

OTOMOTİV KABLO AĞI ÜRETİM ENDÜSTRİSİNDE OTOMASYON ÇÖZÜMLERİ

Onur Tavsel¹

¹*Delphi Otomotiv Sistemleri, Proses Mühendisi, İzmir, Türkiye*

Özet: Bu makalede, Delphi Otomotive Sistemleri firması tarafından otomotiv kablo ağı üretimi sektöründe devreye alınması planlanan bazı otomasyon projeleri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Otomotive Endüstrisi, Kablo Ağı Üretimi, Otomasyon

I. GİRİŞ

Kabloağı, kablo, konnektör, terminal ve araç üzerine montaj yapılmasını sağlamak amacıyla eklenen çeşitli zenginleştirici malzemelerden oluşan komple bir sistemdir.

Kabloağı üretimi ultrasonik kaynak, otomatik kablo kesme, terminal krimpeme ve poliüretan enjeksiyon gibi bazı özel prosesler haricinde emek yoğun bir üretim biçimidir.

Üretim sürecinin %80 oranında emek yoğun olması, otomasyon çözümlerinin tüm üretim süreci içine adapte edilerek, kalite, verimlilik, işgücü kazanımı anlamında birçok fırsat alanı sunmaktadır.

Bu makalede sunulan otomasyon çözümleri, konvansiyonel ekipman ve sistemlerin kablo ağı üretim sektöründe ve Delphi fabrikalarındaki ilk uygulamalarını içermektedir.

A. Otomatik Sigorta Torklama İstasyonu

Yüksek akım iletme kapasitesine sahip kalın kesitli kabloların terminalleri sigortalara somun ve civata ile bağlanır. Bu bağlantı tipinde iletken yüzeyler arasında tam eşleşme sağlanması için yüzeylerin birbirine yaptığı baskı kuvveti özel bir torklama operasyonu ile sağlanır.

Bu bağlantının kalitesi, yüksek akım iletimi sırasında gevşek bağlantının kıvılcım ve ark oluşumuna yol açma tehlikesi nedeniyle oldukça önemlidir.

Bu yüzden torklama operasyonu, eşleşen yüzeyler arasında boşluk kalmayacak şekilde, uygulanan torku ve vida üzerinde somunun çevrildiği tur

sayısını devamlı olarak ölçen özel bir ekipmanla yapılır.

Geleneksel üretim metodunda, operatör, konnektörü tutucuya yerleştirir, sigortayı konnektör üzerinde tanımlı yerine oturtur, kablo ucundaki terminali civata üzerine yerleştirir ve somunu vidalayıcının tutucusuna yerleştirerek tork işlemine başlar (Resim 1)

Elektrik gücü ile çalışan açılı ve tork kontrollü bir vidalayıcı olan torklama ekipmanı, somun sıkma işlemi uygulanacak civatalar üzerine sırayla operator tarafından elle pozisyonlanarak somunları sigorta ve terminaller arasında tam bağlantı sağlanacak şekilde sıkılır.

Vidalayıcının pozisyonu, çizgisel ve açısal ölçüm yapabilen bir sensor sistemi ile kontrol edilerek, bir yazılım vasıtasıyla operatörü yönlendirir ve torklama işleminin doğru civataya doğru sırada yapılmasını garantiler.

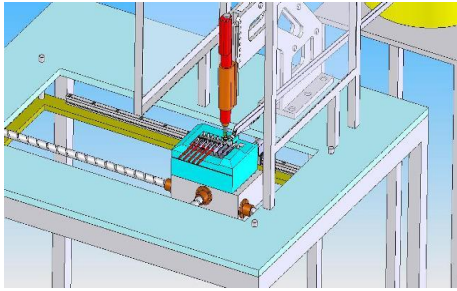
Torklama işlemi sigorta ve terminallerin hasar görmesini engellemek amacıyla belli bir sıralama ile yapılmalıdır. Pozisyonlayıcı bu sıralamanın kontrol altında tutulması için kullanılır.

Tüm sigorta ve terminaller uygun şekilde vidalandıktan ve yazılım tarafından doğrulandıktan sonra, operator, konnektörü tutucusundan çıkarır ve yeni bir konnektörü bir sonraki torklama operasyonu için yerine yerleştirir.

Önerilen otomasyon sistemi (Resim 2) operator konnektörü yükledikten sonra torklama işleminin kontrolünü alarak operasyonun otomatik olarak yapılmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır.



Resim 1 : Manuel Torklama Opearasyonu



Resim 2 : Otomatik Torklama İstasyonu

Sistem temel olarak 2 eksenli bir kartezyen pozisyonlama sistemi ile vidalayıcının dikey hareketini sağlayacak pnömatrik bir hareketlendiriciden oluşmaktadır.

Somunlar, vidalayıcının tutucusuna, titreşimli besleyiciler vasıtasıyla otomatik olarak beslenerek somunların doğru yön ve oryantasyonda işlem görmesi garantilenmektedir.

Vidalayıcı, tek boyutlu hareket edecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu sayede sabit bir somun besleme sistemi kullanılmakta ve genel anlamda daha basit ve stabil bir dizayn gerçekleştirilmektedir.

Vidalayıcı olarak mevcut üretimde kullanılan vidalayıcı kullanılmakta ancak tetikleme mekanizması manuel buton yerine, kontrol ünitesinin tetikleme sinyal girişinden kontrol edilmektedir.

Ray mekanizması olarak 25 mm'lik ray ve arabalar, vidalı mil olarak ise 25X5 vidalı mil ve somun kullanılması planlanmıştır.

Kartezyen pozisyonlayıcının maksimum eksenel hızı 250mm/s 'dir.

2 eksenli kartesyen pozisyonlama sistemi 2.4 Nm servo motor ile hareketlendirilmiştir ve 3000min⁻¹ absolute enkoder ile kontrol edilmektedir.

Kontroler olarak 5,7" dokunmatik panelli MLC 32 DI, 32 DQ seçilmiştir.

Otomatik torklama işlemi konnektörün tutucuya yerleştirilmesi ile başlar, ve tutucu otomatik olarak sigorta kutusunu güvenlik kafesi içine alır.

Mekanizma, konnektörü yatay düzlemde hareket ettirerek programlanan sıralama ile civataların eksenlerini referans olarak pozisyonlar ve vidalayıcının eksenini eşleştirerek vidalama işlemini tamamlar.

Hatalı vidalama ya da hasarlı malzeme durumunda, kontrol ünitesi otomatik torklama istasyonuna sinyal vererek, somunu yerinden çıkarır ve çevrimi başından başlatır..

Tüm torklama işlemleri hatasız olarak tamamlandıktan sonra, tutucu koruma kafesi dışına otomatik olarak alınır ve operatör tamamlanmış konnektörü çıkararak, bir sonraki çevrim için işleme hazır boş konnektörü yerine yerleştirir.

Otomatik torklama prosesi 3 önemli konuda avantaj sağlamaktadır; işçilik kazanımı, çevrim süresinin düşürülmesi ve kalite iyileştirilmesi.

Mevcut torklama operasyonunda çevrim zamanı, konnektör hazırlama, yükleme, pozisyonlama, torklama ve konnektör çıkarma işlemlerine atanmış bir operatör ile 130 saniye olarak gerçekleşmektedir.

Otomatik torklama projesinde yükleme ve çıkarma dışındaki tüm işlemler otomatik olarak yapılacağı için bu işlemde 0,4 operatör kazancı öngörülmüştür.

Bununla beraber, torklama işleminin çevrim süresi otomatik somun besleme ve pozisyonlama mekanizması sayesinde mevcut çevrim zamanının yarısına inmektedir.

B. Rôle ve Sigorta takma Otomasyonu

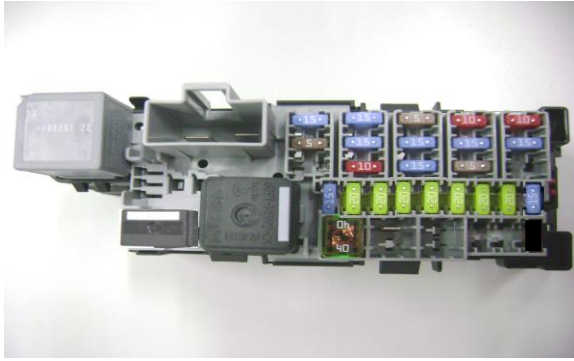
Motorlu araç kabloağlarında sigorta ve röle malzemeleri çoğunlukla Elektronik Bağlantı Kutusu (EJB) adı verilen plastik konnektörler içerisinde bulunmaktadır (Resim 3). Bu malzemeler, farklı elektriksel özelliklere sahiptir ve üretim ve kullanım aşamasında kolayca fark edilebilmeleri için farklı renk kodları ile üretilmektedirler.

Mevcut üretim sistemimizde, bu malzemeler, EJB konnektörüne operatörler tarafından el ile takılmaktadır ve bir kamera kontrol sistemi ile yön, açı ve kodlama özelliği bakımından kontrol edilmektedirler.

Renk, yön ve takma derinliği sigorta ve role ekipmanlarının doğru fonksiyonda çalışması için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle yüksek teknoloji ürünü bir kamera ile görsel parametreleri kontrol edilmekte ayrıca ek bir sistem ile malzemelerin konnektör içine takma derinliği doğrulanmaktadır.

Bu kontrol ekipmanları yüksek maliyetli yatırımlar olmalarının yanında, çevrim süresinin de artmasına neden olmaktadır.

Bunun yanında, doğru ve tam bir takmayı sağlamak için uygulanması gereken dikey kuvvet malzeme özelliğine bağlı olarak 150 N seviyesine çıkmaktadır. Bu kuvvet tekrarlı olarak operator tarafından uygulandığı takdirde uzun dönem meslek hastalığı oluşturma riskini de beraberinde getirmektedir.



Resim 3 : Sigorta ve Röleler

Önerilen otomasyon projesi, röle ve sigortaların EJB konnektörüne takılma işlemini bir robot kol tarafından yapılmasını ve bu sayede hem manuel işlemin hem de kamera kontrol sürecinin elimine edilmesini öngörmektedir.

Röle ve sigortalar farklı konteynerlarda depolanacak ve bu konteynerlere bağlı titreşimli bir besleme ünitesi ile otomatik olarak robotun iş uzayına taşınacaktır.

Bu işlem için hassas pozisyonlama özelliği ve yüksek programlanabilme elastikiyeti nedeniyle 6 eksenli bir robot kol düşünülmüştür (Resim 4).

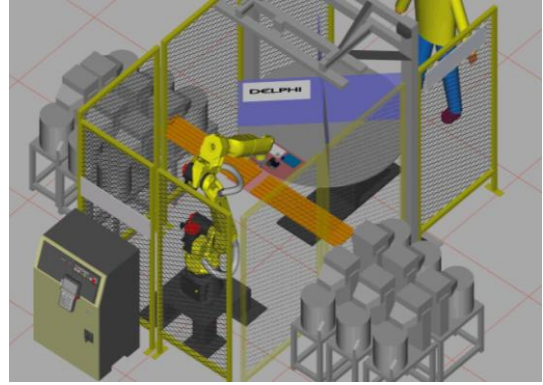
Sistem robot kol tutucusu ucunda bulunan 3 boyutlu bir kuvvet sensörü vasıtasıyla takma kuvvetini doğrulamakta ve malzemelerin takma işlemi sırasında hasar görmemesini garantilemektedir.

İşlem görece her sigorta ve role malzemesi için orijinal paket barkodu ile yükleme yapılabilen farklı bir konteyner bulunmakta ve bu şekilde yanlış malzeme kullanılması engellenmektedir.

Robot iş uzayı, bir güvenlik kafesi ile korunmakta, konnektörler robotun iş uzayına 360 ° dönme kapasiteli bir döner table ile taşınmaktadır.

Programlama sırasına göre önce sigortalar daha sonra röleler konnektöre otomatik olarak takılarak bir kamera vasıtasıyla yönleri kontrol edilmektedir.

Tüm işlem tamamlandıktan sonra, işlem görmüş kabloağı, döner tabla vasıtasıyla boşaltma pozisyonuna gelmekte ve robot bir sonraki çevrimde çalışırken operator bitmiş ürünü bir sonraki istasyona göndermek üzere tutucudan çıkarmaktadır.



Resim 4 : Sigorta ve Röle Takma Robotu

Sigorta ve röle malzemelerinin otomasyonu ile yüksek seviyede tekrarlanabilir, düşük çevrim süreli ve kalite beklentilerini karşılayan bir işlem döngüsü yaratılmasının yanında İşçi Sağlığı ve İş güvenliği anlamında da olası risklerin elimine edilmesi planlanmaktadır.

C. Otomatik Klips Kesme

Klipsler kablo ağının araç gövdesine tutturulması için kullanılan araç gövdesindeki deliklere uygun kodlamaya sahip plastik parçalardır. Klipsler kabloağına çoğunlukla kendinden kilitli plastik kelepçeler yardımıyla tutturulurlar (Resim 5).

Bu klipslerin kabloağına göre doğru yönde ve pozisyonda olması için üretim panoları üzerinde tutucular bulunmaktadır.

Bu tutucular vasıtasıyla kablo ağı üzerindeki yönü ve pozisyonu doğrulanan klipslerin kelepçeleri operator tarafından, kabloağı etrafına sarılır kilit yuvasına yerleştirilir boşluğu alınır ve özel kesme tabancaları ile kesilir.(Resim 6).



Resim 5 : kabloağı üzerinde takılmış bir klips



Resim 6 : Klips kelepçesi kesim işlemi

Bazı özel durumlarda, müşteri talebi olarak kabloağı geometrisi, klipslerin uygun biçimde tutuculara oturtulmasına ya da kesme işleminin ergonomik standartları içerisinde gerçekleştirilmesine izin vermez.

Bu durum operatörün klipsi kesmek için tutucudan çıkarmasına sebep olur ve klipsin kabloağı üzerindeki hatalı pozisyonda takılması riskini beraberinde getirir.

Önerilen otomasyon sistemi, tutucu ile pozisyon doğrulama ve kesme tabancası ile klips kesme işleminin birleştirilmesi sağlayan bir ekipmanın dizaynını içermektedir. .

Buna göre klips otomatik kesme özelliği bulunan tutucuya yerleştirilir, kelepçe kısmı operatör tarafından kabloağının etrafına sarılır ve kilit mekanizmasına sürülür.

Bundan sonra, tutucu mekanizması, kelepçeyi elektrikli bir mekanizma ile içine çekerek uygun değerde sıkar ve önceden programlanan degree ulaşıldığında kesme bıçaklarını aktive ederek kelepçenin fazlalık kısmını keser.

Klips ve kablo tipine göre kelepçe sıkma kuvveti 50 – 200 N arasında ayarlanabilir.

Bu ekipman, kabloağı geometrisi nedeniyle kesme işleminin zor uygulandığı klipslerin kesilme işleminde karşılaşılan kalite risklerini azaltmak için tasarlanmıştır.

Bunun yanında, kesme tabancası kullanılmayarak çevrim süresinde %10 oranında düşüş sağlanmaktadır.

SONUÇ

Otomotiv sanayi kabloağı üretim sistemleri genel olarak emek yoğun bir alandır ve bu nedenle bir çok otomasyon çözümü için fırsat alanları sunmaktadır. Ancak insan hareketlerini simüle eden sistemler çok kompleks ve yapılabirlik anlamında yüksek maliyetlidir.

Bu makalede Delphi Otomotiv Sistemleri bünyesinde devreye alınması planlanan 3 Ar&Ge Projesi sunulmuştur.

Bu projelerde yer alan sistemler, genel olarak mevcut üretim sistemine entegre olarak, kalite, verimlilik ve maliyet anlamında önemli kazanımlar getirmektedir.