

Transfer Pres Kalıpları İçin İnovatif Taşıyıcı Kol Simülatorü Geliştirilmesi

Ali Baki ^{*1}

Korhan Yetim ²

Gürsel Uzunoglu ³

Onur Özden ⁴

Murat Aydoğan ⁵

ÖZ

Otomotiv sektöründeki artan rekabet ile birlikte, otomotiv üreticileri transfer pres teknolojilerine yatırım yapmakta, inovatif çözümler ile verimliliklerini ve yeteneklerini arttırmak istemektedirler.

Bu çalışmada, AR-GE merkezi mühendislerince gerçekleştirilen bir proje ile transfer kalıplarının prese konumlandırılmadan önce besleme ünitesinin ayarlarının yapılabileceği bir simülator geliştirilmiştir. Bu sayede preste oluşan kayıp zamanlar önlenmiş, besleme ünitesi ve kalıplar arasında meydana gelebilecek girişim problemleri çok daha erken tespit edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Transfer pres, transfer taşıyıcı kol, transfer kalıp

Developing Innovative Feeder Bar Simulator for Transfer Press Dies

ABSTRACT

Automotive manufacturers invest to transfer press technology to increase the productivity and capability with innovative solutions and increasing competition in automotive sector.

In this study, a project has been developed for a simulator by which settings of the feed unit can be checked before the transfer dies set to press. In this way, lost time in press line is avoided. Also, interference problems that may occur between the feeding unit and the dies can be detected earlier.

Keywords: Transfer press, transfer unit, transfer die

* İletişim Yazarı

Geliş/Received : 16.11.2017

Kabul/Accepted : 03.04.2018

¹ Uzman, Makina Mühendisi, TOYOTETSU Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A. Ş., Kocaeli - bakia@toyotetsu.com.tr

² Müdür Yardımcısı, Makina Mühendisi, TOYOTETSU Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A. Ş., Kocaeli - yetimk@toyotetsu.com.tr

³ Genel Müdür Yardımcısı, Makina Mühendisi, TOYOTETSU Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A. Ş., Kocaeli - uzunoglu@toyotetsu.com.tr

⁴ Kıdemli Müdür, Makina Mühendisi, TOYOTETSU Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A. Ş., Kocaeli - ozdeno@toyotetsu.com.tr

⁵ Müdür, Makina Mühendisi, TOYOTETSU Otomotiv Parçaları San. ve Tic. A. Ş., Kocaeli - aydoganm@toyotetsu.com.tr



1. GİRİŞ

Transfer pres kalıpları, birçok prosesi ortaklaştırıcı plakalar yardımıyla bir arada bulduran, bir taşıyıcı kol mekanizması yardımıyla yüksek pres hızlarında üretim yapabilen kompleks yapılardır. Transfer preslerde parça, ilk procesten son prosese kadar taşıyıcı kol mekanizmaları yardımıyla transfer edilmektedir.

Bu alanda yapılan araştırma ve geliştirme projesi sayesinde transfer kalıp üreticilerinin geliştirdikleri transfer kalıpları denemek için yüksek bütçe gerektiren transfer preslere ihtiyacı önlemek amacıyla transfer pres taşıyıcı kol hareketlerini simüle eden ekipman gereksinimi duyulmaktadır. Aynı zamanda transfer kalıp üreticilerinin transfer kalıp denemelerin transfer preslerde yapılarak prosesi aksamaması meydana gelmekte böylece firmaların zaman ve maliyet kaybı oluşmaktadır.

Türkiye transfer kalıplılık alanında gelişme gösteren ülkeler arasında yer almaktadır. Ne yazık ki bu konuda yeterli tecrübe ve ekipmanımız olmadığından pazardan yeterli pay alamamaktayız. (World of Tooling 2015, WBA)* WBA'nın araştırmasına göre, Türkiye'nin Tablo-1'de görüldüğü gibi kat etmesi gereken çok yol bulunmaktadır. Türkiye'nin transfer kalıplılık anlamında gelişmesi açısından simülâtör ekipmanı önem kazanmaktadır.



Şekil 1. Transfer Pres ve Kalıbı

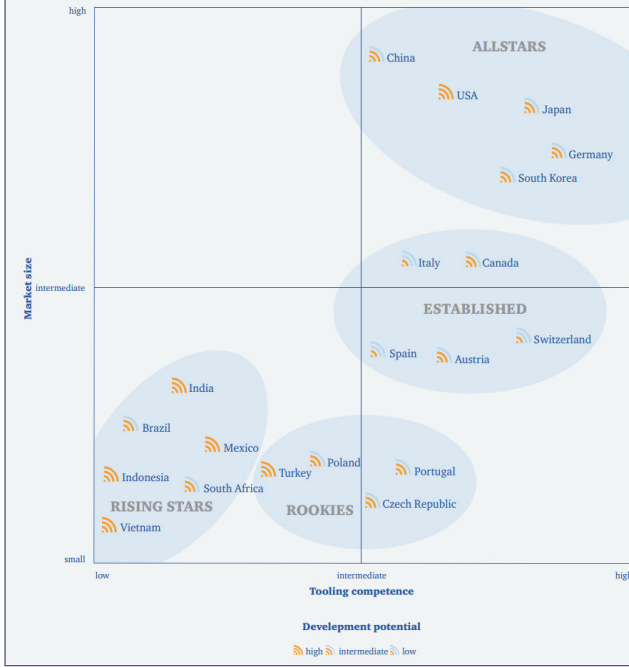
1.1 Transfer Pres ve Kalıpların Analizi

Firma bünyesinde üretilen ve gelecekte üretilmesi planlanan kalıpların ölçüleri dikkate alınarak, olabildiğince fazla çeşit transfer pres kalıbının simülasyon prosesine olanak veren bir simülâtörün geliştirilmesi için uygun taşıyıcı kol hareketleri belirlenmiştir. Bu çalışma ile ulaşılmak istenen nokta, transfer preslerde bulunan taşıyıcı

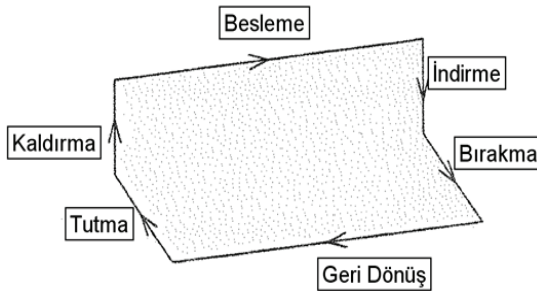
*The WBA Tooling Academy Academy Aachen is the leading partner of the tool and die industry in the business areas of industry consulting, further education and research. (World of Tooling 2015, WBA) [1]



Tablo 1. Kalıp İmalat Yeterliliği



Transfer Bar Hareketi

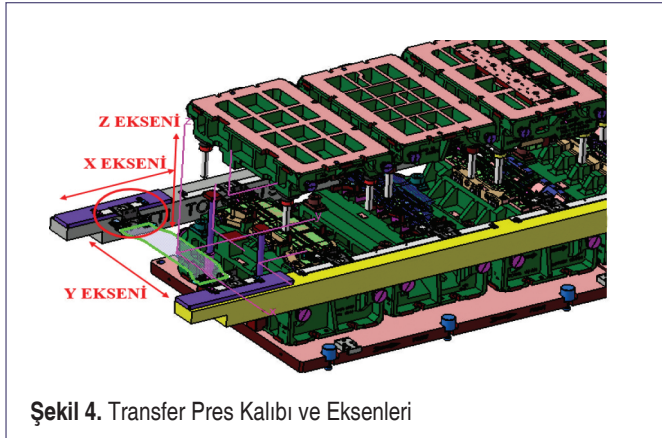
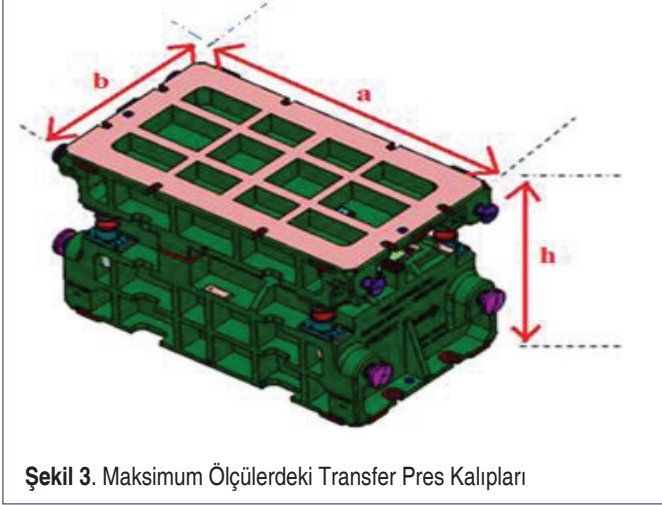


Şekil 2. Transfer Pres Taşıyıcı Kol Hareketleri

kolların, kalıplara özel olan ‘tutma’, ‘kaldırma’, ‘besleme’ hareketlerinin maksimum ve minimum konumlarının tespit edilmesidir. Farklı kalıplara uygun taşıyıcı kol hareketlerinin simüle edilebilmesiyle birçok kalıbın ilk denemeleri aynı simülatörde gerçekleştirilebilecektir.



Yapılan analiz çalışmaları sonucunda, firmanın kalıp fabrikasında üretilen, dolayısıyla geliştirilen simülörde simüle edilme ihtiyacı duyulan en büyük kalıp ölçüsüne göre geliştirilme gereksinimi olduğu tespit edilmiştir.

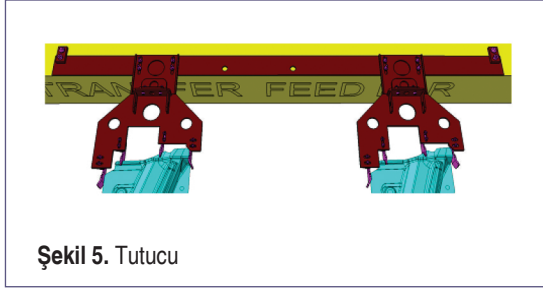


Transfer preslerde yer alan eksenler boyunca ilgili iş parçaları proseslerinin tamamlanması için taşıyıcı kol hareketleri gerçekleştirilmektedir. İlgili otomotiv parçasının X eksenı boyunca ‘besleme’ ve ‘geri dönüş’ hareketleri, Y eksenı boyunca ‘tutma’ ve ‘bırakma’ hareketleri, Z eksenı boyunca ‘kaldırma’ ve ‘indirme’ hareketleri gerçekleştirilerek prosesler tamamlanmaktadır.

Maksimum kalıp boyutlarına göre simülör taşıyıcı kollarının, ‘besleme’, ‘tutma’, ‘kaldırma’ yönleri için maksimum hareket kapasitesi sırasıyla 1000, 1095, 150 mm’dir.



Transfer pres kalıpları, orta ve yüksek büyüklükteki, derin çekme, form verme, delme-kesme gibi operasyonlar gerektiren otomotiv parçalarını seri üretim ile üretmek için kullanılır. [2] Transfer pres kalıplarında iş parçasının proses süreçlerinin tamamlanmasına yardımcı kalıp elemanı ise tutucu olarak isimlendirilmektedir. Parça yapısına göre konumları ayarlanmaktadır.



1.2 Ekipman Konstrüksiyon ve Güç Ünitelerinin Analizi

Proje sürecinde geliştirilecek ekipmanın maruz kalacağı yükler farklı eksenler boyunca tespit edilmiştir. Parçaların prosesler arası taşınması için gereken ‘besleme’ ve ‘geri dönüş’ hareketlerini gerçekleştirecek taşıyıcı kolların her birinin ikişer adet ‘tutucu’yu taşınması gerekmektedir.

Taşıyıcı kolların kapasitesinin sadece 3 parçanın aynı anda taşınmasına izin verdiği düşünülürse, kolların her birine, tutuculara ek olarak parça ağırlığıda etki edecektir. Diğer eksenlere oranla daha uzun olan x eksenini doğrultusundaki taşıyıcı kolların sehim yapma ihtimalinin daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Etki Eden Yükler (x eksenini)

Taşıyıcı Kollara Etki Eden Yükler (x ekseninde) (Kolun Yapısı Gereği Kaynaklanan Yükler Hariç)			
	Birim Ağırlık	Adet	Etki Eden Yük (Tek Kol)
Tutucular	15 kg	4	30 kg
Otomotiv Parçası	13 kg	3	19,5 kg
	Toplam		~50 kg

Bir sonraki adımda, ‘tutma’ ve ‘bırakma’ proseslerinin gerçekleştirildiği y eksenini doğrultusundaki kollara etki eden toplam yüklerin analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadaki kritik nokta, ‘x ve y eksenini’ üzerinde bulunan toplam 4 taşıyıcı kolun, tutucuların, denemesi yapılan otomotiv parçalarının ve elektronik/mekanik parçaların toplam ağırlıklarının, sistemi z eksenini doğrultusunda tahrik etmesi gereken ekipman kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla hesaplanmasıdır.

**Tablo 3.** Etki Eden Yükler (y eksen)

Tahrik Edilmesi (Kaldırılması) Gereken Toplam Yük (z ekseninde) (Pnömatik Silindirlere Kapasite Hesabı)		
Taşıyıcı Kollara Etkiyen Yükler (x eksenindeki)	Tutucular Otomotiv Parçası	100 kg
Taşıyıcı Kolların Ağırlığı (x eksenindeki)	Al Profil Lama Ray Sis. Servo Motor	260 kg
Taşıyıcı Kolların Ağırlığı (y eksenindeki)	Al Profil Ray Sistemleri Servo Motor	140 kg
	Toplam	500 kg

Taşıyıcı kolların ana iskeleti için kullanılacak kirişlerin, ağırlık avantajı sağlayacağı düşünülen alüminyum malzemeden imal edilmesi planlanmıştır. Böylece ekipmanın daha hafif olması olanaklı kılınmıştır. Ek olarak yüksek hassasiyet gerektirmeyen ‘z eksen’ hareketlerinin pnömatik silindirlere sağlanması, sistem maliyetini aşağı çekilmesini sağlamıştır.

Tablo 4. Simülâtör Taşıyıcı Kol Simülâtörü Tahrik Elemanları

Taşıyıcı Kol Simülâtörü Tahrik Ekipmanları
Tek Eksen Servo Modül
Slider Tip Robocylinder
6 Eksen Programlanabilir Kontrol Ünitesi
Motor Enkoder Kablosu
Otomasyon Panosu-Dokunmatik Ekran

Tablo 5. Simülâtör Pnömatik Silindir Sistemi

Pnömatik Silindir Sistemi	
Ürün	Özellikler
Merkez Valf	Silindirlere hava dağıtımı için gereklidir.
Dirsek Rakor	8 ve 12 mm ölçülerinde her silindir için 3 adet gereklidir
Susturucu	-
Valf	Sisteme giren hava için ana açma kapama valfi gereklidir.
Regülâtör	Manometreli filtre regülâtörü sistem temizliği için gereklidir.
Poliüretan Hortum	Tüm sistem elemanlarına havanın dağıtımı için gereklidir.



2. TASARIM

2.1 Kalıp Standartları Araştırma Çalışmaları

Firma Türkiye AR-GE merkezi bünyesinde yapılan kalıp tasarımları ‘Toyotetsu Kalıp ve Pres Standartları’ referans alınarak yapılmaktadır. Tasarımı yapılacak simülatör ekipmanı ‘Toyotetsu Kalıp ve Pres Standartları’ incelenerek simülatör tasarımı için altyapı oluşturulmuştur.

Tasarım çalışmaları süresince, transfer pres taşıyıcı kollarına oldukça benzer tasarımlar elde edilmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda simülatör ekipmanı tasarlanırken ‘Toyotetsu Kalıp ve Pres Standartları’ dikkate alınarak uyulması gereken kural ve ölçüler incelenerek aşağıda listelenmiştir. [3], [4]

- ‘Toyotetsu Kalıp ve Pres Standartları’ kaynak alınmış, geliştirilecek simülatör ekipmanında yer alan birleştirici plakanın maksimum genişliğinin 2300 mm olması gerekliliği tasarıma yön vermiştir.
- Simülatör ekipmanında yer alan birleştirici plakayı taşıyan kancaların maksimum uzunluk ve yükseklikleri sırasıyla 185 ve 50 mm olmalıdır.

2.2 Simülatör Taşıyıcı Kolların ve Diğer Parçaların Tasarımı

2.2.1 Simülatör Konstrüksiyonu

Simülatör ekipmanı birleştirici plaka üzerinde yer alacak şekilde tasarlanmaya başlanmıştır. Birleştirici plaka malzemesi yaklaşık 8 ton olması sebebiyle, malzeme maliyet açısından önem taşımaktadır. Bu yüzden kullanılacak malzemenin birim fiyatının ucuz olması simülatör ekipman maliyetini oldukça azaltacaktır. Sonuç olarak birleştirici plakada birim maliyeti oldukça düşük olan St37 malzeme kullanılması kararlaştırılmıştır.

Ekipmanın yatay ve düşey hareketleri tutma, bırakma, besleme ve geri dönüş hareketleri için gerekli taşıyıcı kollarda alüminyum malzeme kullanılarak ağırlık azaltımı gerçekleştirilmiştir.

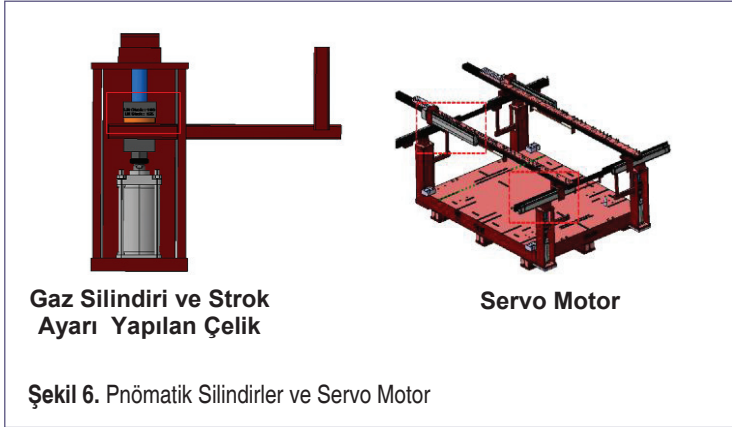
2.2.2 Tahrik Mekanizmaları

Tutucuların olduğu x ekseninde hareket eden taşıyıcı kolları ve onları taşıyan, y eksenini boyunca uzanan diğer taşıyıcı kolları birlikte kaldırmak için pnömatik silindirler kullanılmasına karar verilmiştir. ‘kaldırma’ ve ‘indirme’ prosesleri için hassas bir kontrol mekanizması gerekmediği üzere pnömatik silindir seçeneği maliyet-etkin olması nedeniyle tercih edilmiştir. Simülatörün 4 köşesine yerleştirilen pnömatik silindirlerin senkronize bir şekilde ‘kaldırma’ ve ‘indirme’ proseslerini tamamlaması adına silindirlerin hava girişlerine ‘dengeleyici’ takılmıştır.



Geliştirilen otomasyon yazılımı, kumandadan ‘yukarı’ tuşuna basıldığında fabrika kompresörlerinden gelen basınçlı havayı açar ve silindirler, denemesi yapılan kalıbın ölçülerine göre 120 mm yada 125 mm havaya kalkarak taşıyıcı kolları yukarıda pozisyonuna getirir. Böylece taşıyıcı kolların yukarı ve aşağı pozisyonları gerçekleştirilmektedir. Denemesi yapılan kalıbın ölçülerine göre ‘kaldırma’ prosesi stroğu değiştiği için strok ayarı yapılması gerekmektedir. Silindir içerisinde çelik kullanılarak strok ayarı yapılmaktadır.

Simülatör ekipmanı, ilgili otomotiv parçasının proses süreçlerini tamamlamak için önce tutma hareketini gerçekleştirir. Simülatör ekipmanı tutma hareketini gerçekleştirdikten sonra kaldırma pozisyonuna gelir daha sonra feed hareketini gerçekleştirdikten sonra indirme hareketini gerçekleştirerek ilgili otomotiv parçasını diğer transfer kalıp prosesine aktarır. Simülatör ekipmanı bırakma ve geri dönüş yaparak otomotiv parçalarının proses süreçlerini tamamlamış olur.

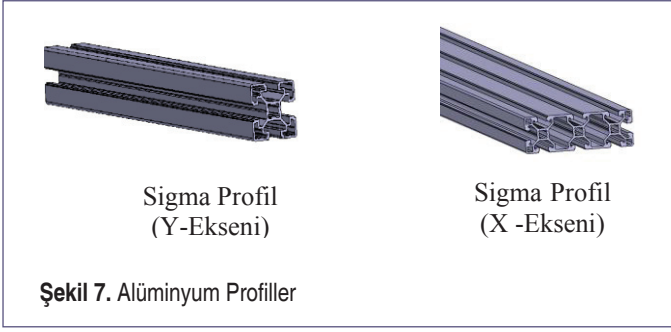


2.2.3 Taşıyıcı Kollar ve Raylar

Geliştirilen taşıyıcı kol simülatörünün ‘x ekseninde’ hareket eden taşıyıcı kolları ağırlık azaltımı sağlanması amacıyla alüminyum kutu profil kullanılarak ancak belirli noktalarda çelik plaka ve mil ilave edilerek kullanılmaktadır.

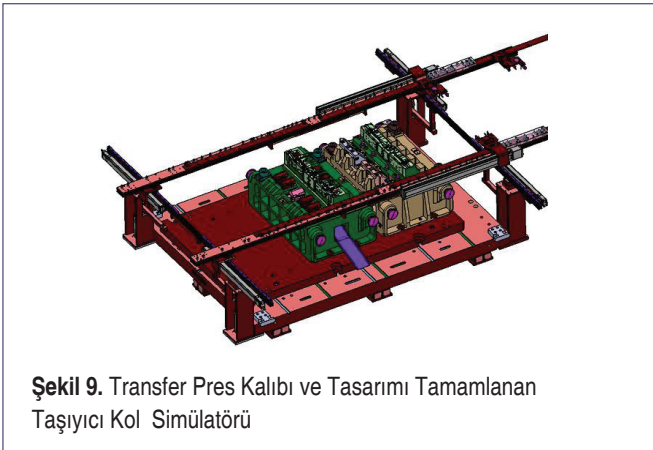
Taşıyıcı kol olarak rijit alüminyum profiller kullanılmıştır (Şekil 7).

Tutucuları ve üzerinde buldukları x ekseninde doğrultusunda hareket eden taşıyıcı kolları, hem kalıbın merkez yönünde (tutma) hem de adım (ilerleme) yönünde ilerleten 2 farklı ekseninde ray (rail) tasarımı yapılmıştır. Taşıyıcı kola sabitlenmiş ray ve rayın üzerinde kaymasını sağlayan yatak mekanizması taşıyıcı kolun istenilen yönde hareket ettirilmesine imkan vermektedir (Şekil 8).



Taşıyıcı kol simülasyonu yapılırken tutucuların ileri, geri, açılma, kapanma, yukarı ve aşağı hareketlerini gerçekleştirirken kalıplar ile herhangi bir girişimde bulunmaması ve parçaları en hassas şekilde diğer prosese aktarması öncelikle dikkate alınmıştır.

Tasarım sürecinde gerçekleştirilecek ölçüsel veya mekanik olarak meydana gelebilecek bir hatanın, ekipmana zarar vermeden önlenmesi amacıyla tasarlanan tüm parçaların montaj simülasyonu sanal olarak yapılmıştır. Montaj aşamasına gelmeden tüm ölçülerin incelemesi yapılmıştır.



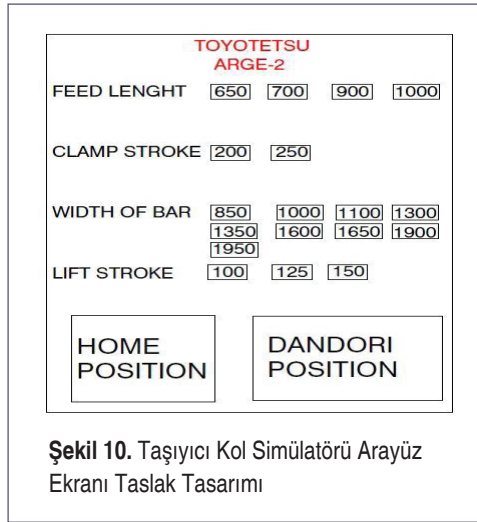


Tasarım dondurma sürecine geçilmeden önce yapılan çalışmalar ile birlikte geliştirilen tasarım şekildeki gibi gözükmetedir (Şekil 9).

2.3 Sistemin Otomasyon Projesinin Hazırlanması

Simülâtörün taşıyıcı kollarını deneme yapılacak transfer pres kalıbına uygun olacak pozisyonda konumlandırmak, arzu edilen doğrultuda hareket komutu verebilmek ve tüm bu kontrolleri belirli güvenlik tedbirleri sağlanmış olarak yapabilmek için otomasyon projesi hazırlanmıştır. Operatör tarafından kolayca komut verilebilmesi ve simülâtörün deneme için kolayca hazırlanabilmesi adına dokunmatik ekran ile kontrol edilebilen bir arayüz hazırlanmıştır.

Toyotetsu Türkiye AR-GE Merkezi - Kocaeli Üniversitesi İşbirliği kapsamında Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Sıtkı Öztürk'ten otomasyon projesinin hazırlanması, dokunmatik ekran arayüzünün oluşturulması ve PLC program hazırlanması konusunda destek alınmıştır.



2.3.1 Sistemin Çalışması

Simülâtör sisteminin x eksenı doğrultusunda 2, y eksenı doğrultusunda ise 4 servo motor bulunmaktadır. Bu servo motorlar kendi aralarında senkronize olarak çalışmaktadır. Kaldırma ve indirme hareketlerini z eksenı doğrultusunda sağlamak için ise 4 tane pnömatisilindir bulunmaktadır. Bu aktuatörlerin kontrolü HMI panel üzerinden seçilerek aşağıdaki modlarda çalıştırılmaktadır.

- Home
- Normal



- Dandori
- Manuel
- Auto

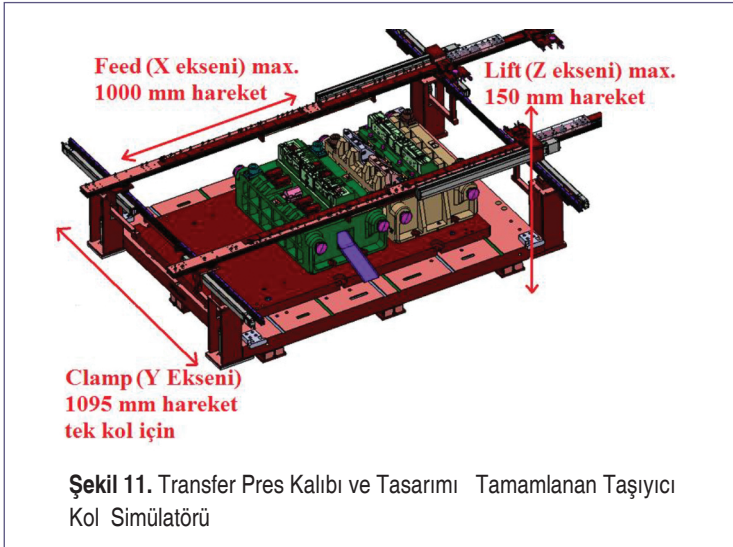
Operatörün taşıyıcı kol simülatorü ekipmanını kontrol etmek için kullandığı 5 farklı modun açıklaması aşağıda yer almaktadır.

- Home modu: Sistemin x ve y eksenlerinde referans pozisyonuna getirir.
- Normal Modu: Sistemin x ve y eksenlerinde ekrandan seçilen pozisyona göre istenen pozisyonuna getirir.
- Dandori modu: Sistemin x ve y eksenlerinde en dış pozisyona ve z ekseninde de alt pozisyonuna getirir.
- Manuel modu: Sistemin x, y ve z eksenlerinde joystick kullanarak, manuel olarak ekrandan seçilen pozisyona göre istenen pozisyonlara getirir.
- Auto modu: Sistemin x, y ve z eksenlerinde ekrandan seçilen pozisyona göre istenen pozisyonuna otomatik getirir.

2.4 Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Simülasyon ve İyileştirme Çalışmaları

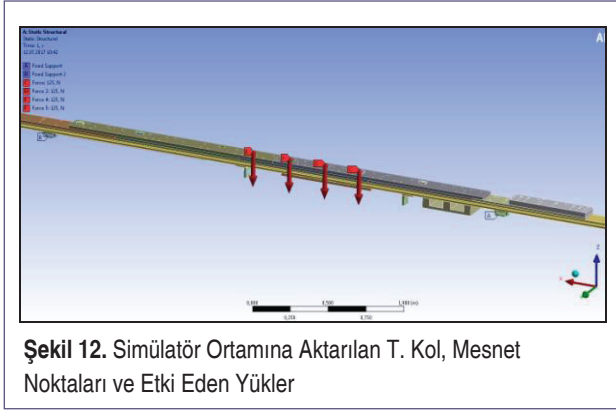
Tasarımı tamamlanan taşıyıcı kol simülatorünün yapısal dayanımını görmek, tasarımda yapılması gereken iyileştirmeler varsa tespit edebilmek ve ihtiyaç olduğu durumlarda malzeme değişikliğine gitmek adına ANSYS – Structural Analysis yazılımı ile yapısal analiz simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

ANSYS – Structural Analysis yazılımında simülatorün sehim vermesi en olası bölüm



simüle edilmiş ve yapısal dayanım tepkileri (sehim miktarı) incelenmiştir. X eksenine doğrultusunda bulunan taşıyıcı kol yapısı tamamıyla analiz ortamına aktarılarak, gerçeğe oldukça yakın bir sonuç alınması hedeflenmiştir. [5]

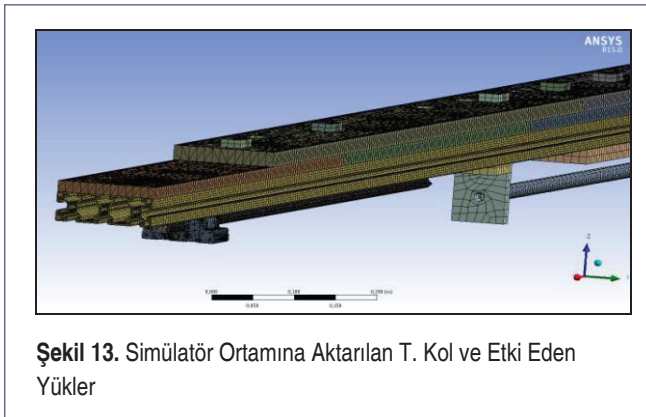
Analiz iş paketinde belirlendiği üzere X Eksenine üzerine etki eden kuvvet yaklaşık olarak 500 N'dur. En kötü senaryo düşünülerek hazırlanan analiz modeli, taşıyıcı kola etki edebilecek tüm yükleri taşıyıcı kolun iki destek noktası arasında kalan bölümüne geldiği pozisyonudur. ANSYS – Structural Analysis bölümünde bu durum analiz edilmiştir.



Yapısal analiz simülasyonu gerçekleştirilen parça oldukça düz, üniform ve uzun olması nedeniyle 1 cm'lik meshler (ağ) uygulanmıştır.

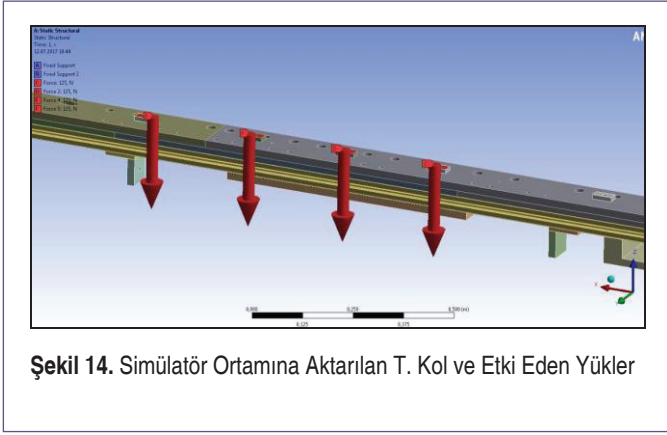
Tüm ayrıntıları ile simülasyon ortamına ayrılan taşıyıcı kol yapısı, yaklaşık 500.000 elemana (hücre) ayrılmıştır (Şekil 13).

Gerçek durumda bulunduğu ile aynı fiziki özelliklerle ANSYS ortamına aktarılan taşıyıcı kol, alüminyum profil kiriş, kirişin üzerinde bulunan çelik lamalar, alt bölümdeki



çelik mil, ve çelik raylardan oluşmaktadır. Simülasyon ortamında ayrıntılı malzeme tanıtımı gerçekleştirilmiştir.

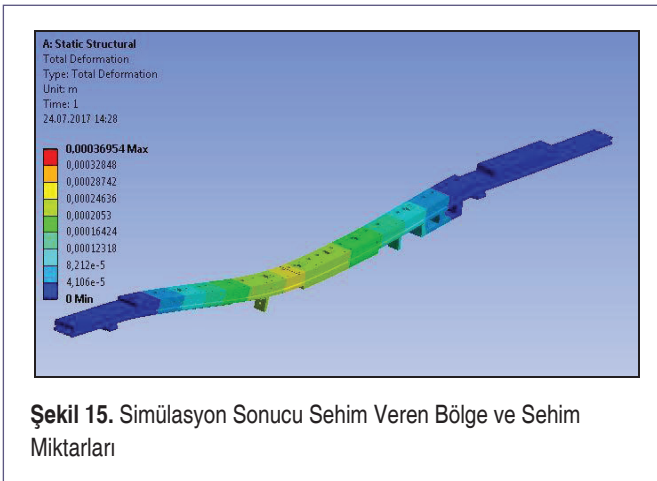
A ve B noktalarından sabitlenmiş taşıyıcı kol üzerine şekilde görüldüğü üzere, 125 N'luk 4 aynı kuvvet uygulanmıştır (Şekil 14). Bu noktaların seçilme sebebi, taşıyıcı kola kuvvet uygulayan tutucuların kola bu noktalardan monte edilmeleridir.



Şekil 14. Simülasyon Ortamına Aktarılan T. Kol ve Etki Eden Yükler

Gerçekleştirilen simülasyon çalışması sonucunda, sehimin kiriş üzerindeki en yoğun olduğu bölge ve bu sehimin hangi boyutta olduğu hakkında bilgi alınmıştır. Metre (m) biriminde ifade edilen sonuçlarda, maksimum eğilmenin 0,00036954 olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde kirişin üzerindeki en büyük sehimin ise yaklaşık 0,37 mm olduğu ve bununla herhangi bir sorun oluşturmayacağı görülmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Simülasyon Sonucu Sehimi Veren Bölge ve Sehimi Miktarları



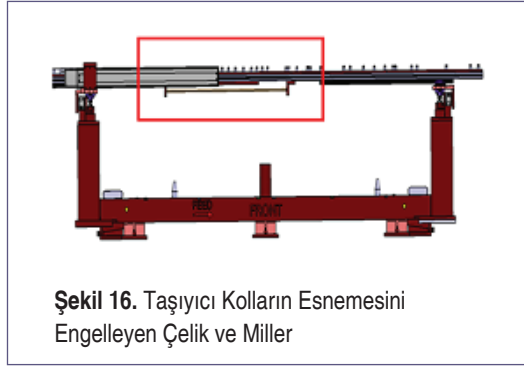
3. PROTOTİP ÜRETİMİ VE GELİŞTİRME

3.1 Prototip Üretimi

3.1.1 Taşıyıcı Kollar ve Ekipmanların Üretimi

Tasarımı tamamlanan taşıyıcı kol simülatörünün ‘X Eksen’ doğrultusunda hareket eden taşıyıcı kol yapısında, Alüminyum, Ck-45 ve paslanmaz çelik malzemeleri kullanılmıştır. Tako ve Mil, Ck-45 malzeme kullanılarak ‘Taşıyıcı Kol Lama (Bağlantı Ekipmanı)’ ise alüminyum malzeme kullanılarak imal edilmiştir (Şekil 16).

Tako, taşıyıcı kol ve servo motor arasındaki bağlantıyı sağlayan Ck-45 malzemedен üretilmiş elemana verilen isimdir. Taşıyıcı kolun üzerinde sehime en açık bölüme ise



mil konularak denemeler sırasında yaşanabilecek sehimlere karşı önlem alınmıştır. Milin malzemesi Ck-45 olarak belirlenmiştir.

Ek olarak, yan sanayi firmalarımızdan tedarik edilen yatak ve ray standart elemanları ise paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Taşıyıcı kol lama (bağlantı elemanı) ise, transfer pres taşıyıcı kollarında ikinci ve sonraki proseslerde yer alan bağlantı elemanıdır (Şekli 17).

Sigma Profil: İki doğrultuda da uzanan taşıyıcı kolların yük uygulanan bölümlerinde istenilen mukavemet, sigma profiller ile sağlanmıştır. Sigma profil, alüminyum malzemedен imal edilmiştir.

Simülatör sisteminde, taşıyıcı kolların hareket kabiliyeti, ray sistemiyle beraber çalışan rulmanlı yataklar tarafından sağlanmaktadır. Rulmanlı yataklar, Ck-45 malzemedен imal edilmiştir (Şekil 18).

Taşıyıcı kol, tutucular, denemesi yapılan otomotiv parçaları, servo motorlar ve diğer ekipmanların bulunduğu sistemin tamamının ‘yukarı’ veya ‘aşağı’ pozisyona getirilmesi pnömatik silindirlerin tahrikiyle gerçekleştirilmektedir. Fabrika bünyesinde üretilen



basıncılı hava ile tahrik edilen pnömatik silindir sistemi ise kapak, silindir ve güvenlik ekipmanlarından oluşturulmuştur.

Kapak, pnömatik silindir için yatak ve koruyucu görevi yapmaktadır. Birim maliyeti oldukça düşük olan St37 malzeme kullanılarak üretim tamamlanmıştır. Güvenlik ekipmanı ise strok ayarının yapıldığı çelikleri dış etkenlerden koruyan çelik malzeme ile imal edilmiştir.

Malzeme ağırlıklı olarak alüminyum olmakla birlikte bazı parçaları çelik malzeme ile imal edilmiştir.



Tasarımı tamamlanan taşıyıcı kol simülatörünün ‘tutma’, ‘besleme’, ‘bırakma’ ve ‘geri dönüş’ hareketleri servo motorlar ile gerçekleştirilmektedir. Servo motor ‘x eksenini’ (besleme) boyunca minimum 150 kg hareket ettirmelidir. ‘y eksenini’ (tutma) boyunca ise minimum 90 kg hareket ettirmelidir. Belirtilen özelliklerdeki servo motorlar ekipmana monte edilmiştir (Şekil 19). Servo motorların çok yavaş hızlarda (ivme ~ 0) çalışacak olması, servo motorların katalog değerlerinden daha fazla yük taşıyabileceği anlamına gelmektedir. [6]



Şekil 19. Simülatörde Kullanılan Servo Motor

IAI Tek Eksen Servo Modül

ISB-MXM-WA-200-5-1100-T2-X10-AQ-A3E

- Uzunım: 1100 mm
 - Yük Kapasitesi: 120 kg (yatay)
 - Hız: 115 mm/s(max.)
- WA : Pilsiz absolute enkoder
X10 : 10m bağlantı kablosu
AQ : Otomatik yağlama

Şekil 20. Servo Motor Özellikleri

Transfer pres kalıplarının ekipmana yerleştirilmesi sürecinin hassas ve hızlı tamamlanabilmesi için kalıpların kolay bir şekilde konumlandırılmasını sağlayacak referans yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda kalıp birleştirici plaka tasarımı gerçekleştirilmiştir. Birleştirme plakası, konumlandırma pimi, ayak ve kanca bütün olarak birleştirme plaka mekanizmasını oluşturmaktadır. Bu malzemelerin tasarımında birim maliyeti düşük olan St37 malzeme kullanılmıştır.



Hassas işlenmesi gereken ve dayanımı yüksek olması istenen ‘konumlandırma pimi’ ise Ck-45 malzemeden imal edilmiştir. Ayak, Ck-45 malzemeden imal edilmiştir. Kanca, simülâtörün kaldırılması ve taşınmasını sağlayan kalıp elemanıdır. Malzemesi ise St37’dir.

3.1.2 Mekanik ve Elektronik Sistemlerin Entegrasyonu

Servo motor ve pnömatrik silindirin, taşıyıcı kollar ve yatak/ray düzenekleriyle entegrasyonu mekanik ve yazılımsal olarak gerçekleştirilmiştir. Pnömatrik silindirlerin ve servo motorların sistemi ileri, geri, sağa, sola, yukarı ve aşağı hareket etmesi için gerekli koordinasyon ve senkronizasyon PLC proglamlama donanımları ve yazılımı sayesinde mümkün kılınmıştır (Şekil 21).

Simülâtör ekipmanında taşıyıcı kollarla ilgili parametreleri sisteme tanıtmak adına



Şekil 21. Taşıyıcı Kol Simülâtörü Kontrol Panosu



Şekil 22. Kontrol Yazılımı Arayüzü Ekranı



kullanılan dokunmatik ekran aracılığıyla istenilen besleme yüksekliği, tutma, bırakma mesafesi gibi değerler kontrol yazılımına tanıtılabilmektedir. Bu değerler hazır olarak sisteme tanıtılmıştır ve operatör sadece seçimi yapmaktadır (Şekil 22).

3.2 Geliştirme

3.2.1 Transfer Kalıp Üzerinde Deneme Çalışmaları

Transfer kalıp üzerinde deneme çalışmaları kapsamında, taşıyıcı kol simülatörünün tüm hareketleri transfer kalıp üzerindeki denemeleri takip edilmesi istenen sıra kullanılarak en ince ayrıntılarına kadar simüle edilmiştir. Taşıyıcı kol simülatörünün ‘tutma’, ‘kaldırma’, ‘besleme’, ‘indirme’, ‘bırakma’ ve ‘geri dönüş’ hareketlerinde senkronizasyon takip edilerek meydana gelebilecek hatanın önüne geçilmiştir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, transfer kalıp taşıyıcı kol kontrollerini gerçekleştirmek için tasarlanan ekipmanın analizi yapılmıştır.

- Yapılan çalışmada simülatör ekipmanı için ön çalışmalar, tasarım aşaması, prototip üretim süreci ve ekipmanın güvenilirliğini arttırmak için yapılan yapısal analizler kuruluşumuz bünyesinde ele alınmıştır.
- Transfer pres taşıyıcı kol kontrolleri geliştirilen simülatör sayesinde yapılarak transfer prese ihtiyacı ortadan kaldırmıştır.
- Ülkemizde transfer kalıp teknolojisinin gelişmesiyle ekipmanın önemi dahada artacaktır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı akademik olarak destekleyen ve yorumlayan Kocaeli Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Sıtkı Öztürk’e teşekkür ederiz. Bu proje 3160333 Nolu Tübitak 1501 Sanayi Arge Projesi kapsamında yapılan çalışmalardan derlenmiştir.

KAYNAKÇA

1. “World of Tooling”. 2015. <http://werkzeugbau-akademie.de/wpcontent/uploads/sites/17/2015/06/Studie-World-of-Tooling.pdf>, son erişim tarihi: 20.05.2016.
2. Yurci, M, E. 1992. “Kalıp İmal Tekniği,” vol. 6, pp. 64
3. KOMATSU. 2003. “Press Specifications,” Japan.
4. Toyotetsu Kalıp Standartları, 2006.
5. www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/BilgisayarDestekliTasarim/Dennis_ISB/SSBA_Single-Axis_Robot_Series_CatalogIAIAmerica, https://www.intelligentactuator.com/pdf/ISB-SSPA_CJ0172-2A-UST-2- son erişim tarihi: 20.02.2017
6. Dennis ISB/SSBA Single-Axis Robot Series CatalogIAIAmerica, www.intelligentactuator.com/pdf/ISB-SSPA_CJ0172-2A-UST-2- son erişim tarihi: 20.02.2017.