tüketimi açısından dezavantajlı; ancak üretim kapasitesi olarak avantajlı olduğu görülmüştür. Bu kısımda, bu verilere bağlı olarak her iki presin ilk yatırım maliyetini amorti edeceği sürelerle göre değerlendirme yapılacak ve sonuçlar elde edilecektir.

Yavaş tip hidrolik presin, pres başına yıllık kârı 90.000 € olarak hesaplanmıştır. Bu presin ilk yatırım maliyeti ise 800.000 € olarak bulunmuştur. Bu iki parametreye bağlı olarak, yavaş tip bir hidrolik presin kendini amorti etme süresinin yaklaşık 9 yıl olacağı hesaplanabilir. Hızlı tip bir pres için aynı hesaplama yapılacak olursa, bu sürenin yaklaşık 4 yıl olacağı bulunabilir. Bu hesaplamalar sonrasında, hızlı tip bir presin çok daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, hızlı tip bir hidrolik presin yavaş tip bir hidrolik pres ile karşılaştırıldığında, ilk yatırım maliyeti farkını 1 yılda çıkaracağını ve hızlı tip presin ilk yatırım maliyetini yavaş tipe oranla 5 yıl önce karşılayacağını söylemek mümkündür.

Hat yatırım olarak incelendiğinde ise bu preslerden sonra çalışacak mekanik preslerin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu hidrolik preslerin arkasında çalışacak preslerin 800 ton kapasiteli ve $16-20$ vuruş aralığında çalışan presler olduğunu kabul edersek ve bu preslerin her birinin birim maliyetini $1.000.000$ € olarak referans aldığımız bir durum için, yavaş tip hat maliyeti $3.800.000$ €, hızlı tip için ise $4.000.000$ € olarak hesaplanabilir. Bu hat yatırım maliyetlerini yıllık toplam parça kâr değerleri ile karşılaştırdığımızda, yavaş tip hattın kendini 10 yıllık bir sürede amorti edeceği, hızlı tip hattın ise

kendini 4 yıldan daha az bir sürede amorti edeceği sonucuna varabiliriz.

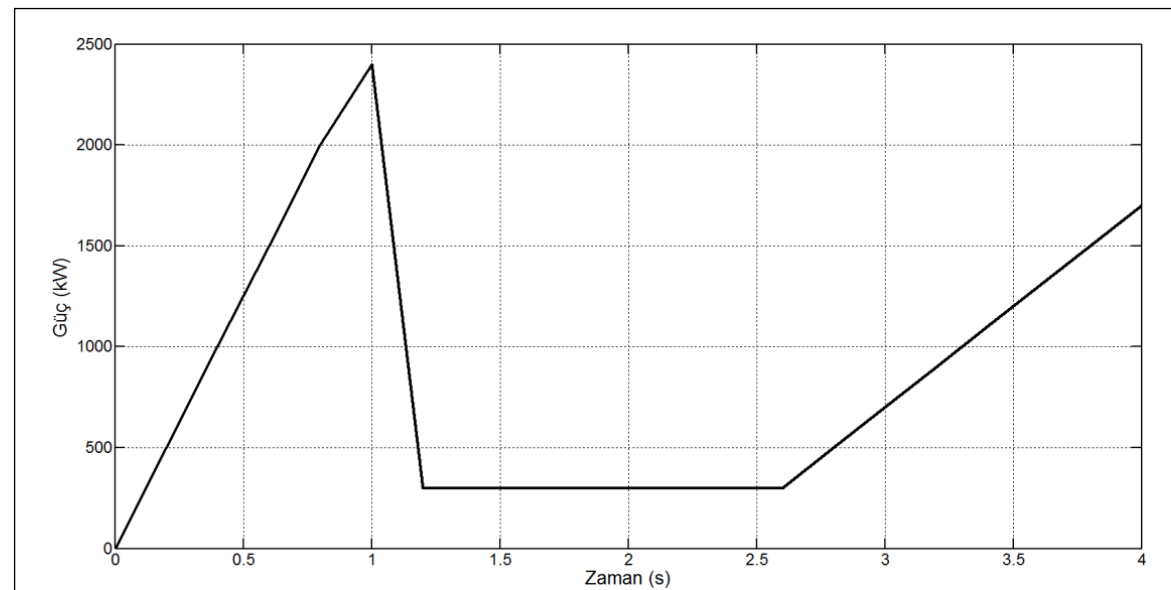
Hat başı üç etkili hızlı tip bir hidrolik pres için yapılan tasarım ve analiz uygulamaları sonucunda, hızlı tip hidrolik pres, halihazırda kullanılan preslerden üretim ve maliyet açısından çok daha verimli bir uygulama olduğu görülmektedir.

SİMGELER/KISALTMALAR

F	=	Kuvvet (ton)
P	=	Basınç (bar)
A_1	=	Piston kesit alanı (m ²)
A_2	=	Piston çubuğu tarafı kesit alanı (m ²)
A	=	Piston çubuğu kesit alanı (m ²)
D	=	Piston çapı (mm)
d	=	Piston çubuğu çapı (mm)
Q	=	Debi (lt/dk)
n	=	Devir sayısı (dev/dk)
D_p	=	Geometrik debi (lt/dev)
η	=	İş çevrimi verimi

KAYNAKÇA

1. Çelikayar, G. 2005. "Pompa Kontrol Sistemlerinin Pres Teknolojisine Sağladığı Avantajlar," 4. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 8-14 Ekim 2005. İzmir, s.13-29.
2. Sipahioğlu, C. 2001. "Sıvama Preslerinde Hidrolik Uygulamaları," 2. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 10-15 Ekim 2001, İzmir, s. 89-104.
3. Köşeler, S. 2014. "Üç Etkili, Yüksek Hızlı Bir Hidrolik Presin Tasarımı ve Analizi," Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
4. Akova, H. U., Çalışkan, H., Balkan, T., Platin, B. 2013. "Elektrohidrolik Abkant Pres Tasarımı- I: Modelleme ve Benzetim," TOK 2013, 26-28 Eylül 2013, Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi Ulusal Toplantısı, Malatya, s.745-750.



Şekil 3. Hidrolik Presten Zamana Bağlı Güç Dağılımı