

Taşıtlarda Menteşeli Parçaların Tork Ölçümü için Bir Sistem Tasarımı ve Prototip İmalatı

¹Vedat Yeğin, ²Durmuş Karayel,

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

²Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü

Özet

Günümüzde otomobil üreticileri yan sanayiden temin ettikleri menteşelerin açılıp kapanma tork değerlerinin sabit bir aralıkta olmasını ve bu tür parçalar için öngörülen test ve ölçüm raporlarının tork ölçüm sonuçlarını da içermesini talep etmektedirler. Ancak, hali hazırda yan sanayinin kullandığı ve beklentilere cevap verebilecek nitelikte her hangi bir Tork Ölçüm Sistemi yoktur. Bu çalışmanın amacı, araç ön kaput menteşesinin belirli tork aralıkların da (0,2 – 2,5 Nm) olup olmadığını ölçümünde kullanılan bilgisayar tabanlı bir tork ölçüm sistemin tasarımı ve prototip imalatının gerçekleştirilmesidir. Geliştirilen bu sistem, mekanik yapı, elektrik-elektronik ve kontrol alt sistemlerini içeren entegre bir mekatronik sistemdir. Geliştirilen bu tork ölçüm sisteminin sektörde önemli bir boşluğu doldurarak yaygın bir kullanım alanı bulacağı ümit edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Tork ölçümü, Bilgisayar destekli izleme ve kontrol, Kaput menteşesi, Labview

Absract

Today, automobile manufacturers are demanding a certain torque range from hinges which are provided from supply industry. However, there isn't any torque measurement system used by the industry to measure this kind of mechanisms and the available systems can't meet expectations. The purpose of this study is design of a computer based torque measurement system and to product its prototyp. This system has been used to measure torque range of the vehicle front hood hinges and whether torque value is suitable or not. The developed system is an integrated mechatronic system that contain the subsystem such as mechanical structure, electronics and control system. The torque measurement system developed is expected to fill an important gap in the relevant industrial sectors and find widespread aplication areas.

Key words: Torque measurement, Computer-based monitoring and control, Hood hinge, Labview

1. Giriş

Ülkemizde otomotiv sektörü hızla gelişmekte ve dünyanın önemli taşıt üretim merkezlerinden birisi haline gelmektedir. Sektörün oluşturduğu katma değer ekonomide çok önemli bir yere sahiptir. Diğer taraftan sektörün toplam üretim miktarı, imalat sanayi sektörünün ortalamasının üstündedir. Bu gelişmeye paralel olarak yan sanayi de önemli atılımlar yapmaktadır. Ancak seri üretimde standartlaştırmanın sağlanamaması, istenilen kalite düzeyinin ve verimliliğin elde edilememesi önemli bir problemdir. Bu da ülkemiz otomotiv sektörünün diğer üreticilerle olan rekabetinde engel teşkil etmektedir. Diğer taraftan, kullanıcıların gittikçe artan yüksek performans ve konfor beklentileri, başta otomotiv üreticilerini, dolaylı olarak da yan sanayiye

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering Mustafa Kemal University, Hatay TURKEY. E-mail address: vedaty6@gmail.com

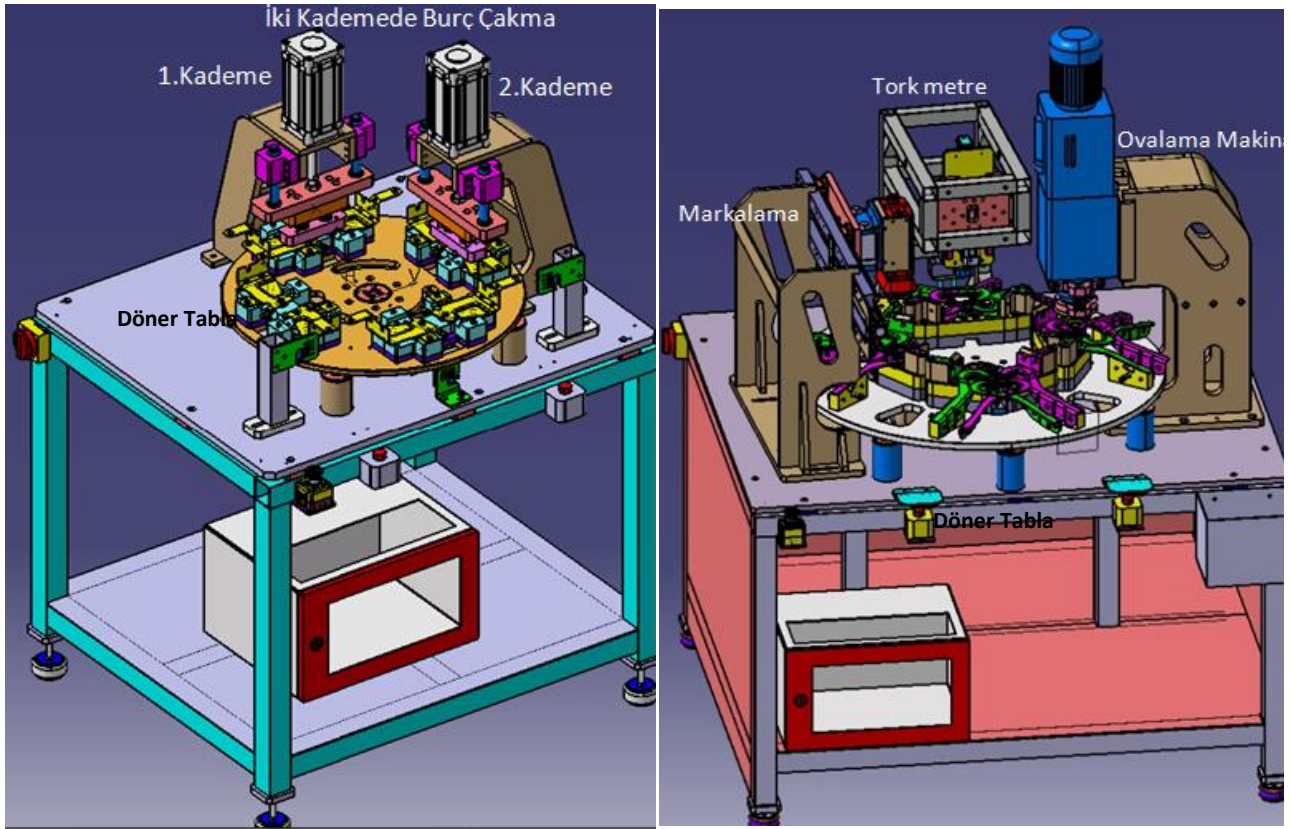
yeni sistemler ve üretim teknikleri arayışına zorlamaktadır. Bu durum ülkemiz otomotiv sektöründe uygulanan üretim yöntem ve teknolojilerinin uluslararası firmaların kullandıkları yöntem ve teknolojilerle eş değer nitelikte olmasını zorunlu kılmaktadır. Sözü edilen gelişmeler kapsamında, günümüzde taşıtlarda mevcut menteşeli hareketli kısımların açılıp kapanma tork değerinin de belirli bir aralıkta olması istenmektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak da, otomobil üreticileri yan sanayiden temin ettikleri menteşelerin öngörülen tork değerlerinde üretilmesini ve bunlar için yapılan test ve ölçüm raporlarının tork ölçüm sonuçlarını da içermesini talep etmektedirler. Ancak, hali hazırda yan sanayinin kullandığı ve beklentilere cevap verebilecek nitelikte her hangi bir Tork Ölçüm Sistemi yoktur ve bu durum önemli bir problemdir. Esasen benzer sıkıntılar diğer sektörlerde de yaşanmıştır. Bu nedenle araştırmacılar değişik sektörler için farklı tork ölçüm sistemleri üzerine çalışmışlardır ve her biri sektöre özel nitelikte tork ölçüm sistemi geliştirmişlerdir. Bunlardan bir kısmı temaslı[1,2,3,4], bir kısmı da temasız[5,6] ölçüm yapan tarzda tasarlanmıştır. Ayrıca, yüksek frekanslı RF vericisine dayalı olarak kablosuz anlık tork ölçümü yapabilen sistemler de geliştirilmiştir[7]. Günümüzde yüksek hız, düşük ağırlık, yüksek verim talep edilmektedir. Bu tarz çalışma şartlarında ani değişiklikler sonucu, dayanım açısından ortaya çıkan kritik durumların denetim altına alınmasında kullanılmak üzere tork ölçüm sistemleri geliştirilmiştir[8,9]. Yapılan başka bir çalışmada, manyetik direnç sensörü ve gerilme tensörü birlikte kullanılarak anlık tork durumlarını gözlemlemek amacıyla diğerlerinden farklı yapıda tork sensörü geliştirilmiştir[10]. Ayrıca, tork ölçüm sistemlerini genel olarak ele alarak, halen kullanılan tork ölçüm sistemlerinin çeşitleri, kullanım şekilleri ve kalibrasyonları hakkında geniş bilgi veren derleme çalışmalarda yapılmıştır[11,12,13]. M. Köster ve M. Thommes ekstrüzyon işleminde vidalar üzerine gelen torkun ölçülmesine yönelik yaptıkları bir çalışmayı yayınlamışlardır[14]. Peter Sue ve arkadaşları, mikro teknoloji alanındaki hassas cihazlarda kullanılan 200 µm çapında miller üzerinde yaklaşık 10-4 Nm gibi çok küçük sürtünme tork değerlerini oldukça yüksek bir doğrulukla ölçebilmek amacıyla strain gauge tabanlı bir tork ölçüm sistemi geliştirmişlerdir[15]. Jan Zakrzewski mevcut tork ölçme sistemlerini ele alarak, bu sistemlerle uyumlu çalışabilecek yazılım geliştirmiş ve onların ölçüm hassasiyetini arttırmıştır[16]. M. Verazic ve arkadaşları ise, otomotiv endüstrisi için maliyeti emsallerine göre çok daha düşük olan ve torku doğrudan tekerlek üzerinden ölçebilecek bir ölçüm sistemi tasarlamışlardır[17].

Gerek bu literatür araştırması kapsamında yapılan çalışmalar ve gerekse ticari olarak satışa sunulmuş tork ölçüm sistemleri incelendiğinde, geliştirilen tork ölçüm sistemlerinden bazıları yapı olarak tez konusu torkmetreye benzemesine karşılık, aynı işlevi doğrudan yerine getirebilecek bir ölçüm sistemine rastlanılamamıştır. Dolayısıyla yapı ve çalışma prensibi bakımından mevcut sistemler kısmen örnek alınmış ve tork ölçüm sisteminin tasarımında ölçülecek menteşeye uygun özgün yeni bir tasarım geliştirilmiştir. Bu tez çalışması, söz konusu menteşenin montajını gerçekleştirmek üzere tasarlanan tam otomatik bir mekatronik sistem için hazırlanan ve bir otomobil yan sanayi firmasıyla ortak yürütülen santez projesinin alt modüllerinden biridir. Dolayısıyla çalışmanın birincil koşulu ana sistemle senkronize olarak uyumlu çalışabilmesidir. Geliştirilen bilgisayar tabanlı tork ölçüm sistemi, montajı tamamlanan her bir menteşenin torkunu doğrudan montaj plakası üzerinde izleme, ölçme ve gerçek zamanlı olarak kontrol edebilme yeteneğine sahiptir. Böylece bu sistem proje ortağı kuruluşun problemini çözmenin yanında, bundan sonra yapılacak bilimsel çalışmalarda da kullanılacak özelliklere sahiptir. Bu çalışma, esaslı menteşe montajında, arzu edilen açılıp kapanma tork değerine karşılık gelen perçin ovalama kuvveti, ovalama hızı ve ovalama süresi gibi optimum montaj

parametrelerinin belirlenmesi için yapılacak ANN esaslı çalışmaların deneysel kısmında çok önemli bir alt yapı oluşturacaktır. Bu tür bağlantılar için montaj işleminin ANN ile modellenmesi, analizi ve optimum parametrelerin belirlenmesi, daha önce çalışılmamış orijinal bir konu olacaktır. Dahası, gerçek sistem üzerinden anlık tork değerleri ve bunlara karşılık gelen montaj parametrelerine ait verilerin alınarak ANN modelinin senkronize çalıştırılması ve böylece değişen montaj şartları ve arzu edilen tork değerlerine göre montaj işleminin gerçek zamanlı kontrol edilmesi oldukça enteresan ve ayrıcalıklı bir çalışma olacaktır. Dolayısıyla bu çalışma sözü edilen çalışmalara zemin oluşturması bakımından da ayrı bir öneme sahiptir. Çalışmada öncelikle mekanik kısım, arkasından kontrol sistemi tasarlanarak sistemin entegrasyonu sağlanmış ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Son olarak geliştirilen sistemin test ve doğrulanması yapılarak çalışma tamamlanmıştır.

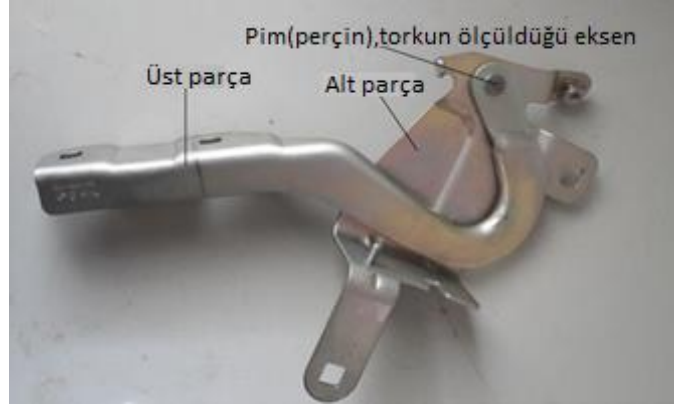
2. Sistemin Tasarımı ve İmalatı

Günümüzde, otomotiv endüstrisinde kullanılan menteşelerin belli bir sabit tork aralığında açılıp kapanması, sektörün öncü firmaları tarafından istenilen önemli özelliklerden biridir. Ancak, yaptığımız literatür araştırması kapsamında bu iş için geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüş özel bir tork ölçüm sistemine rastlanamamıştır. Bu çalışmada ele alınan Tork Ölçüm Sistemi, Menteşe Montaj Bankosu Mekatronik Sistem Tasarımı ve Prototip İmalatı isimli kapsamlı bir projenin kalite kontrol modülüne(iş istasyonuna) ait bir alt sistemdir. Söz konusu montaj bankosu şekil 1 de gösterilmiştir.

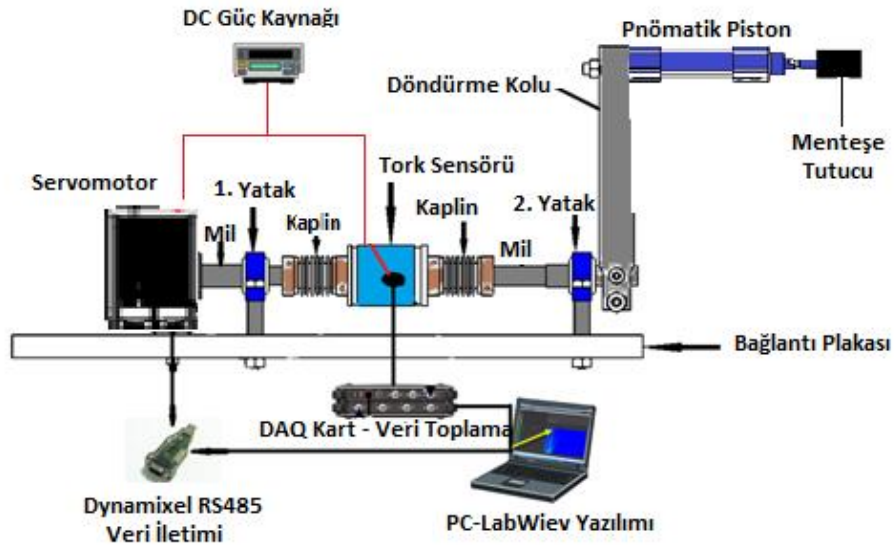


Şekil 1. Mentеше Montaj Bankosu

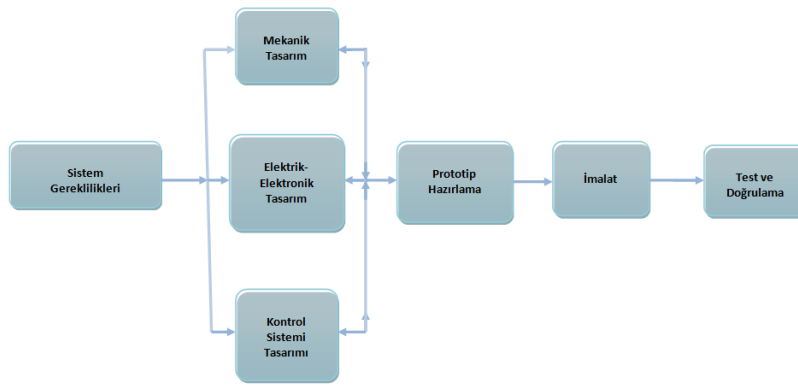
Bu montaj bankosuna menteşe parçaları ve bağlama elemanları birlikte yüklendikten sonra, sırasıyla bu parçalar burç çakma, ovalama, tork ölçümü ve markalama işlemlerinden geçerek süreç tamamlanmaktadır. Torku ölçülen menteşe şekil 2. de gösterilmiştir.

**Şekil 2.** Torku ölçülen menteşe

Burada istasyonlar arası parça transferi döner tabla tarafından gerçekleştirilmekte ve parçalar döner tabla üzerindeki fikstürlere tutturulmaktadır. Dolayısıyla montaj sistemiyle entegre çalışacak böyle bir tork ölçüm sisteminin özel olarak tasarlanması ve imalatı gerekmektedir. Bu durum, ana sisteme uyumlu bir mekanik yapının tasarlanması, uygun özellikte sensör ve elektronik donanımların temini ile ölçüm sisteminin montajı ve konfigürasyonunu gerektiren önemli bir tasarım problemidir. Bir çok alt sistemden ibaret olan bu prototip ölçüm sisteminin genel fonksiyonel görünüşü şekil 3. de gösterilmiştir.

**Şekil 3.** Tork Ölçüm Sistemi

Tork ölçüm sistemi entegre montaj sisteminde düşey konumda çalışmaktadır. Fakat, entegre sistemden ayrı olarak, bu tork ölçüm sisteminin yatay konumda bir prototipi de ayrıca tasarlanmış ve üretilmiştir. Tork ölçümüyle alakalı bütün sistem geliştirme çalışmaları bu prototip üzerinde yapılmış ve olumlu sonuç alınmasıyla birlikte, bir benzeri entegre sistem için yeniden tasarlanarak üretilmiştir. Diğer taraftan, böyle bir sistemin tasarımı; mekanik, elektrik-elektronik ve yazılım konularında uzman tasarımcıların bir araya gelmesini ve etkileşimli çalışmasını gerekli kılmaktadır. Bundan dolayı bu sistemin tasarımında, disiplinlerin birbiri ardınca dizilerek ve bir birinden habersiz olarak görev yaptığı geleneksel sıralı tasarım anlayışı yerine, görevlerin paralel bir yapı içinde etkileşimli olarak yerine getirildiği Mekatronik Tasarım yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu yaklaşımın uygulanmasıyla alakalı iş akışını blok diyagram halinde gösteren sistem mimarisi şekil 4. de gösterilmiştir.



Şekil 4. Sistem mimarisi – Mekatronik sistem yaklaşımı

Tasarımda, müşteri gereksinimlerinin anlaşılması ve bu gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarımın gerçekleştirilmesi gerekir. Bundan dolayı, tork ölçüm sisteminin tasarımı sistem gereksinimlerinin belirlenmesiyle başlamıştır. Daha sonra mekanik sistem, elektrik-elektronik sistem ve kontrol sisteminin tasarımına geçilmiştir. Şekilden de anlaşıldığı gibi, bu aşamada her üç farklı tasarım eş zamanlı olarak gerçekleştirilmektedir. Sırasıyla prototip hazırlama, imalat, test ve doğrulama işlemleriyle tasarım ve imalat tamamlanmaktadır.

2.1. Mekanik Tasarım

Mekanik tasarım; kavramsal tasarım ve ayrıntılı tasarım olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Kavramsal tasarım aşamasında, menteşenin torkunu ölçecek olan sistemin ana özellikleri, bu tür ölçme-kontrol sistemlerinin tasarım ve üretiminde dikkat edilecek hususlar ile söz konusu ürün için ön görülen üretim kalitesi ve standartlar belirlenmektedir. Böyle bir ölçüm sistemini gerçekleştirmek için ortaya çıkan muhtemel çözüm yollarının bir biriyle karşılaştırılması ve en iyi sistemin seçimi de bu aşamada yapılmıştır. Bütün özellikleri ve genel yapısı ortaya çıkan sisteme ait elemanların belirlenmesi, sistemin analizi ve boyutlandırılması ile gerekli resimlerinin oluşturularak imalata hazır hale getirilmesi gibi çalışmalar ise ayrıntılı tasarım aşamasında yapılmaktadır.

2.1.1. Kavramsal Tasarım

Kavramsal tasarımda ilk iş, tasarım sonucu ortaya çıkacak olan ürünün çalışma yönteminin seçimi ve bu yöntemi uygularken karşılaşılabilecek kısıtların belirlenmesidir. Zira aynı işi yapan ancak değişik yöntemlerle çalışan farklı sistemlerin geliştirilmesi mümkündür. Esas olan temel kriterler göz önüne alınarak, performans ve maliyet bakımından amaca en uygun yöntemin seçilebilmesidir. Bütün sistemin yapısı ve elemanları tamamen seçilen yönteme bağlı olarak ortaya çıkacaktır. Tork ölçüm sistemi çok farklı yöntemler kullanılarak yapılabilir. Ancak, bu çalışmada yöntem seçimi Yük hücreli ve Tork sensörlü sistemler olmak üzere ikiye indirgenmiştir. Zira, diğerleri oldukça özel ve pahalı sistemler olmasına karşılık, istenilen kapasite ve hassasiyette yük hücresi ya da tork sensörünü uygun bir maliyetle kolaylıkla temin etmek mümkündür. Seçilen bu iki yöntem karşılaştırılarak, proje konusu olan entegre montaj sistemine daha iyi uyumu bakımından ve daha az bir hacim gerektirdiğinden tork sensörlü sistem tercih edildi. Daha sonra, ölçü ve kontrol sistemlerinin tasarım ve üretiminde gerekli kurallar ile standartlar ve bu sisteme has dikkat edilmesi gerekli hususlar belirlendi. Bunun sonucu olarak, şekil 2 de görülen menteşenin mafsallı olan pim ile şekil 3 deki mil ve motorun eş merkezlik toleransları, yine şekil 3 deki mil ile döndürme kolu, döndürme koluyla pistonun diklik toleranslarının çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, sistem yapı elemanlarının rijitliklerinin, ölçü ve kontrol sistemleri için ön görülen minimum değerlerin altında kalmamasının gereği anlaşılmıştır. Tork ölçüm sisteminin entegre olacağı döner tablalı menteşe montaj sistemiyle senkronize olarak uyumlu çalışabileceği sistem parametreleri de bu tasarım aşamasında belirlenmiştir. Ergonomik ve estetik durumlar da göz önünde tutularak, tork ölçüm sisteminin ana sisteme kolaylıkla entegre olabilmeye elverişli bir yapısal şekillendirme için gerekli şartlar düşünülmüştür. Ancak bu aşamada sistemin fiziksel durumunu ortaya koyacak her türlü şekil ve görüntüden bilerek uzak durulmuş, bütün bunlar ayrıntılı tasarım aşamasına bırakılmıştır.

2.1.2. Ayrıntılı Tasarım

Kavramsal tasarım aşamasında ortaya çıkan bütün şartlar dikkate alınarak, sistemin kinematik şemasının çıkarılması, sisteme ait elemanların belirlenmesi, sistem analizi ve boyutlandırılması, gerekli resimlerinin oluşturularak sistemin imalata hazır hale getirilmesi gibi imalata kadar yapılması gereken bütün çalışmalar bu aşamada gerçekleştirilmiştir. Gerekli mukavemet hesapları yapılmış ve sonuçların oldukça emniyetli olduğu görülmüştür. Ayrıca, sistemin yapısal elemanlarından milin burulmaya karşı, döndürme kolunun da eğilmeye karşı deformasyon hesapları yapılmış ve her iki elemana ait şekil değiştirme değerlerinin bu tür ölçme ve kontrol sistemleri için ön görülen sınır değerlerin altında kaldıkları ve oldukça emniyetli oldukları belirlenmiştir. Bunlar sistemin en kritik iki elemanı olduklarından diğer yapı elemanlarının da deformasyon açısından uygun oldukları kabul edilmiştir. Tork ölçüm sistemi için ilk önce bir prototip geliştirilmiş, gerekli doğrulama işlemlerinin ardından otomatik montaj uygulamasıyla entegre çalışacak gerçek sistem tasarlanmıştır. Ayrıca piyasadan sistem gereksinimlerine göre hazır olarak temin edip, sistemde kullandığımız elemanlar da vardır. Bu elemanların seçimi de mekanik tasarım aşamasında yapılmaktadır. Bu tür elemanlar burada kısaca tanıtılarak teknik özellikleriyle beraber verilmektedir. Hazır olarak temin edilen elemanlardan bazıları şekil 6'de toplu olarak verilmiştir.

Servo motor: Tork ölçümünün yapılabilmesi için 0^0 - 70^0 lik bir açı aralığında menteşenin beş defa açılıp kapanması ve bu esnada torkun(döndürme momentinin) ölçülmesi gerekmektedir. Ön görülen bu şartlarda hareketin kontrollü olarak sağlanabilmesi için bir tahrik elemanı gerekmektedir. Bu çalışmada, motor olarak PID kontrollü, yüksek iletişim kabiliyetine sahip, RS-485 iletişimini destekleyen ve hassas olarak kontrol edilebilen MX 64R serisi bir servo motor kullanılmaktadır.

Tork Sensörü: Geliştirilen sistemde kullanılan 8645 serisi tork sensörünün hassasiyeti %1 olup, ölçüm Aralığı 0 - 17.5Nm'dir. Ölçümü istenilen menteşe için ön görülen çalışma aralığı ise 0 – 2,5Nm dir. Hem emniyet şartları ve hem de aynı ölçüm sisteminin daha yüksek açılma-kapanma torkuna sahip farklı menteşeler için de kullanılabilme ihtimali dikkate alınarak bu tork sensörü seçilmiştir.

Kaplin: Her ne kadar sistemin parçaları belirli geometrik toleranslarda(şekil ve konum toleranslarında) imal edilmiş olsa da, sistemin montajında gerekli özen gösterilmiş olsa da eksen boyunca açısal, radyal ve aksel pozisyon hataları ortaya çıkar. Zira motor mili, tork sensörü mili ve ara millerin eksenleri ile yatak eksenlerinin hatasız olarak üst üste çakıştırılabilmesi mümkün olamaz. Eğer kaplin kullanılmazsa, pozisyon hataları nedeniyle sistemde çalışma esnasında kasılmalar ortaya çıkacaktır. Bu da ölçüm hatalarına ve sistemin kısa sürede arızalanmasına sebep olacaktır.

Rulmanlı Yatak: Yapılan Tork ölçüm düzeneğinde piyasadan kolay temin edilebilen maliyet bakımından da uygun iki adet UCP 203 serisi rulmanlı yatak kullanılmıştır. Bu yatak 6203 numaralı tek sıra sabit bilyeli radyal rulmandır. Bu radyal rulman radyal yükün yanında belirli oranda aksel yükte taşımaktadır. Tork ölçüm sisteminde ortaya çıkan yatak yükleri göz önüne alındığında seçilen yatağın sistem için ön görülen çalışma ömrünü kolaylıkla karşılayacağı ve dolayısıyla uygun olduğu belirlenmiştir.

Pnömatik piston: Tork ölçüm düzeneğinde, menteşe tutucunun düşey yönde belli bir mesafe hareket etmesi gerekmektedir. Montaj işleminin diğer hareketleriyle uyumlu olması gereken bu hareketin gerçekleştirilebilmesi için tek etkili bir piston kullanılmıştır.



Şekil 6. Kullanılan hazır elemanlar

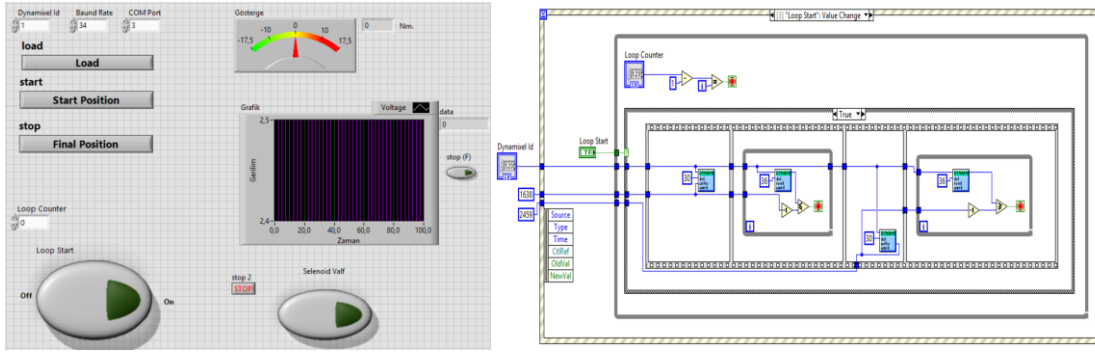
2.2. Kontrol Sisteminin Tasarımı

Tork ölçüm sisteminin kontrol sistemi bir taraftan servo motoru menteşeye verilecek hareket planına göre kumanda ederken, diğer taraftan da hareket esnasındaki moment değişimlerini izleyebilmeli ve ölçümleri kaydedebilmelidir. Bu fonksiyonların tamamını gerçek zamanlı ve bilgisayar tabanlı olarak yapabilmesi bakımından LabVIEW yazılımı tercih edildi. Hazırlanan senaryoya göre LabView de bir program ve bir kullanıcı ara yüzü hazırlandı. Veri transferi içinde, veri toplama kartı olarak DAQ kartı kullanıldı. DAQ kartı sensörden gelen analog sinyalleri bilgisayarın anlayabileceği dijital sinyallere çevirmekte, zamanlayıcı ve sayıcı gibi

yapılarla da bu alt kontrol sisteminin ana kontrol sistemiyle bütünleşmesine yardımcı olmaktadır. LabView’ de tasarlanan arayüz şekil 7’ te görülmektedir.

2.3. Sistemin İmalatı ve Montajı

Kavramsal tasarım aşamasında ulaşılan sonuçlar ve ayrıntılı tasarım çalışmasından elde edilen resimlere göre önce parçaların imatları sonra da hazır olarak temin edilen diğer elemanlarla

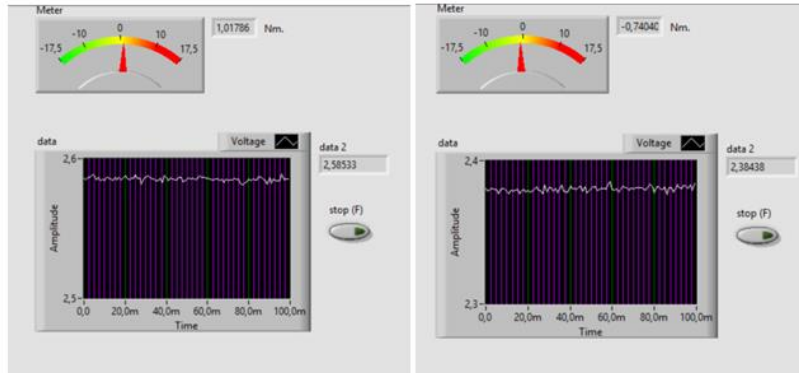


Şekil 7. LabView Ara yüzü

birlikte montaj işlemi gerçekleştirildi. Öncelikle servo motor üzerindeki diske uygun olarak üretilmiş olan mil bu diske M2,5*16 civatalar kullanılarak bağlanmıştır. Tüm sistem bir plaka üzerine rulmanlı yataklar aynı eksenle olacak şekilde monte edilmiştir. Servo motora bağlantılı olan mil 1. yatağa oturtulduktan sonra kaplin vasıtasıyla tork sensörünün bir tarafı milin ucuna bağlanmıştır. Sensörün diğer ucundaki mil 2. yatağa yerleştirilmiş ve kaplin vasıtasıyla tork sensörüne bağlanmıştır. Daha sonra piston kolu ve buna bağlı olarak piston bağlanmıştır. Monte edilen sistem projede olduğu gibi tork sensörünün dikey konumda çalışması için üretilmiş olan 90° dikey konumdaki çerçeveye monte edilmiştir.

3. Test ve Doğrulama İşlemleri

LabView programında tasarlanan ara yüzde servo motorun Dynamixel ID numarası, terminal numarası ve COM Port numarası yazıldıktan sonra bu motor parametrelerinin sisteme tanıtılması için ‘Load’ butonuna basılarak sisteme yüklenmesi gerekmektedir. Daha sonra menteşenin kaç sefer sağ ve sol hareket yapacağı loop counter (döngü sayısı) bölümüne girilir. Döngü sayısı girildikten sonra döngüyü başlatmak için loop start (döngü başlat) butonuna basılarak servo motorun 5 sefer sağ ve sol hareketi yapması sağlanır. Servo motorun menteşeyi sağa ve sola döndürürken aynı zamanda da tork sensöründen verilerinde alınması gerekmektedir. Döndürme işlemi yapılırken tork sensöründen anlık bir şekilde elektrik sinyali alınabilmektedir. Fikstüre menteşe bağlandıktan sonra ölçüm gerçekleştirilmek üzere başla butonuna basılır. Menteşenin sağa ve sola 5 defa hareket etmesinden sonra son hareketindeki tork değeri okunur. Okunan tork değeri istenen aralıkta ise işleme devam edilir. Ölçülen değer istenen aralıkta değilse ölçülen menteşe geri dönüşüm kutusuna ayrılır. Şekil 8’de farklı menteşeler üzerinden ölçüm yapılırken okunan tork değerleri görülmektedir. Ölçüm yapılan menteşelerden okunan değerler 1,017 – 0,740 Nm’dir. Bu değerler ölçüm aralığımız olan 0,2 – 2,5 Nm. aralığını karşıladığı için menteşelere onay verilerek işlemlere devam edilmektedir.



Şekil 8. Farklı Menteşeler Üzerinden Ölçülen Tork Değerleri

Sonuçlar

Geliştirilen tork ölçüm düzeneği sayesinde ön kaput menteşelerinin manuel olarak yapılan tork ölçümleri tamamen bilgisayar kontrollü olarak yapılabilir hale gelmiştir. Klasik yöntemle numune alınarak ancak sadece birkaç menteşe üzerinde ölçüm yapılabiliyorken bu sistem kullanılarak çok hızlı, güvenilir ve kolaylıkla ölçümler yapılabilmektedir. Sistem üzerinde yapısal olarak yapılacak küçük değişiklikler neticesinde farklı menteşelerin ve mafsallı parçaların da ölçümü mümkün olabilecektir. Geliştirilen bu tork ölçüm sisteminin sektörde önemli bir boşluğu doldurarak yaygın bir kullanım alanı bulacağı ümit edilmektedir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma, Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu Başkanlığı tarafından 2014-50-01-037 numaralı yüksek lisans tez projesi ve 0409.STZ.2013-2 kodlu Sentez Projesi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı üniversitemize teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- [1] K.Kaya, B.Akdemir, S.Dalmış, “Çapa Traktörleri İçin Tork ve Çeki Kuvveti Ölçüm Düzenineğinin Geliştirilmesi”, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt/Volume:10 Sayı/Number:1 Yıl/Year: 2013
- [2] V.Niskanen, J.Ahola, “Implementing clamp on wireless torque measurement system for rotating shaft applications (UI)”, FI-53851 Lappeenranta, Finland
- [3] Z.Jibin, C.Xia, H.Jianhui, X.Yongxiang, ”Design of a novel fly Wheel reaction torque measurement system based on disturbance observer”, Department of Electrical Engineer, Harbin Institute of Technology, Harbin, China
- [4] D.Petreuş, C.Fărcaş, P. Dobra, D. Moga, “Torque Measurement System Design”, Technical University of Cluj-Napoca, 26-28 Baritiu Street, Cluj-Napoca, Cluj, 400020, Romania
- [5] Y.Perriard, Pierre-Daniel Pfister, “Torque Measurement Methods for Very High Speed Synchronous Motors”, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), 1015 Lausanne, Switzerland
- [6] Li Sun, Hanying Gao, Qingliang Song, Jianhong Nei, “Measurement of Torque Ripple in PM Brushless Motors”, Dept. of Electrical Engineering Harbin Institute of Technology Harbin, 150001, 0-7803-7420-7/02/ 2002 IEEE, China.

- [7] L. Baghli, J. François Pautex, S. Mezani, “Wireless Instantaneous Torque Measurement, Application to Induction Motors”, XIX International Conference on Electrical Machines - ICEM 2010, Rome.
- [8] A. Chiba and T. Fukao, “Super high speed electrical machines,” 2004. IEEE Power Engineering Society General Meeting, pp. 1272–1275, 2004.
- [9] L. Zhao, C. Ham, L. Zheng, T. Wu, K. Sundaram, J. Kapat, and L. Chow, “A highly efficient 200 000 RPM permanent magnet motor system,” in Magnetics, IEEE Transactions on, vol. 43, no. 6, Washington, DC, USA, June 2007, pp. 2528–2530.
- [10] Wendyam F. Traoré, Roy McCann “Torque Measurements in Synchronous Generators using Giant Magneto resistive Sensor Arrays via the Maxwell Stress Tensor”, University of Arkansas Fayetteville, Arkansas USA
- [11] DONG Fang, XU Zhe, "Research on Sine Dynamic Torque Measuring System", 2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering (IWIEE), doi:10.1016/j.proeng.2012.01.371
- [12] Georg Wegener, Thomas Bruns, "Traceability of torque transducer under rotating and dynamic operating conditions", Measurement, doi:10.1016/j.measurement.2009.08.007
- [13] Alan S. Morris, Reza Langari, “Mass, Force, and Torque Measurement, Measurement and Instrumentation Theory and Application”, 2012, Pages 477-496
- [14] M. Köster, M. Thommes, “In-line dynamic torque measurement in twin-screw extrusion process”, Institute of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, Heinrich-Heine-University Duesseldorf, Universitaetsstrasse 1, 40225 Duesseldorf, Germany
- [15] Peter Sue, Derek Wilson, Lawrence Farrand Andrea Kretschmar, “High Precision Torque Measurement on a Rotating Load Coupling for Power Generation Operations”, Engineering Division GE Energy, Greenville, 978-1-4577-1772-7/12/2012 IEEE, South Carolina
- [16] Jan Zakrzewski, “A New Magnetoelastic Transducer For Torque and Force Measurement”, IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Brussels, Belgium, June 4-6, 1996, Chair of Measurement and Control Silesian Technical University, 44-1 01 Gliwice, Poland.
- [17] M. Verazic, I. Ilic, I. Grasparac, “Vehicle drive Wheel torque measurement for the purpose of the vehicle traction systems simulation model evaluation”, June 20-23, 2005, Dubrovnik, Croatia