

ITUHAND ROBOT EL VE MAYIN TEMİZLEME ALANINDA KULLANILABİLİRLİĞİ

Savaş DİLİBAL^(a), Hüseyin DİLİBAL^(b)

^(a) KTBK. Topçu Alayı, Lefkoşa, KKTC. savas15@yahoo.com

^(b) İzmir, dilibal2000@yahoo.com

ÖZET

Robot uygulamalarında uç eleman olan tutucular ve çok maksatlı robot eller, önceleri sadece boyama ve kaynak işlemlerinde kullanılırken bugün gelişen teknolojiye paralel olarak montaj, taşıma, imalat gibi birçok alanda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Robot ellerde eklem hareketi için gerekli gücü sağlayan çeşitli hareketlendirici teknolojileri bulunmaktadır. Hidrolik, pnömatik sistemler ve elektrik motor sistemleri en yaygın kullanılan hareketlendirici teknolojileridir. Son yıllarda şekil bellekli alaşım kullanılan hareketlendirici sistemler de geleneksel hareketlendirici sistemler yanında giderek önem kazanmaya başlamıştır. Proje kapsamında, daha önce prototip üretimi gerçekleştirilen ve Kara Harp Okulu'nda XXnci Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi'nde Ürün Geliştirme ve Tasarım alanında sunumu yapılan nikel-titanyum (Ni-Ti) hareketlendirici teknolojisi kullanılan SMA Robot Elin dizaynında ve çalışma sistemlerinde değişiklik yapılarak ITUHand Robot El prototipi oluşturulmuştur. ITUHand Robot El'in mayın temizleme gibi askeri bir alanda kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mayınlar, Hünerli Robot El, Şekil Bellekli Alaşımlar, Ni-Ti Alaşımı

ABSTRACT

Grippers and general purpose robot hands, which are end effector elements in robot applications, have used previously in the painting and welding operations. With developing technology, they are employed seriously in various industrial operations such as transferring, assembling, manufacturing. There are various technological actuators of robot hands which give the power for the joint motion. Hydraulic, pneumatic systems and electrical motor systems are very common actuator technologies. However, the actuator systems, which are employed shape memory alloys, take importance recently, besides traditional actuators. In this study, we have made a change in prototype SMA Robot Hand, which is presented in Army Academy XXth Operation Research and Industrial Engineering Congress in Product Development and Design area. A new prototype, ITUHand Robot Hand, is developed using Ni-Ti shape memory alloy and a set of studies were performed in order to check to compatibility of the system in the mine clearance area.

Keywords: Mines, *Dexterious Robot Hand*, Shape Memory alloys, Ni-Ti alloy

1. GİRİŞ

Dünyada 110 milyon civarında olduğu tahmin edilen patlamamış mayınların, tespit ve temizlenmesi için yapılan çalışmalar, sensör, programlama ve hareketlendirici teknolojilerinde devam eden gelişmelerle her geçen gün daha da hızlanmaktadır. Sadece Afganistan'da bulunan mayınların temizlenmesi için bugünkü teknolojiyle en az 7 yıl gerektiği [1] düşünüldüğünde gerekli araştırma geliştirme faaliyetlerinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Yapılan araştırmalarla mayın temizleme sistemleri, daha az risk faktörü bulunan ve daha güvenli sistemlere doğru yönelmektedir.

Mayın temizleme sistemlerinde genel olarak iki alt görev bulunmaktadır. Bunlardan birincisi mayını arama ve tespit görevi, ikincisi ise imha veya etkisiz hale getirme görevidir [2]. Bu görevlerin ifasında kullanılan sistemler ;

- Manuel ; insan gücü ve dedöktörlerin kullanılması
- Mayın tespit köpeklerinin kullanılması
- Mekanik mayın temizleme sistemlerinin kullanılması
- Robotik sistemlerin kullanılması şeklinde 4 ana grupta toplanabilir.

1.1. Manuel ; insan gücü ve dedöktörlerin kullanılması

Bu alanda en son geliştirilen non-metalik mayın dedektörleri sayesinde arama yapılan zeminin iletkenlik veya yoğunluğunda bir değişiklik olduğu sinyalle operatöre ikaz edilmektedir. Böylece dedektörle, metal veya hiç metal ihtiva etmeyen mayınlar tespit edilebilir hale gelmiştir [3]. Fakat mayın dedektörü ve operatörü ile mayın arama sistemi, daima yüksek dikkat gerektiren, oldukça zaman alan ve arama hızı artırıldığında risk faktörü artan bir sistemdir.

1.2. Mayın tespit köpeklerinin kullanılması

Mayın tespit alanında özel eğitilmiş köpeklerin kullanılması, patlayıcı madde buharına karşı koku alma duyularındaki yüksek kabiliyet sayesinde insan yapımı mayın dedektörlerinden çok daha hassas ve verimli bir sistemi ortaya çıkarmaktadır [4]. Ayrıca mayın tespit köpekleri değişik arazi ve iklim şartlarında kullanılmaya elverişlidir. Fakat mayın tespit köpeğini uzun sürelerle tespite yönelik mayın temizleme görevinde kullanmak çok güçtür. Bu alanda köpek, fare, arı gibi koku alma duyuları kuvvetli hayvanlar ile doğal ve yapay biosensörler üzerinde birçok araştırma halen devam etmektedir.

1.3. Mekanik mayın temizleme sistemlerinin kullanılması

Mayın temizleme alanında mekanik mayın temizleme sistemlerinin kullanılması, sistemin en az risk faktörü içeren sistemlerden biri olması nedeniyle gün geçtikçe artarak devam etmektedir. Bu alanda aynı amaca hizmet eden farklı dizaynlarda bir çok askeri zırhlı araç prototipi denenmektedir. Mekanik mayın temizleme araçları genel olarak mayın üzerinde yüksek basınç oluşturarak mayını infilak ettirme amacı gütmektedir. Kullanılma alanları genelde kolay manevra imkanı sağlayan, düz, çok fazla engel özelliği göstermeyen mayın tarlalarıdır.

Mekanik mayın temizleme sistemleri maliyetleri göz ardı edildiğinde manuel sistemlere göre daha güvenilir ve daha az riskli sistemlerdir. Fakat mekanik sistemleri düşünürken bakım ve lojistik imkanları ile yüksek maliyetlerini daima göz önünde bulundurmamak gereklidir.

1.4. Robotik sistemlerin kullanılması

Robotik sistemlerin mayın temizleme alanında kullanılması ile ilgili araştırmaların hızlanmasının temel nedeni; bu alanda kullanılan yüksek teknoloji ürünlerinin hızla gelişmesi ve kullanılan bu teknolojiyle daha seri bir şekilde sonuç alınabileceği düşüncesidir.

Keşif ve istihbarat amaçlı kullanılan insansız hava araçları yanında askeri alanda mayın, bubi tuzakları veya patlamamış mühimmat içerdiği tahmin edilen bölgelerde insansız kara araçları veya robotların kullanılması çalışmalarıyla en az risk içeren ileri teknoloji sistemlerinin kurulması amaç edinilmektedir. Bu alanda ABD. Ordusu tarafından prototipi tamamlanan dört robot Ağustos 2002'de Afganistan'da kullanılmıştır [5] (şekil 1.1).



Şekil (1.1) ABD. Ordusu tarafından Afganistan doğu bölgesindeki mağaralarda test çalışmaları yapılan Hermes Robot [5].

Robotik bir mayın temizleme sisteminin alt sistemleri; mobil sistem, mayın tespiti için çok yönlü sensör sistemleri, imha/etkisiz hale getirme sistemi ve komuta/kontrol sistemi olmak üzere dört ana gruba ayrılabilir [6]. Robot teknolojisindeki hızlı gelişmeler her bir alt sistemi kendi içerisinde en iyi noktalara doğru götürmektedir. Amaç mayın temizleme ve patlamamış mühimmat imhasında bütün alt sistemleri en iyi şekilde içerisinde barındırabilecek optimum ölçülerde, riski az, güvenilir, hafif ve maliyeti en düşük robot sistemini oluşturmaktır.

Robotik bir mayın temizleme sisteminde imha/etkisiz hale getirme alt sistemi, bir uç etkileyici veya çok maksatlı bir kavrayıcıdan oluşmaktadır. Seçilen çok maksatlı kavrayıcının imha/etkisiz hale getirme ile ilgili görevi yaparken riskli ortamlarda hasara uğrayabileceği değerlendirildiğinde, sistemin basit, düşük maliyetli ve yenilenebilir olması ön plana çıkmaktadır.

2. ITUHAND ROBOT EL'İN TASARIMI VE ROBOT ELDE KULLANILAN ALT SİSTEMLER

Genel olarak robot el sistemleri incelendiğinde kullanılan en yaygın sistemlerin geleneksel robot hareketlendirici düzenekleri olarak adlandırılan hidrolik, pnömatik ve elektrik motor sistemleri olduğu görülür [7]. Bu alanda şekil bellekli alaşımlar, robot el ve diğer hareketlendirici sistemlerine yeni bir ivme katmaktadır. Artık elektronikte sensör sistemlerinden, tıpta kan basıncı test valflerine, otomotivde radyatör fanlarından, robotikte çok bacaklı mobil robot sistemlerine kadar değişik alanlarda şekil bellekli alaşımların kullanıldığını görmek mümkündür. ITUHand Robot El prototipinde de, dünyada kullanımı hızla artmakta olan nikel-titanyum şekil bellekli alaşım kullanılmıştır.

Nikel-Titanyum (Ni-Ti) alaşımında şekil bellek etkisinin keşfi 1962'de W.J.Buehler ve arkadaşları tarafından A.B.D. Deniz Savaş Araçları Laboratuvarında olmuştur. Ticari

ismiyle Nitinol (**Ni-Ti Naval Ordnance Laboratory**) olarak adlandırılan bu alaşım deformasyon ve sıcaklığa bağlı olarak çok güçlü mekanik bellek göstermektedir [8].

Hareketlendirici teknolojileri ve bunların güç/ağırlık oranları arasında bir karşılaştırma yapıldığında hareketlendiricinin en hafif olması güç/ağırlık oranında en yüksek olması istenilen bir özelliktir. Nikel-titanyum alaşımının güç/ağırlık oranının yüksek olması tutma işleminin daha kuvvetli olmasını sağlamaktadır.

Şekil bellekli alaşımlar termoelastik martenzitik faz dönüşümü sonucu martenzit fazda belirli bir sıcaklıkta makro yapıda, plastik deformasyona uğratıldıklarında daha yüksek bir sıcaklığa ısıtıldıklarında tamamen geri bir hareketle ilk şekillerini alan alaşımlardır. Yani düşük sıcaklıktan (martenzit fazdan), beta fazına (ostenit faz, ana faz) geçiş difüzyonsuz olarak tamamlandığından gerçekte plastik olan deformasyon aslında termoelastik bir faz dönüşümüdür. Ms (Martenzit start) sıcaklığında başlayan martenzit plakaların oluşması Mf (Martenzit final) sıcaklığında % 100 martenzit plakaların oluşumu ile son bulur. Alaşıma çift yönlü şekil belleği kazandırılmış ise tekrar ısıtma ile beraber As (Austenit start) ile başlayan ana faza geçiş Af (Austenit final) ile son bulur.

ITUHand Robot El içerisinde Ni-Ti şekil bellekli alaşımın faz değişimi kullanılarak elde edilen parmak hareketleri, alaşıma çift yönlü şekil belleği verilerek sağlanmıştır. Şekil 2.1'de gösterilen ITUHand Robot El uzaktan kontrol ve mobil sisteme uygun olarak dizayn edilmiştir.



Şekil 2.1 ITUHand Robot El

Sistem; kavrama, bırakma ve kontrol alt sistemlerinden oluşmaktadır. Kavrama hareketi daha önce SMA Robot El üzerinde yapıldığı gibi yine alaşımın üzerinden elektrik akımı geçirilerek ısıtılması ile sağlanmıştır [9]. Robot elin kontrol sisteminde dış kontrol değişkenlerinden kuvvet (basınç değişimi) verileri kullanılmıştır. Baş parmak içerisine sistemde basınç şalteri ile irtibatlı içi sıvı dolu elastik bir boru uzatılmıştır. Parmakların kapanmasıyla birlikte uygun kavranması sağlanan malzeme, elastik boruya basınç uygulamakta ve uygulanan basınçla ısıtma alt sisteminde bulunan elektrik devresi açılmaktadır. Böylece parmakların ısınması durmakta ve uygun kavrama sağlanmaktadır. Değişik basınç değerlerine göre ayarlanabilen basınç

kontrolü, sistemde sürekli bir faaliyet olarak devam etmektedir. Parmaklar üzerinden soğutucu sıvı geçirildiğinde ise kavramanın tersi yönde bırakma hareketi oluşmaktadır. Sistemde kullanılan alaşım inceltirilerek kavrama ve bırakma hareketleri hızlandırılmıştır.

ITUHand Robot EI sisteminin en büyük avantajı sistemin basit ve ekonomik olmasıdır. Sistemin gürültü yapmadan, çevreyi kirletmeden çalışması diğer bir avantajıdır. Sistemi 3 veya 12 volt gibi düşük voltajlarda kullanma kolaylığı vardır. Mayın temizleme, patlamamış mühimmat ve tuzaklanmış sistemler gibi risk taşıyan bölgelerde görev yapacak robot sistemlerinin hafif, ekonomik ve basit çalışma prensibine sahip olması, oluşturulacak prototip çalışmada her zaman istenilen özelliklerdir. ITUHand Robot EI, bu alanda üç özelliği de içerisinde bulundurmaktadır. Robot elin parmak kavrama ve bırakma hareketleri özel görevler için kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Bundan sonrası için yapılması gereken tek işlem gelişen durumlar için amaca uygun parmak hareketlerini oluşturmaktır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde teknolojik kullanımı hızla yaygınlaşan şekil bellekli alaşımlar, savunma teknolojileri ve uzay araştırmalarında artık diğer sistemlere tercih edilir hale gelmiştir. Prototipi oluşturulan ITUHand Robot EI ile Ni-Ti parmaklardan oluşan sistemin robot el tasarımlarında etkin bir şekilde kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

Oluşturulan prototip sistemde, basınç şalteri üzerinde oluşan basıncın sayısal olarak alınması sağlanarak, bu değerlerin bir bilgisayar programına veri olarak girilmesi ile ITUHand Robot EI'nin kontrolü bilgisayarlı kontrole dönüştürülebilir. Sistemin uzaktan kontrol yeteneği, parmaklar üzerine yerleştirilecek kamera ve sensör sistemleri ile kolay bir şekilde daha geniş bir boyuta çıkarılabilir.

Sistem, patlamamış mühimmat ve tuzaklanmış sistemlerin uzaktan risksiz bir şekilde imhasında, mobil bir kaide ile birlikte, etkin bir şekilde kullanılabilir. Sistemin basit, hafif ve ekonomik oluşu her zaman için tercih sebebi olmaktadır.

TEŞEKKÜR

Projemizde yardımlarından dolayı İTÜ Makine Fakültesi Dekanı Prof.Dr. Mehmet DEMİRKOL'a, Prof.Dr. Adnan DİKİCİOĞLU'na, Prof.Dr. Mustafa ÜRGEN'e, Prof.Dr.Lütfi ÖVEÇOĞLU'na ve Dr. R.Murat TABANLI'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] www.un.org/depts/dpko/mine , 16-24 Ağustos 2002.
- [2] P.Likco, S.Havlik (1997), "The demining flail and system BOZENA", International Workshop on Sustainable Humanitarian Demining", s4.9-11.
- [3] KKY 5-3 Mayın Dedektörleri , İS.Ok Eğt. Mrk.K.İığı, 1999.
- [4] Maki K. Habib (2002), "Mine Clearance Techniques and Technologies for Effective Humanitarian Demining", Journal of Mine Action, 6.1.
- [5] Smith T., (2002) , "U.S. Tests Robots in Afghanistan", Associated Press, Temmuz 30,1.
- [6] Hirose S., Kato K. (1998), "Quadruped walking robot to perform mine detection and removal task" , Proceedings of the 1998 Clawar.

- [7] Dilibal S., Güner E.,Akturk N. (2002), "Three-finger SMA Robot Hand and Its Practical Analysis", *Robotica*, 20,175-180.
- [8] Selimbeyođlu E., (1992), "Design of shape memory alloy actuators", Ph. D. Thesis, METU Ankara.
- [9] Dilibal S.,Güner E. (1999), "Üç parmaklı SMA Robot El'in yapımı ve endüstriyel alanda karşılaştırılması", Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği XX. Ulusal Kongresi, Kara Harp Okulu, Ankara.