

Hat Sistemlerine Uygun Sac Döndürme Sistemi Tasarımı ve Prototip İmalatı

*¹Fatih Aydemir ve ¹Ali Ulu

¹Durmazlar Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar&Ge Merkezi, Bursa / Türkiye

Özet:

Sac işleme makinelerinin kullanıldığı sektörlerde, özellikle punch, makas ve panel bender makinelerinin bir arada kullanıldığı hat sistemlerinde, punch makinesinden çıkan sac malzemeler panel bender makinesine otomatik olarak beslendiğinde bazı durumlarda bükümden önce döndürülmesi gerekmektedir. Tam otomatik büküm hatlarında döndürme işleminin operatörden bağımsız olarak yapılabilmesi için otomatik sac döndürme sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Projeye konu olan sac döndürme sistemi bir tarafı film kaplı paslanmaz çelik gibi malzemelerin kesim sonrası döndürülmesi gerektiği durumlarda devreye girer ve sac malzemenin büküm alanına güvenli bir şekilde iletilmesi sağlanır. Prototip imalatı tamamlanan sistem, asansör imalatı, çelik kapı imalatı, pano imalatı, kiosk ve kumanda panosu imalatı, kabinet ve kasa imalatı, endüstriyel soğutma sistemleri, endüstriyel mutfak imalatı gibi sektörlerde kullanılan panel bender makinelerinin punch, lazer ve makas kombinasyonları ile birlikte kullanılmaktadır.

Key words: Döndürme sistemi, Panel Büküm, Giyotin Makas, Lazer Kesim, Punch

Sheet Turning System Design and Prototype Manufacturing Suitable for Line Systems

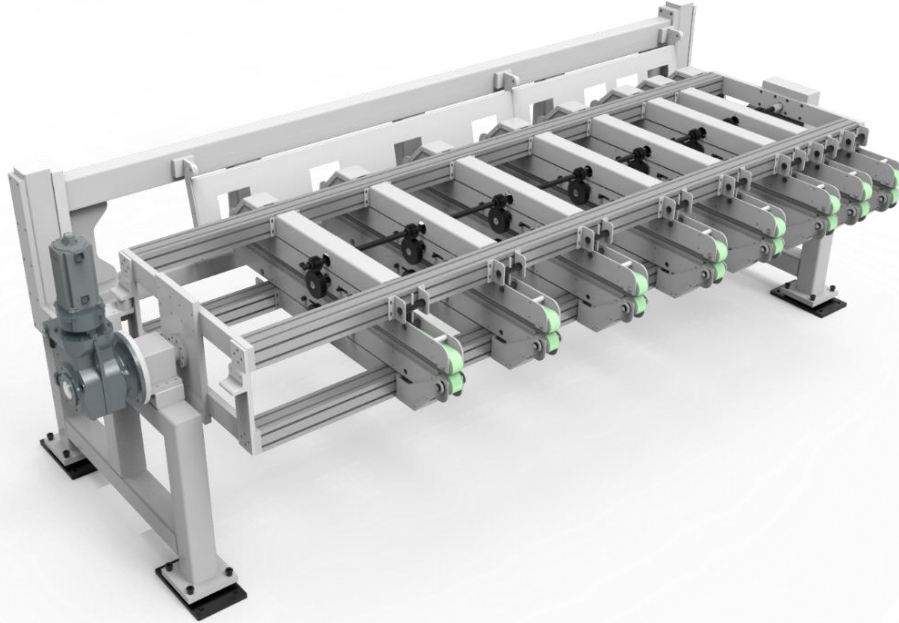
Abstract:

In the sectors where sheet metal processing machines are used, especially in line systems where punch, shears and panel bender machines are used together, sometimes it is necessary to rotate the sheet materials coming out of the punch machine before bending when they are automatically fed into the panel bender machine. In fully automatic bending lines, an automatic sheet turning system was needed in order to perform the rotation process independently of the operator. With the turning system, which is the subject of the project, it is activated in cases where materials such as stainless steel with a film coated on one side need to be rotated after cutting, and the sheet material is safely transmitted to the bending area. The system, whose prototype production has been completed, is also used together with punch, laser and shear combinations of panel bending machines, which are used in sectors such as elevator manufacturing, steel door manufacturing, panel manufacturing, kiosk and control panel manufacturing, cabinet and case manufacturing, industrial cooling systems, industrial kitchen manufacturing.

Key words: Turning System, Panel Bender, Shears, Laser Cutting, Punch Machines

1. Giriş

İmalatlarında sac işleme makineleri kullanan üreticiler gelişen teknoloji ile hassas ve kusursuz nihai ürün elde etme amaçlarının yanısıra operasyon sürelerinin kısalmasını, makinelerinin ergonomik, güvenli, hızlı ve yüksek verimliliğe sahip olmasını beklemektedirler. Bu sebeple ham malzemeden nihai ürüne kadar tüm üretim evrelerinin otomatik ve operatörsüz gerçekleştirildiği hat sistemleri firmamız tarafından geliştirilmektedir. Operatör hataları sonucu oluşan ürünlerdeki fiziksel ve ölçüsel değişikliklerin yok edilerek hatasız ürün üretebilen ve ürünün mevcut üretim yöntemlerine kıyasla imalatını %50 daha hızlı gerçekleştirebilen hat sistemlerimizde ara istasyon çalışmalarını devam ettirmektedir. Proje kapsamında tasarlanıp prototip imalatı tamamlanan sac döndürme sistemi de hat sistemlerinde yer alan farklı görevlerdeki makinelerin operatör müdahalesi gerekmeden birlikte çalışmalarına imkan tanımaktadır.



Şekil 1. Sac Döndürme Sehpa Tasarımı

Sac şekillendirme işlemleri, döndürme sistemleri ve büküm makineleri ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar detaylı olarak araştırılmış, emsal teşkil edebilecek ve yol gösterecek bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Gupta ve ark. (1998) çalışmalarında sac metal büküm operasyonlarında otomatik bükme işlemleri üzerinde durmuşlardır. İlk olarak kalıp üzerindeki parça pozisyonu, işlem sırasındaki üst kalıp pozisyonu, büküm performansı ve çıkan ürün gibi büküm prosesleri incelenmiş ve örnek bir sac parça ele alınarak araştırmaya devam edilmiştir. İşlemler için örnek bir büküm istasyonu kurulup parça modellenmesi yapılmıştır. Ele alınan sac parçanın büküm aşamaları üzerinde durulmuş ve bu

sac parçanın bükümü için farklı tipte üst kalıp modelleri ele alınmıştır. Büküm merkezi üzerine yerleştirilen farklı tasarımlardaki parça tutucular ve robot sistemi ile birlikte parçanın makine üzerindeki büküm işlemini kolaylıkla gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Farklı pozisyonlarda robotik destekli yapılan bükümlerle ilgili ölçümler alınmış ve büküm hassasiyetleri kontrol edilmiştir. İlgili işlemler birkaç farklı tasarımdaki sac parçalar kullanılarak devam ettirilmiştir [1].

Alan G. Leacock (2012) çalışmasında, sac şekillendirme süreçleri ve malzemeleri konusundaki anlayışın oldukça olgunlaşmış, ancak endüstriyel uygulama seviyesi mevcut yeteneklerin gerisinde kaldığı vurgulanmıştır. Metallere şekil verme sürecinde olası trendler incelenmiştir. Özellikle kapalı döngü kontrol ve yeni adaptif kontrol sistemlerine dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir [2].

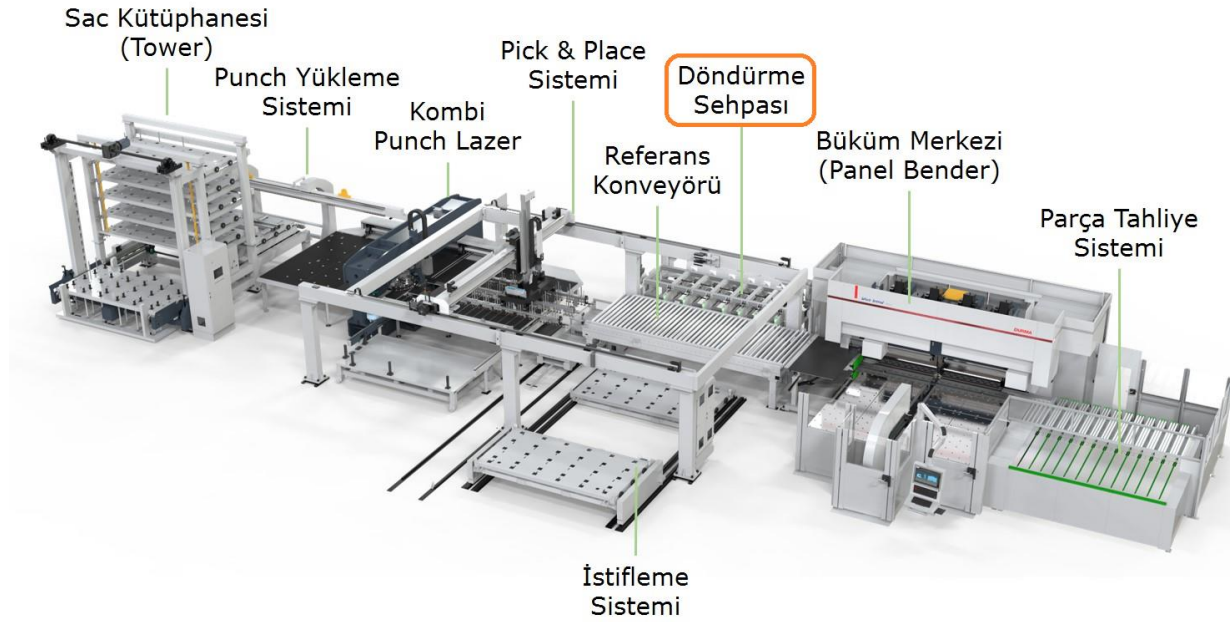
Gwangwava ve ark. (2014) çalışmalarında büküm makinelerinin tasarımı ve yeniden yapılandırılması için fonksiyon odaklı bir nesne yönelimli metodolojiyi açıklamıştır. Tam yöntem, büküm makinelerinin ilk tasarımını optimize etmeyi ve tam otomatik olarak yeniden yapılandırılmasını sağlamak için bir modül kütüphanesinde saklanan makine modüllerinin tasarımını optimize etmeyi amaçlamışlardır [3].

Rico ve ark. (2003) çalışmalarında sac metal üretimindeki ardışık bükümlerde ortaya çıkan problemler üzerine bir yöntem sunmuşlardır. Ard arda eğilme adımlarının nasıl yapılacağı, sacın nasıl tepki vereceği konusunda bir çalışma yapmışlardır. Geliştirilen algoritma ile parçayı temel şekillere bölmüşler ve bunlarla ilişkili kısmi bükümleri belirlemişlerdir [4].

2. Materyaller ve Metod (12 point font)

Proje kapsamında tasarlanıp prototip imalatı tamamlanan sac döndürme sistemi ile punch, lazer ve makas makinelerinde işlem görmüş sac malzemelerin operator ihtiyacı olmadan folyo kaplı yüzlerinin otomatik olarak döndürülerek panel bender makinesine güvenli bir şekilde iletilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede farklı makinelerin kombine çalışması mümkün hale gelmiş ve tam otomatik büküm hatlarının oluşması sağlanmıştır.

İşlenecek malzemenin kesme-delme işlemi görecekle yüzü ile bükülecek yüzü farklı olduğu durumlarda kesme-delme işlemi sonrası malzemeyi döndürüp hatta veren ara transport sistemi olan sac döndürme sistemi ile ham şekilde hatta verilen sac malzeme bükümü de tamamlanmış nihai ürün olarak hat sonundan alınabilmektedir.



Şekil 2. Hat Sistemleri ve Sac Döndürme Sehpa

Otomatik sac döndürme sistemi 0,5 – 3 mm aralığındaki sac malzemelere işlem yapabilmektedir. Sistemin Teknik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

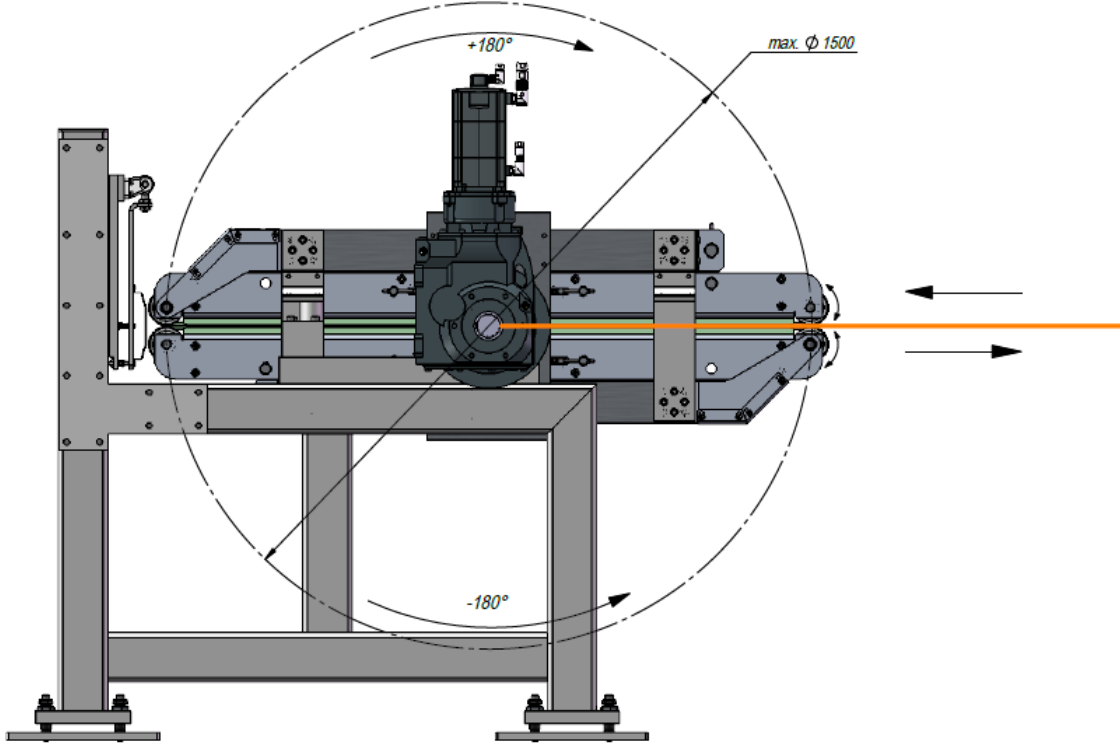
Tablo 1. Sac Döndürme Sistemi Teknik Özellikleri

Döndürülebilecek maksimum sac boyu	3000 mm
Döndürülebilecek maksimum sac kalınlığı	3,2 mm
Döndürülebilecek maksimum sac genişliği	1500 mm
Kayış dönme hızı	0,7 m/sn
Tabla dönme hızı	24 rpm
Parça döndürme süresi	10 sn

Proje konusu sac döndürme sistemi, ana karkas, yaylı kayış modülü ve döndürme dişli kutusu olmak üzere üç ana gruptan oluşmaktadır. Büküm makinesinde işlem görece sac malzeme, punch, lazer veya makas makinelerinden çıkarak referans konveyörü üzerine gelmektedir. Dönme işlemi görmeyecek saclar klempler vasıtasıyla büküm alanına direkt taşınırken dönme ihtiyacı olan sac malzemeler konveyörler üzerinden referans plakası sayesinde itilerek sac döndürme sistemi yaylı kayış modülünün arasına girmektedir. Ana karkas üzerinde dişli kutusundan aldığı tahrikle dönen

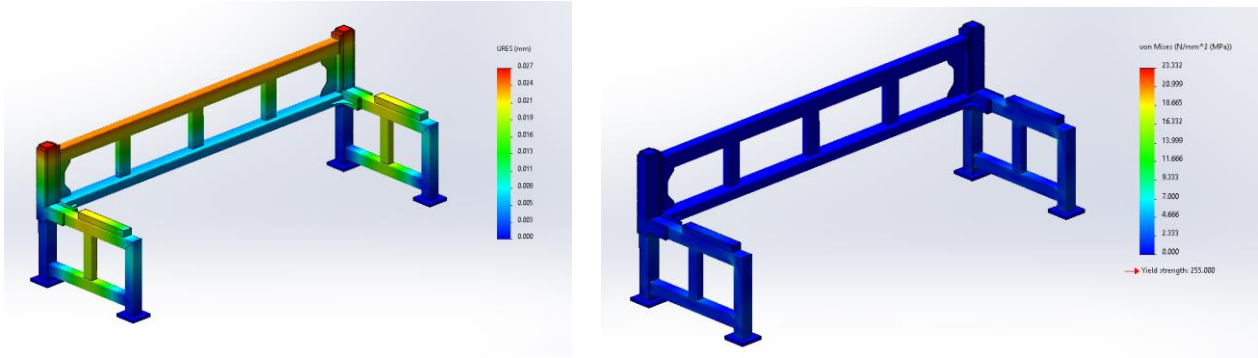
kayış modülleri, arasına sıkışan sac malzeme ile birlikte dönme işlemini gerçekleştirmektedir. Böylece büküm sırasında sacın folyolu kısmının dışarıda kalması sağlanmaktadır.

Maksimum 3,2 mm kalınlığında, 1500 mm genişliğinde ve 3000 mm boyundaki sac malzemelerin döndürüldüğü sistemde sacın ters yüz edilme süresinin maksimum 10 saniye civarında olması hedeflenmiştir. Servo motor ile tahrik edilecek kayış kasnak sisteminde kayış dönme hızı 0,7m/sn olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Sac Döndürme Sistemi Çalışma Prensibi

Proje çalışmaları kapsamında ağırlıklı olarak mekanik, mekatronik, konstrüksiyon, imalat, elektrik-elektronik, kontrol, ölçme, hareket sistemleri alanlarında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu konularla ilgili çalışmalar paralel ve etkileşimli olarak yürütülmüştür. Mekanizma ve hareket sistemlerinden faydalanılarak sac döndürme sisteminin 3d modellemesi gerçekleştirilmiştir. Model bilgisi doğrultusunda mukavemet, hız, dişli çapları, motor hesapları vb. mühendislik hesaplamaları yapılmıştır. Bu teorik hesaplamaların yanı sıra Solidworks Simulation ve ANSYS programlarından yararlanarak modeldeki mekanik (gerilmeler, sehimler, ömürler) ve kinematik analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Sac Döndürme Sistemi FEM Analizleri

Proje kapsamında geliştirilecek sistem, asansör imalatı, çelik kapı imalatı, elektrik panosu pano imalatı, kiosk ve kumanda paneli imalatı, kabin ve kasa imalatı, endüstriyel soğutma sistemleri, endüstriyel mutfak imalatı gibi sektörlerde kullanım alanı bulunan panel büküm makinelerimizin punch makas ve lazer kombinasyonları ile birlikte de kullanılabilir hale gelmesini sağlamıştır.

Hat sistemleri üzerine adapte edilen ‘Sac Döndürme Sistemi’ de ülkemizde ilk kez tasarlanıp üretilmiştir. Sac Döndürme Sistemi projesinde firmamızın geçmişten gelen büküm makineleri ve yükleme boşaltma sistemleri konusundaki tecrübelerini farklı teknolojik yaklaşımlarla birleştirerek tasarım yapmıştır.

3. Sonuçlar

- Punch makas ve lazer sistemleri ile kombin edilen büküm merkezinde operatör müdahalesi olmadan çevrim güvenli bir şekilde otomatik olarak tamamlanabilmektedir.
- Geliştirilen düzenek ile folyolu sac malzemelerin büküm alanına gelmeden döndürme işleminin otomatik olarak yapılması ve dolayısıyla panel bükümlerinde malzemenin doğru yüzünün bükülmesi sağlanmıştır.
- Punch makas ve lazer makinelerinden gelen farklı tip ve geometrideki sac malzemeler güvenli bir şekilde herhangi bir deformasyona uğramadan ters yüz edilerek bükme alanına iletilebilmektedir.
- Büküm merkezinde bükülebilecek maksimum sac olan 3,2x1500x3000 ebatlarındaki malzemeyi sac alma ve bırakma işlemleri ile birlikte toplam 10 saniyede döndürebilen sistem tasarımı ve prototip imalatı tamamlanmıştır.

4. Tartışma

Gerçekleştirilen proje ile, birbirinden farklı üretim (kesme, delme, formlama, bükme) yapan makinelerin operatör müdahalesiz otonom sistem içerisinde birleştiren, üretilecek ürünün ham malzeme halinden nihai ürün haline gelene kadar geçireceği tüm prosesleri otomatik olarak gerçekleştiren hat sistemlerinin kurulması mümkün hale gelmiştir.

Ülkemizde ilk kez üretilen Döndürme Sehpa'sı sistemi ile kazandığımız mekanik sistem tecrübesini diğer makine gruplarında kullanmak mümkündür.

Proje çıktısı ürün ülkemize yurt dışındaki sınırlı sayıda firmadan ithal edilmektedir. Firmamız, proje ile makine imalatı konularındaki tecrübeleriyle ve sunacağı maliyet avantajıyla hem yurt dışı pazarından pay alabilir hem de yurt içi talebi karşılayabilir duruma gelmiştir.

Kaynaklar

- [1] Gupta, S.K., Bourne, D.A., Kim, K.H., Krishnan, S.S. Automated Process Planning for Sheet Metal Bending Operations. *Journal of Manufacturing Systems*, 1998; 17(5): 338-361.
- [2] Alan G. Leacock. The Future of Sheet Metal Forming Research. *Materials and Manufacturing Processes*. 2012; 27: 366–369.
- [3] Norman Gwangwava, Khumbulani Mpofu, Nkgatho Tlale, Yan Yu. A methodology for design and reconfiguration of reconfigurable bending press machines (RBPMs). *International Journal of Production Research*. 2014; Vol. 52, No. 20, 6019–6032.
- [4] Rico J.C., Gonzalez J.M., Mateos S., Cuesta E., Valino G. Automatic determination of bending sequences for sheet metal parts with parallel bends. *Int. j. Prod. Res.* 2003; vol. 41, no. 14, 3273–3299.