

AĞIRLIK HASSASİYETLİ YÜK TAŞIYAN BİR KÖPRÜLÜ KREN MEKANİZMASININ KONTROLÜNÜN TASARIMI VE DENETİMİ

Servet SOYGÜDER, Hasan ALLI

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, 23279, Elazığ, Türkiye, ssoyguder@firat.edu.tr

Alınış: 3 Temmuz 2006
Kabul Ediliş: 19 Ekim 2006

Özet: Genel olarak tüm endüstriyel alanlarda, kullanılan malzemelerin, araç ve gereçlerin bir noktadan başka noktalara taşınması çok önemlidir. Hemen hemen tüm fabrikalarda, imalathanelerde ve çeşitli tesislerde malzemelerin taşınması vinç ya da köprülü krenler vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Burada en önemli konu, malzemenin istenilen hedef noktaya hatasız olarak taşınması, çevresinde bulunan diğer yapılara çarpmadan tahribatın önlenmesi ve maliyetin minimuma indirilmesi kaçınılmaz unsurlardır. Bundan dolayı çalışmamızda üç boyutlu kartezyen koordinatlarında bir cismin istenilen her noktaya taşınması için bir köprülü krenin tasarımı gerçekleştirilmiş olup, ayrıca kren mekanizması programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC) ile denetimi hassas bir şekilde yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ağırlık hassasiyetli kontrol, Köprülü kren, PLC Kontrol

Design and Control of a Bridge Crane Mechanism Having Weight Sensitive

Abstract: Generally, moving materials, devices and equipment, used in all industrial areas, from one point to another is very important. Equipment has almost been carried by means of winches or cranes in all factories and workshops. The most important subject is that materials should be carried to the desired points without any mistake, not be crushed any objects in its environment and the cost should be minimized. Therefore; in this study, a bridge crane mechanism has been designed to carry objects to every desired point in three-dimensional space. Furthermore, a bridge crane mechanism has been sensitively controlled by Programmable Logic Controller (PLC).

Key words: Weight sensitivity control, Bridge crane, PLC controller

Giriş

Endüstriyel tesislerde hammadde, yarı mamul ve mamullerin kaldırılması, bir yerden bir yere taşınması ve depolanması işlemlerinde kaldırma ve taşıma makineleri kullanılmaktadır. Kren ve vinç gibi benzeri kaldırma makineleri, malzemeyi veya cisimleri istenen yere taşımak için bir periyotta durma, hızlanma ve yavaşlama gibi işlevlerini gerçekleştirebilirler. Palangalara göre kaldırma kapasiteleri ve yükseklikleri daha fazla olan vinçler, yükleri tek eksen boyunca hareket ettirirler, ancak krenler yüklerin kaldırılması-indirilmesi hareketinden başka yatay ve düşey hareketlerine de imkan sağlarlar. Atölye, fabrika ve antrepo gibi yerlerde etkin olarak kullanılan krenler, yüklerin üç boyutlu ortamda kartezyen koordinatlarında taşınmasını sağlarlar. Vinçleri sadece yükleri kaldıran veya tek bir doğrultuda çeken basit kaldırma makineleri olarak düşünebiliriz. Krenler, üzerinde vinç donanımı da bulunan ve ayrıca öteleme ve dönme hareketlerini de yapacak düzeneklere de sahip olup, yükleri istenilen her noktaya taşıyabilen kaldırma makineleri olarak tarif edilebilmektedir [1-2].

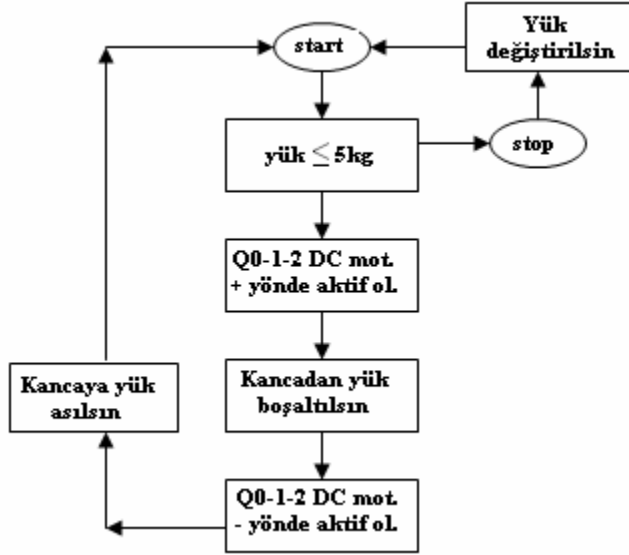
Kreni oluşturan yapıların ve taşıyıcı sistem elemanlarının işlevlerini yerine getirebilmeleri için, işletmede kaldıkları süre içerisinde yeterli dayanım, rijitlik ve dirence sahip olmaları ve aynı zamanda bu süre zarfında tasarımı yükünün üstüne çıkabilecek aşırı yük durumları içinde bir emniyet güvenliğinin bulunması gerekmektedir [3].

Materyal ve Metot

Mekanizma laboratuvar şartlarında yapılmış olup; maksimum çalışma hacmi 1m³ dür. Amaç köprülü kren mekanizmasının bir prototipini oluşturmak ve sistemin PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) cihazı ile taşınacak cisimlerin ağırlıkları referans alınarak denetlenmesidir. Tabi ki gerçek köprülü kren mekanizmalarında köprünün öteleme hareketi hidrolik motorlarla sağlanmaktadır. Ama biz burada laboratuvar şartlarında mekanizmanın bir prototipini yaparak hidrolik motor yerine DC elektrik motoru kullanılmıştır. Mekanizmanın denetiminde başlıca yapılan çalışmanın amacı taşınacak malzemenin ağırlığı referans alınarak cismin üç boyutlu bir ortamda bir noktadan başka bir noktaya taşınmasını sağlamaktır.

Köprülü kren mekanizması dört ana mekanizmadan oluşmaktadır. Şekil.5' de görüldüğü gibi tambur-kanca, kafes, köprü ve araba mekanizmalarından oluşmaktadır. Tambur kancaya asılan malzemeyi o-z ekseni boyunca indirme ve kaldırma hareketini sağlamaktadır. Kafes taşınacak malzemenin çalışma uzayını oluşturmaktadır. Köprü o-y ekseni boyunca malzemeye yatayda hareket sağlar. Araba ise o-x ekseni boyunca köprü üzerinde yatayda hareket

sağlar. Bu mekanizmalar EK.1' deki ladder diyagram programında da görüldüğü gibi Q0.0, Q0.1 ve Q0.2 adresli çıkış elemanları olan DC elektrik motorları olan tahrik elemanlarıdır. Giriş elemanları olarak buton ve duyargalar kullanılmıştır. Ladder diyagram programında giriş elemanları olarak I0.0 adresli start butonu, I0.1 adresli stop butonu, I0.2 adresli loadcell(ağırlık) duyargası ve I0.3, I0.4, I0.5, I0.6, I1.1, I1.2, I1.3, I1.4, I1.5 adresli sınır duyargaları kullanılmıştır. Start butonu mekanizmanın başlama butonudur. Stop butonu mekanizmanın işlevlerini sonlandıran butondur. Loadcell(ağırlık) duyargası Q0.2 adresli çıkış elemanı olan kancayı aşağı-yukarı hareket ettiren DC elektrik motoruna sinyal göndererek aktif hale getirir. Sınır duyargaları ise öteleme hareketi yapan köprü, araba ve kancanın hareket eksenleri boyunca öteleme stroklarını belirler. Bu çalışmada mekanizmaya birçok alıştırmalar yaptırılmıştır. Ek.1' de verilen program alıştırmalardan sadece bir tanesidir. Burada I0.0 start butonu ile giriş sinyali verildikten sonra kancaya asılan yük I0.2 adresli loadcell duyargası tarafından ağırlığı tespit edilir. Bu ağırlığa bağlı olarak analog-dijital dönüştürücü kart giriş sinyali üretir. Bu sinyal PLC içerisinde yazılı olan ladder diyagram programında işlendikten sonra çıkış sinyali üretilir. I0.2 adresli Loadcell malzemenin ağırlığı 5 kg veya daha az ise çıkış sinyali üretmek Q0.0, Q0.1 ve Q0.2 adresli çıkış elemanlarını tahrik etmektedir. Mekanizma denetiminin akış blok diyagramı Şekil.1' de görülmektedir. Bu çalışmada köprü, araba ve kancadan ibaret üç mekanizma aynı anda harekete başlamaktadırlar. Kancaya asılan yük eğer 5 kg'dan fazla ise loadcell çıkış elemanları için giriş sinyali üretmeyerek mekanizma pasif konumundadır.



Şekil 1 Mekanizma denetiminin akış blok diyagramı.

Köprülü Kren Mekanizmaları

Kren mekanizmasının en önemli mekanizma parçalarından birisi yük kaldırma kancasıdır. Krenin kancası atölye içindeki her noktaya erişebilir ve dolayısıyla tek mil makineler hizmet edebilir. Tasarımını gerçekleştirdiğimiz kren mekanizmasının teknik resmi Şekil.2' de gösterilmiştir. Bu teknik resim üzerinden, bir köprülü kren tarafından gerçekleşmesi gereken hareketleri aşağıdaki gibidir[4];

o-z eksenli boyunca düşey hareket, yani kaldırma ve indirme hareketleri.

o-y eksenli boyunca yatay hareket, yani köprünün öteleme hareketi.

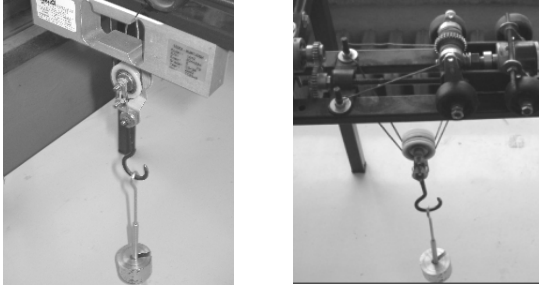
o-x eksenli boyunca yatay hareket, yani arabanın köprü üzerinde yaptığı öteleme hareketi.

Bu sonuçlara göre yukarıda sıralanan şartların sağlanması için kren mekanizmasında gerekli olan diğer parça ve mekanizmalar şunlardır;

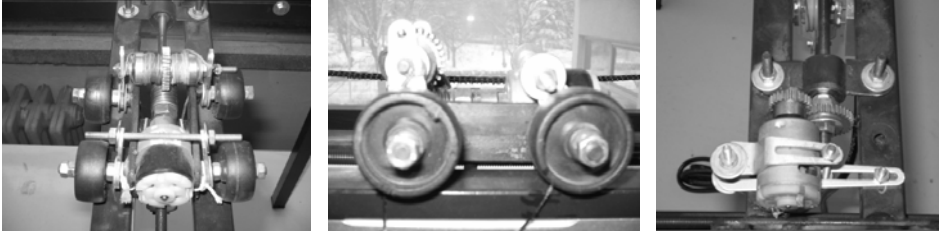
Tamburlu bir kaldırma mekanizması ile kanca mekanizması (Şekil.3) .

Köprü üzerinde o-x eksenli boyunca yatay hareketi sağlayacak bir araba öteleme veya yürütme mekanizması (Şekil.4).

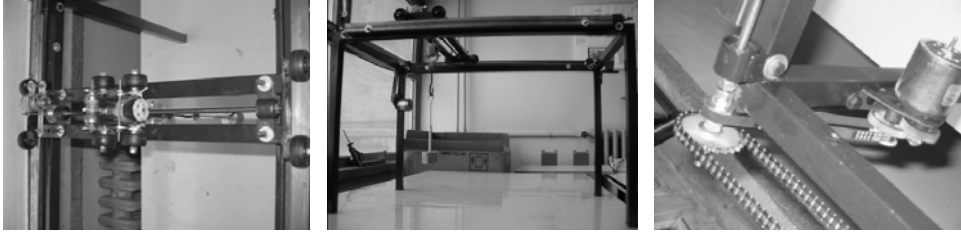
Köprü mekanizmasının o-y eksenli boyunca yatay hareketi sağlayacak bir köprü öteleme veya yürütme mekanizması (Şekil.5).



Şekil 3 Tamburlu kaldırma mekanizması ve kanca.



Şekil 4 Köprü üzerinde hareket eden araba ve yürütme mekanizması.



Şekil 5 o-y eksenli boyunca hareket eden köprü ve yürütme mekanizması.

Kren Mekanizmasının Tasarımı

Üç boyutlu kartezyen koordinatlarında hareket edebilen ve istenilen her noktaya yük taşıyabilen bir köprülü kren mekanizmasının dizaynı laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Kren mekanizması Şekil.6' da da görüldüğü gibi dört ana mekanizmadan oluşturulmuştur.

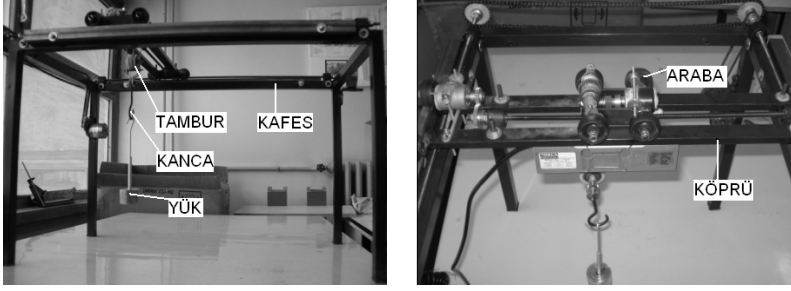
Mekanizmanın çalışma bölgesini oluşturan raylı prizmatik kafes.

Raylar üzerinde o-y eksenli boyunca hareket eden köprü.

Köprü üzerinde o-x eksenli boyunca hareket eden araba.

O-z eksenli boyunca hareket eden kanca.

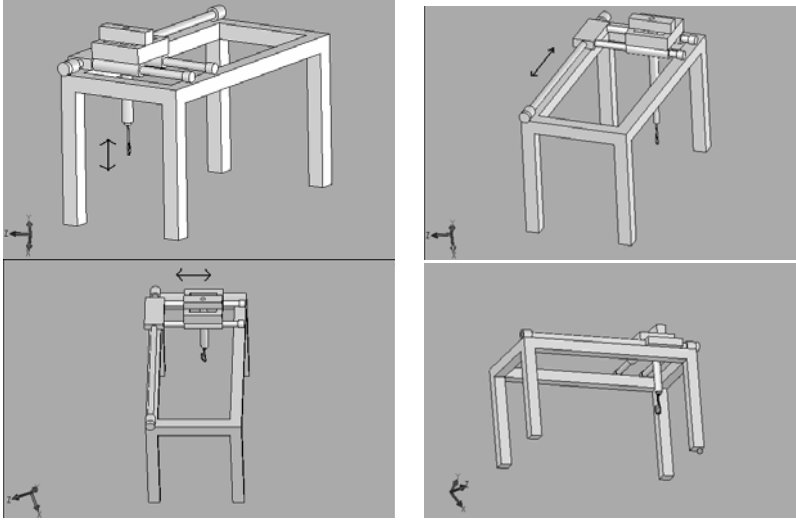
Köprülü kren mekanizmasının çalışma alanı raylı kafesin boyutlandırılması ile belirlenmiştir. Raylar kafesin o-y eksenli boyunca yerleştirilmiş olup üzerinde köprü, araba ve yükü taşıyacak dayanımda imalatı yapılmıştır. Köprü mekanizması raylar üzerinde tekerlekler kullanılarak öteleme hareketini gerçekleştirmektedir. Köprü mekanizması Şekil.5' de görüldüğü gibi DC elektrik motoru ile tahrik edilmektedir. Köprünün hız kontrolü için redüktör kullanılmış olup ve aynı zamanda DC motor zincir dişli takımı ile köprüyü tahrik etmektedir. Diğer bir taraftan yükün o-x eksenli boyunca yükün taşıma işlemi Şekil.4' deki resimde görülen üçüncü mekanizma olan araba ile yapılmaktadır. Arabanın köprü üzerinde ki hareketi aynı kafes sistemi üzerinde bulunan raylar ile sağlanmaktadır. Yine bu raylar üzerinde de araba sahip olduğu tekerlekler ile hareket etmektedir. Köprülü kren mekanizmasını oluşturan dördüncü mekanizma ise tamburlu kaldırma mekanizması ile kancadır.



Şekil 6 Köprülü kren mekanizması.

Kren Mekanizmasının Üç Boyutlu Benzetimi

Üç boyutlu kartezyen koordinatlarında yük taşıyan bir köprülü kren sisteminin laboratuvar ortamında tasarım ve denetimi gerçekleştirilmeden önce bilgisayar ortamında benzetimi gerçekleştirilerek, sistemin çalışma prensibi hakkında genel sonuçlar elde edilmiştir. Sisteme benzetim ile çok farklı alıştırmalar yapılarak, gerçek sistemin denetiminde iş akış döngüsü ve minimum zamanda iş yapabilme kapasitesi tespit edilmiştir. Benzetim Solid Works paket programı ile yapılmıştır. Aynı zamanda benzetimde denetimi yapılan köprülü kren sistemini oluşturan her bir mekanizmaya farklı değerlerde hız ve konum alıştırmaları yapılarak istenen hedefler gözlenerek denetim kolaylığı elde edilmiştir. Benzetimde Şekil. 7’ de görüldüğü gibi çalışma alanı içerisinde bulunan her noktadaki yükü, istenilen hedef noktaya taşıma işleminin yapıldığı görülmektedir. Aynı zamanda sistemin PC ortamında üç boyutlu modellenmesi ve benzetiminin gerçekleştirilmesi, laboratuvar şartlarında imalatının gerçekleştirilmesinde çok kolaylık sağlamıştır. Sistemi oluşturan mekanizmaların hareket kapasiteleri denetlenip ve ayrıca montaj işlemlerinin çok daha az hata ile oluşturulmasına yardımcı olmuştur.



Şekil 7 Köprülü kren mekanizmasının dört farklı konumdaki benzetimi.

Köprülü Kren Mekanizmasının Denetimi

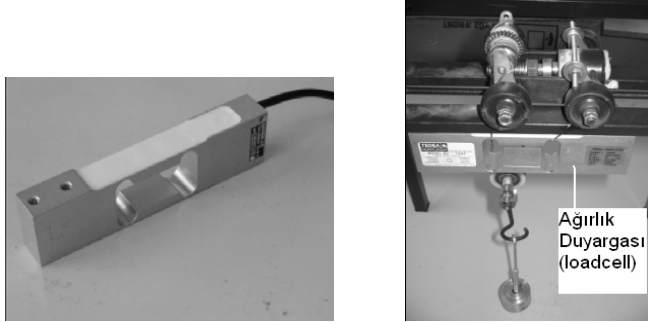
Kren mekanizmasının denetimi için otomasyon cihazı olarak S7-200 Siemens PLC seti kullanılmıştır. PLC cihazı bu denetimi içinde yazılı olarak gerçekleştirdiğimiz ladder (merdiven) diyagramı ile yapılmıştır. Program Ek.1’ de verilmiştir. PLC programı PC ortamında yapılan dijital bir program olduğundan elektronik kontrol devresi kullanılmayarak hem maliyet düşürülmüş hem de çok daha hassas denetim gerçekleştirilmiştir. Elektronik kontrol devresinin oluşturulmasında temel araçlar olan zaman röleleri, sayaç ve kontaktör gibi elemanlar kullanılmayarak sayısal ortamda denetim gerçekleştirilerek hem maliyet çok daha azaltılmış olup hem de bu araçları aktivite edecek enerjiye ihtiyaç kalmayarak enerji tasarrufu sağlanmıştır. Aynı zamanda PLC denetim ile sistem denetiminde oluşan hatalar PLC otomasyon kartında ki giriş ve çıkışlardan birebir tespit edilebilmektedir. Bu da elektromekanik devrede oluşan her bir eleman için harcanan hata tespit süresini minimize etmiştir. Köprülü kren mekanizması bir yükü bir yerden başka istenen bir yere taşıma işlemini tamamen programlanabilir dijital kontrol ile gerçekleştirilmiştir.

Mekanizmada Kullanılan Duyargalar ve Tahrik Elemanları

Tasarımı ve denetimi gerçekleştirilen bu mekanizmanın en önemli özelliği, yükün ağırlığı referans alınarak taşıma işleminin yapılıp yapılmama durumu için karar mekanizması oluşturulmaktadır. Yani kancaya takılan yük kren mekanizmasının taşıyabileceği kapasite aralığında ise taşıma işlemi gerçekleştirilmektedir. Aksi takdirde taşıma işlemi olmamaktadır. Bu özellik mekanizma için çok önemli bir denetim hassasiyetidir. Bu Şekil.8’ de görülen loadcell (ağırlık) duyargası ile sağlanmaktadır. Bu şekilde bir denetimin mekanizmaya birçok yararı ve fiziksel olarak da birçok oluşacak iş kazalarının önlenmesi demektir. Ayrıca kren sistemini oluşturan elemanların dayanımlarını göz önüne alınarak ve sisteme zarar verebilecek ağırlıktaki yüklerin taşınımı engellenerek oluşacak hasarlar önlenmiştir. Günlük hayatta atölyelerde ve birçok iş alanlarında böyle mekanizmaların denetimsiz olarak çalıştırılması sonucu malzemelerin hem ömrünün kısaldığı hem de ölümcül iş kazalarının olduğu görülmüştür. Loadcell (ağırlık duyargası) köprülü kren mekanizmasında yükün asıldığı kancanın üst kısmı olan köprü mekanizmasına monte edilmiştir. Tasarımını ve denetimi laboratuvar ortamında gerçekleştirilen köprülü kren mekanizması maksimum 5 kg’lık yükü taşıyabilecek dayanımda imal edilmiştir. Taşınacak yük kancaya asılmak suretiyle loadcell’ de 4mA ile 20mA arasında analog sinyaller üretilerek, PLC’nin analog-dijital kart dönüştürücüsüne verilir. Bu karta gelen analog değerler dijital (sayısal) değere dönüştürülür. PLC programında yapılan ladder diyagramında bu sayısal değer on-off denetimi uygulanarak çıkış sinyali gerçekleştirilir. Bu sinyal aralığı kren mekanizmasının yükü taşıyabilecek sınırları arasında ise ilk hareket tambura verilerek işlem başlatılır. Ayrıca köprülü kren mekanizmasının da denetimi daha hassas ve daha verimli hale getiren sınır duyargaları olan mekanik swichler kullanılmıştır. Sınır duyargaları ile hareketleri sınırlanan mekanizmalar şunlardır;

Taşınacak yükün kancaya asıldıktan sonra o-z eksenini boyunca kaldırma ve indirmedeki düşey hareketi sınır duyargaları ile sınırlandırılmıştır.

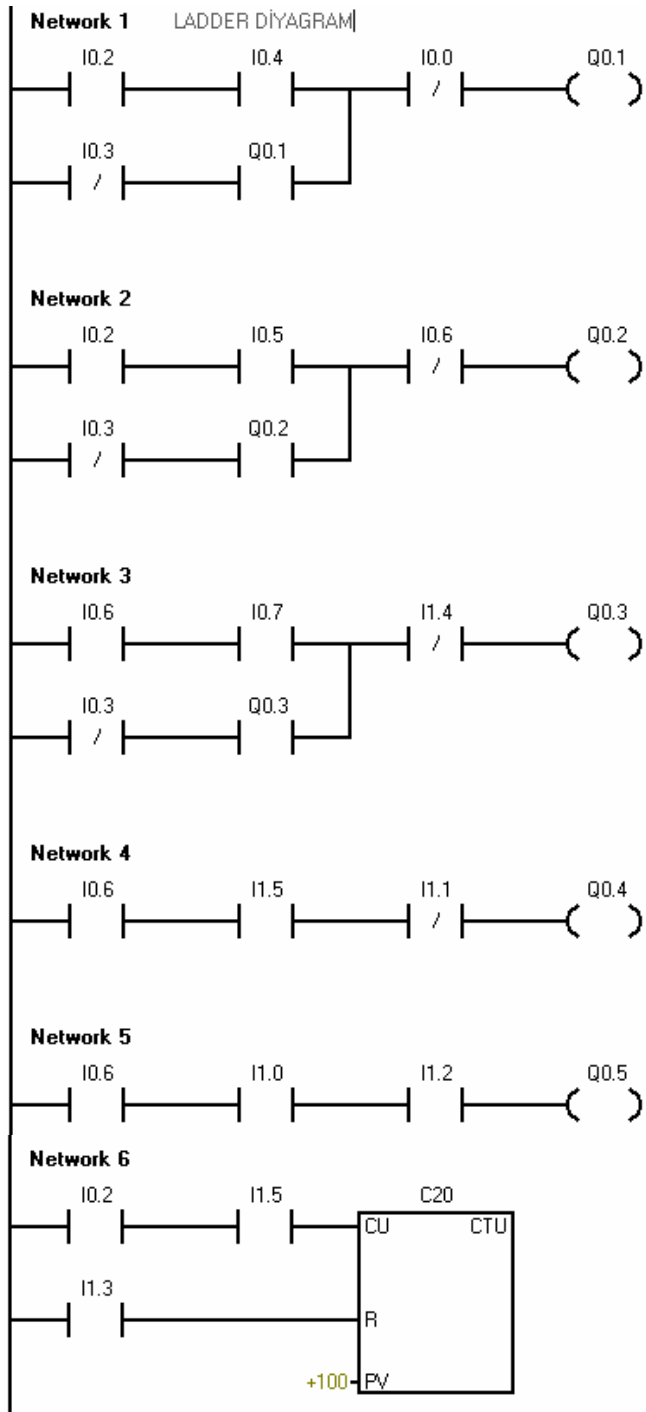
Köprü üzerinde o-x eksenini boyunca hareket eden araba, sınır duyargaları ile sınırlandırılmıştır. o-y eksenini boyunca hareket eden köprü mekanizması, sınır duyargaları ile sınırlandırılmıştır.,



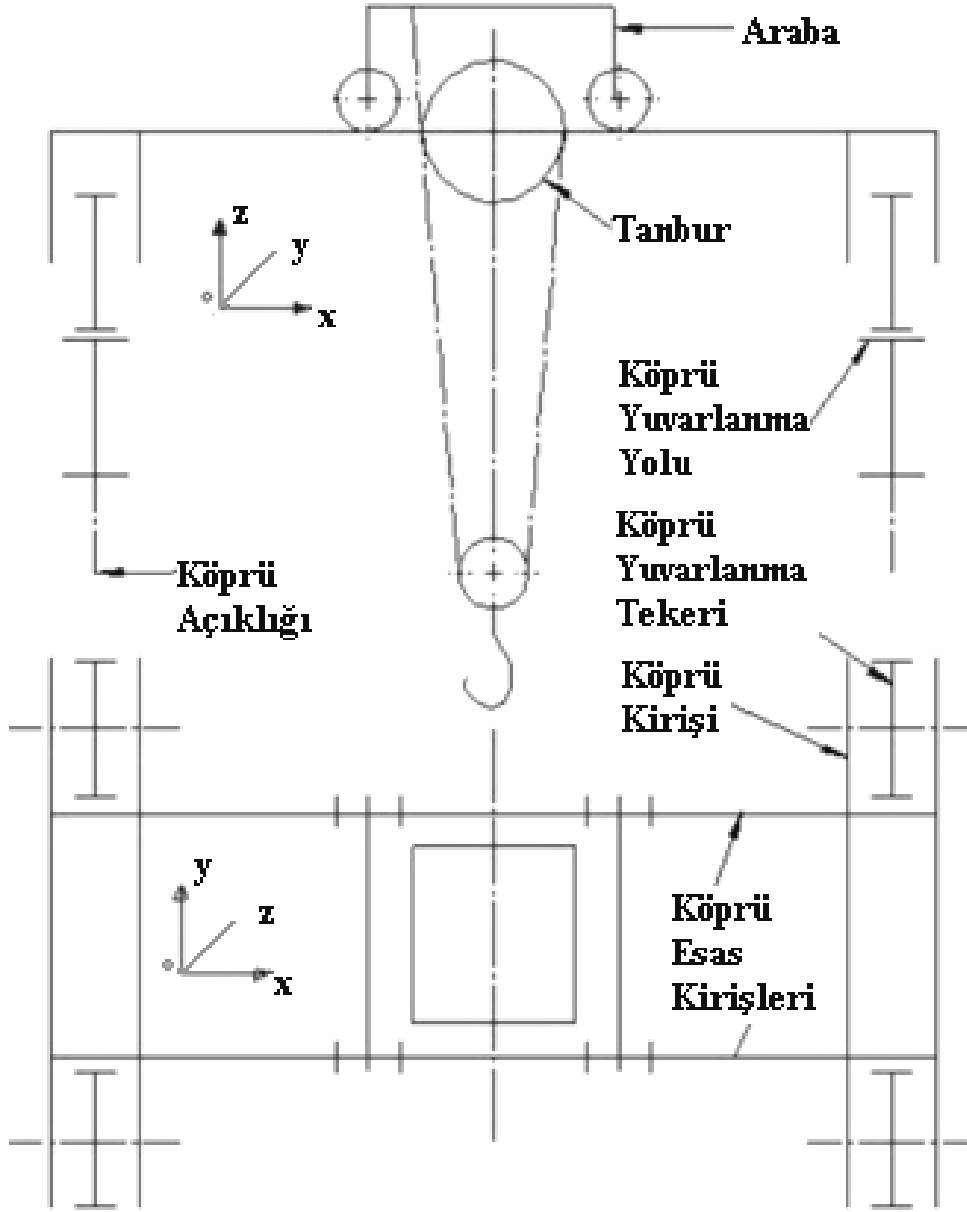
Şekil 8 Köprülü kren mekanizmasında kullanılan ağırlık duyargası.

Sonuç ve Tartışma

Sistemin denetimi için; çok fonksiyonlu, mantık uygulamalarının hızlı ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirildiği S7-200 Micro PLC seti ve analog-dijital dönüştürücü kart kullanılarak ladder(merdiven) diyagram yazılımı ile sağlanmıştır. Sistemde ağırlık duyargası ile sınır duyargaları kullanılarak denetim çok daha kolaylaştırılmış olup aynı zamanda verimliliği arttırmıştır. PLC ile denetimde ayrı bir elektronik devre kullanılmadan sistemin denetimi sayısal ortamda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sistemi oluşturan mekanizmaların hareket ve çalışma prensipleri Solid Works adlı paket programı ile benzetimleri gerçekleştirilip gerçek uygulama hakkında yararlı alıştırılmalar elde edilmiştir.



Ek 1. Programlanabilir Mantıksal Denetleyici Programı



Ek 2. Köprülü kren mekanizma teknik resmi.

Kaynaklar

1. CVETICANIN L. Dynamic behavior of the lifting crane mechanism . Mechanism and Machine Theory. 30: 141-151,1995
2. ERASLAN FN. On the synthesis of certain straight-line mechanisms. Mechanism and Machine Theory. 14:299-30,1979
3. MOPPERT C. A self-balancing crane. Mechanism and Machine Theory. 9: 359-366,1974
4. T. ARITAN., D. KÖKTÜRK., Kaldırma ve Taşıma Makinaları, İnkilap ve Aker Kitapevi, İstanbul, Türkiye, 1973