



tmmob
makina mühendisleri odası
istanbul şubesi

III. NECDET ERASLAN 2007

S
A
R
a
i
k
2
0
0
7

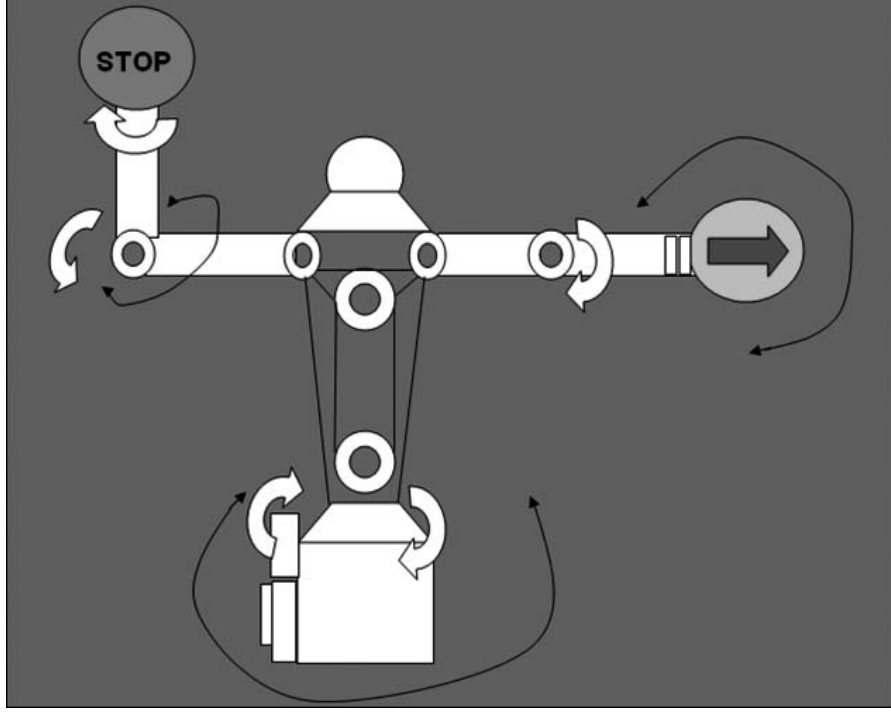
Robotikte
Bilim
ve
Teknoloji

Proje Yarışması-II

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI
2007

TRABOT
(TRAFİK ROBOTU)

Bülent CİNDORUK



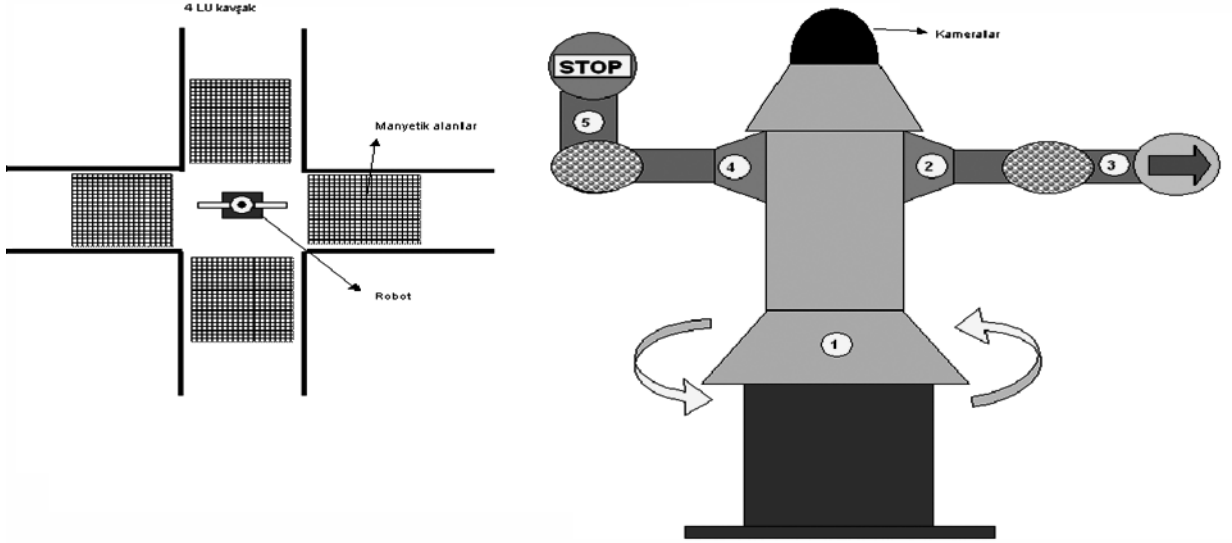
Benim projemin ana fikri, kalabalık kavşaklarda bulunan ve ağır şartlarda çalışan trafik polislerimizin yerine trafik akışını yönetmesi ,yönlendirmesi yapacak trafik akışını yoğun kısımları rahatlatmak üzere önceliklendirecek geçiş önceliği bulunan araçların (ambulans, itfaiye gibi) geldiği bölgeyi çok önceden GPRS yardımıyla bilecek ilgili güzergahı anında önceliklendirecek, ışık ihlallerini belgelendirebilecek (fotograf, video kayıt gibi) Ve bu bilgileri anında GPRS internet vasıtası ile trafik merkezlerine yönlendirecek basit bir 5 eksenli Robot yapmaktır, Robot öncelikle alt gövde sabit kısım , orta gövde ,baş, iki eklemlili ışıklı iki kol şeklinde olacak, her bir eklem motor sürücüler ile plc ve bilgisayara bağlanacaklar ,bilgisayarda verileri istenilen hatta yönlendirecek, dörtlü kavşak yollarına araç yoğunluğunu hissedecek

Manyetik kablolar döşenecek , bu veriler doğrudan robot bilgisayarına iletilecek, Robot yoğun olan hattı önceliklendirerek akışı hızlandıracak her şey normal ise araç gelme zamanına ve trafik kurallarına göre önceliklendirecek, robot üst tarafında bulunacak kameralar ile her daim görüntü alınabilecek istenildiği taktirde uzaktan kumanda edilebilecek, sonuçta isterseniz anons bile yaptırabilirsiniz, Bu projenin amacı trafik akışı içerisindeki insan faktörünü zararlı ortamdaki (gazlar, kaza vs.) uzak tutmak ,trafik polislerinin asayiş ile uğraşmalarını sağlamak (hırsızlık, kap-kaç vs.) Trafik kuralı ihlallerini kayıt altına almak 7 gün 24 saat boyunca yaz kış kavşak yönetimini sağlamak.

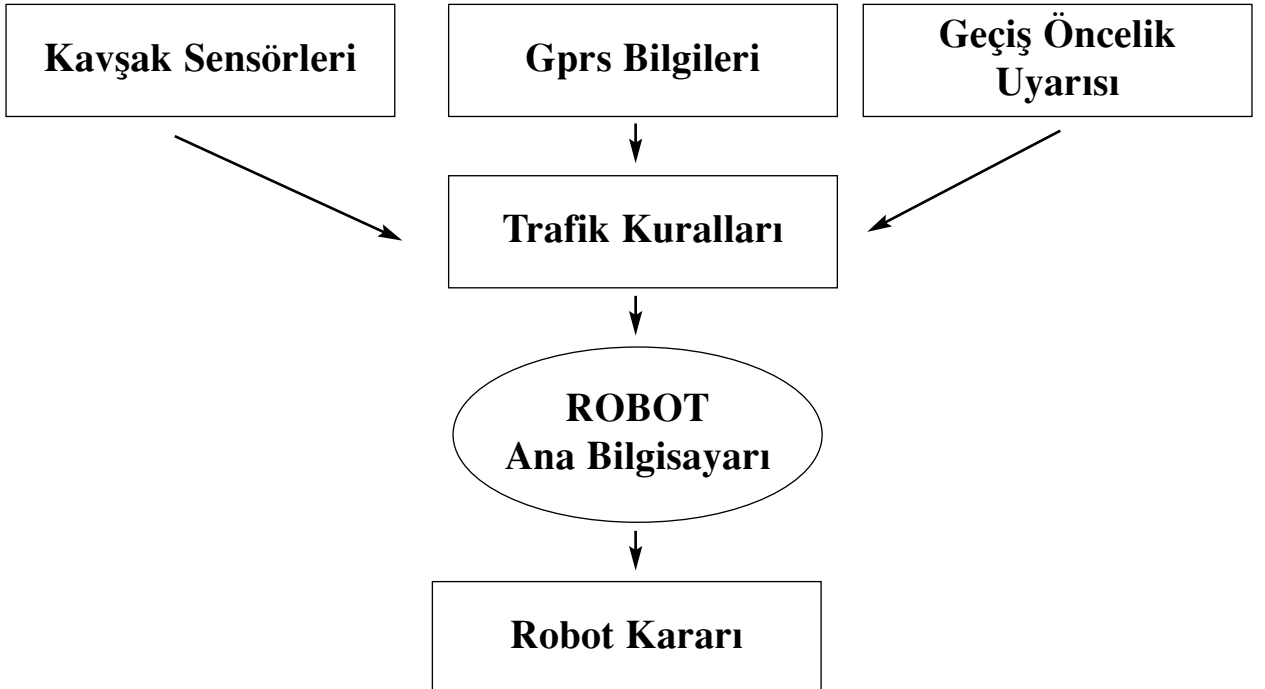
KAVŞAK YÖNETİMİ GİRİŞİ

Günümüzde, tipik bir kent içi ulaşımının taşıt-km birimiyle değerlendirildiğinde üçte ikisi, taşıt-saat birimiyle değerlendirildiğinde üçte ikisinden daha büyük bir oranı, ışıklı işaretler ile kontrol edilen karayolu ağlarında gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, kent içi karayolu ulaşımının performansı büyük ölçüde karayolu trafiğinin kontrolünde elde edilen başarıya, karayolu trafiğinin kontrolündeki başarı ise, trafik ışıklarının kontrolünde sağlanacak kaliteye bağlıdır. Bu kaliteyi artırmak için makina kullanmak kaçınılmazdır. Hatasız yönetim gerekir. Tasarladığım robot ise bu göreve taliptir.

Kavşaklarda yol üzerinde döşenecek sensörler robota bilgi gönderecek; araba sayısı, dolu yön, bekleme süresi vs.



Kavşak Çalışma Prensibi



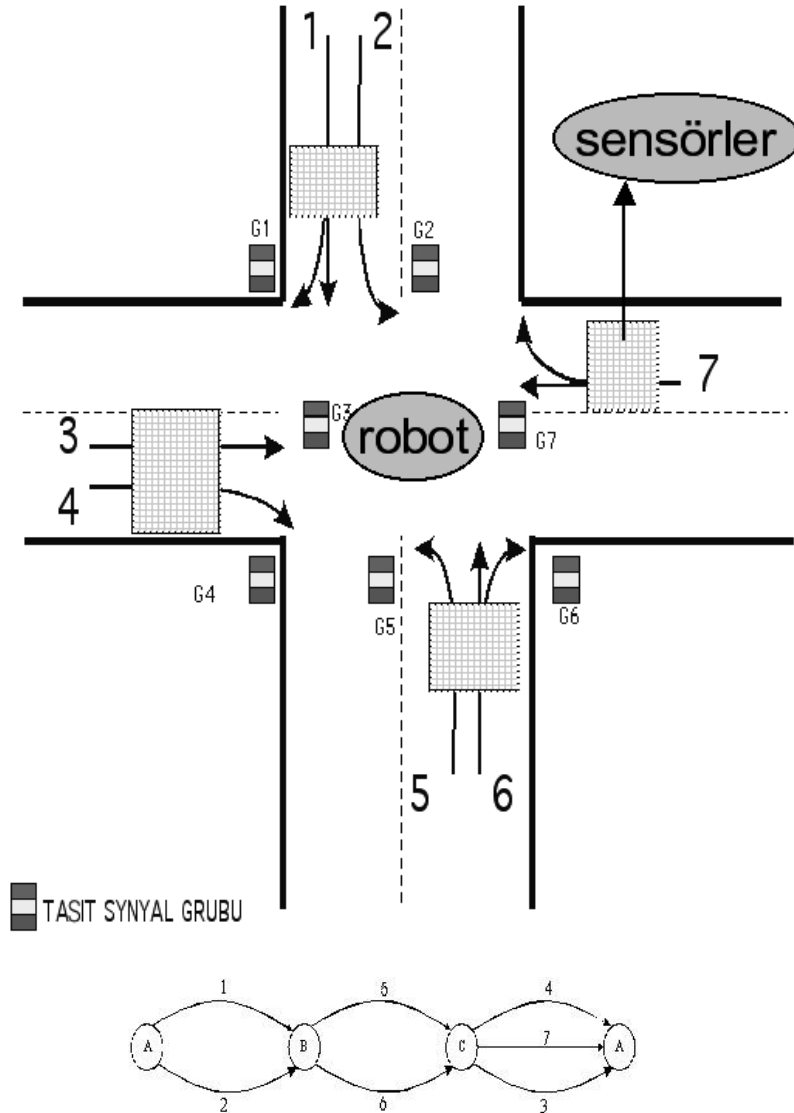
KAVŞAK YÖNETİMİ

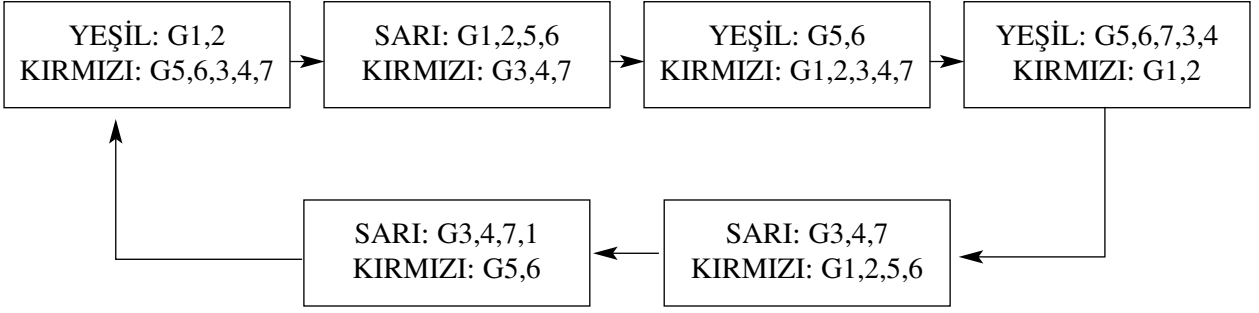
Gözönüne alınan kavşağın (şekil 4) faz planı üç faz üzerinden yapılmıştır. A fazında 1 ve 2 nolu akımlar, B fazında 5 ve 6 nolu akımlar, C fazında ise 3-4-7 nolu akımlar yol hakkı almaktadır. Faz diyagramı şekil 5’ te verilmiştir.

Şekil 4. Gözönüne alınan dört kollü kavşak

Şekil 5. Faz diyagramı

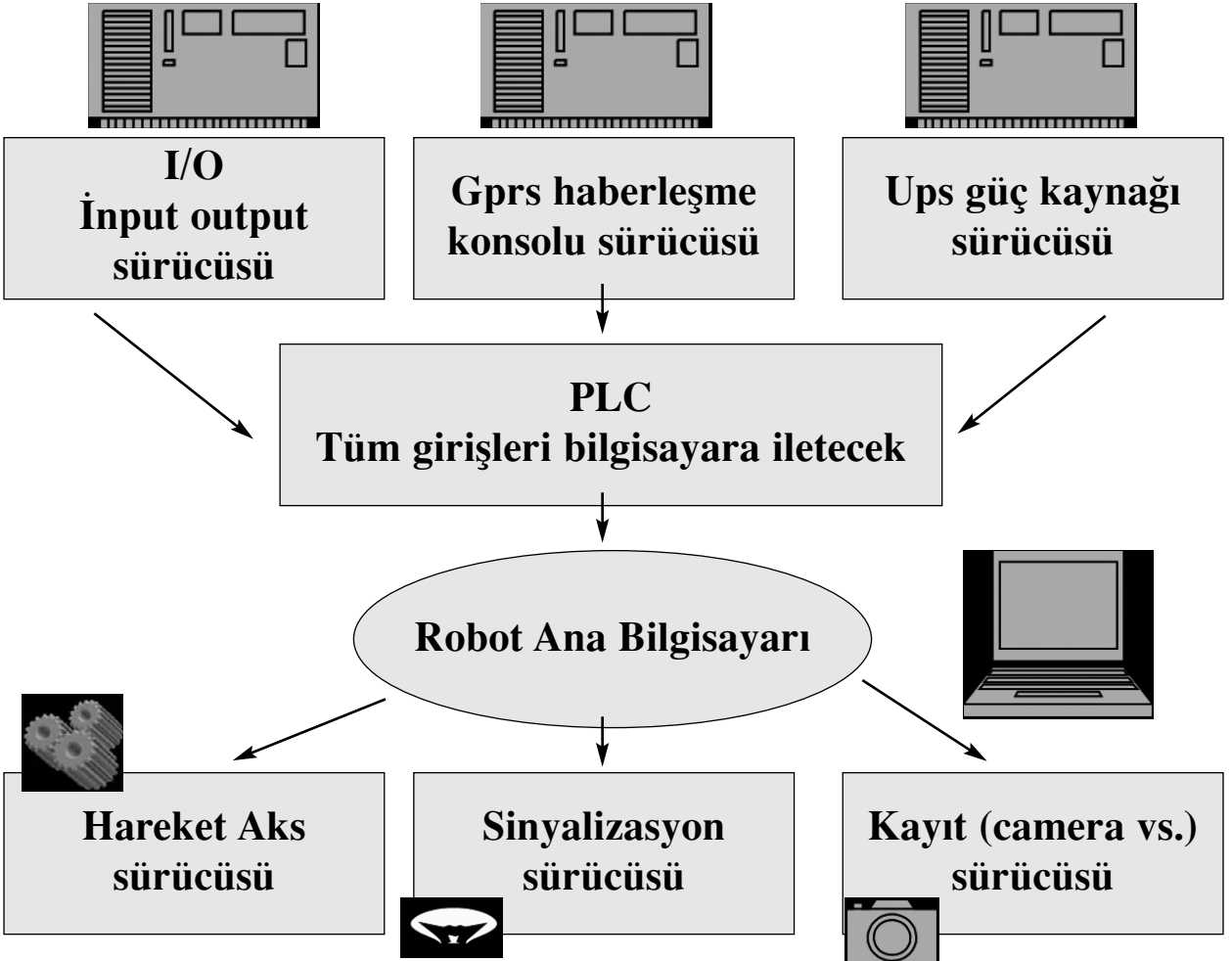
Sinyal planı da bu doğrultuda yapılmıştır. Buna göre 1 ve 2 nolu sinyal gruplarına yeşil yanar iken diğerlerine kırmızı yanar. A fazı yeşil süresi sonunda 1-2-5-6 nolu gruplar sarıya dönerken, 3-4-7’ ye kırmızı yanmaya devam eder. 5 ve 6 nolu gruplara yeşil yanarken diğer gruplara kırmızı yanar. B fazı yeşil süresi sonunda 5-6-3-4-7 nolu gruplar sarıya döner, 1 ve 2 nolu gruplara kırmızı yanmaya devam eder. 3-4-7 nolu gruplara yeşil yanarken diğer gruplara kırmızı yanar. C fazı yeşil süresi sonunda 1-2-3-4-7 nolu gruplar sarıya döner, 5 ve 6 nolu gruplara kırmızı yanmaya devam eder.





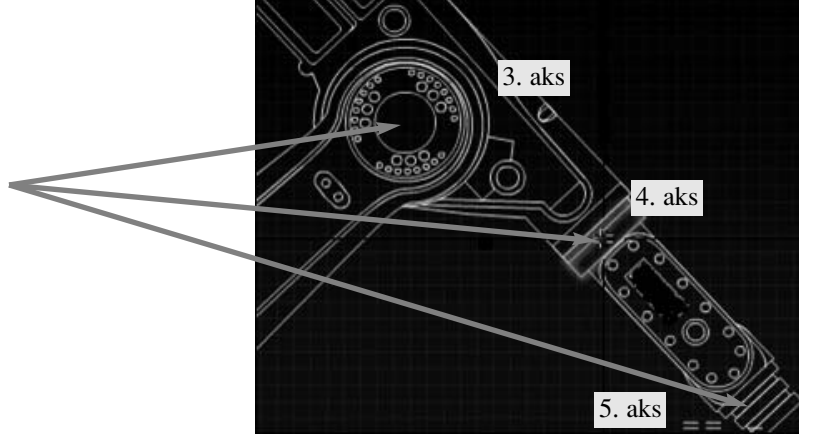
Bilgiler Robot I/O (input/output) bilgisayarına iletilir

Robot Yapısı

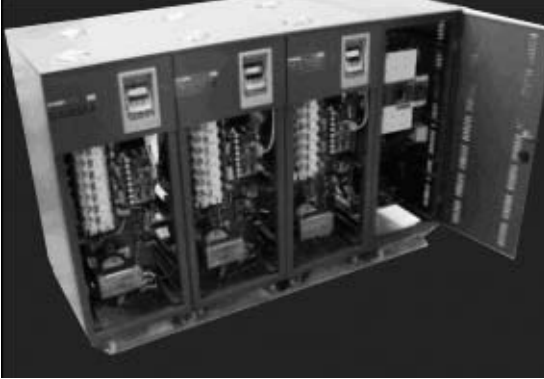


Robot aks iletişimi ve çalışması

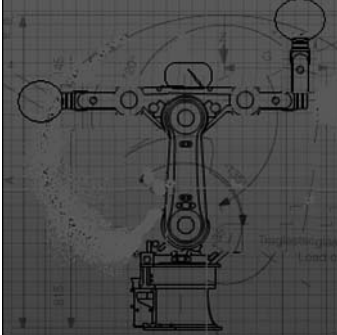
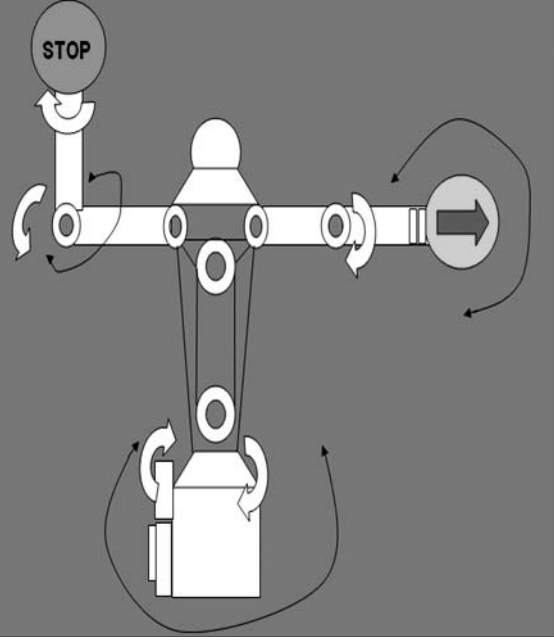
350 derece dönebilen rulman düzeneği ile alt kısma bağlanacak motor ve rediktör tarafından cevrilebilecek 1. aks olacak, Orta kısım üst yan kısımlarından iki yandan 2. ve 4. akslar bağlanacak bu aksların hareketleri sivi ile denetlenecek ana bilgisayar tarafından hangi aksın çalışması gerekiyorsa çalıştırılacak akslar enkoder , motor ve rediktör tarafından hareket edebilecek kapalı olacağından dış etkenlerden zarar görmeyecek



Robot aks motorlarında Elektronik Kontrol Sistemleri asenkron motorlar için hız kontrol cihazı inverter kullanılacak. Özellikle program ve donanıma eklenmiş olan programlanabilir sayıcı ve zaman gecikmeli programlanabilir röle ile hareketler sayılabilir, uygulamalarında AC Motor sürücü ile kolaylıklar sağlamaktadır. Programlanabilir röleler, programlanabilir dijital girişler sürücülere iletilebilir uzatılabilir kontrol paneli özellikleri AC motor sürücümüzün özelliklerindedir.



Robot ve Yönetim

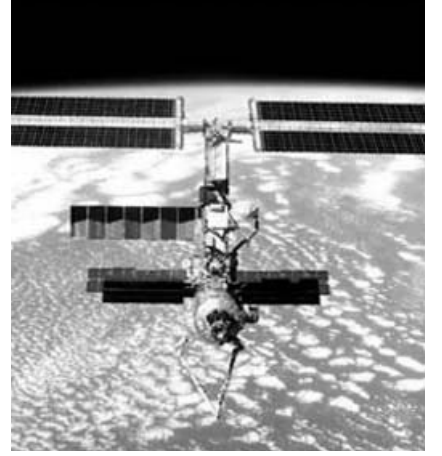


Son yıllarda yapay zeka teknikleri (bulanık mantık, yapay sinir ağları, genetik algoritma, uzman sistemler) birçok disiplinde uygulama alanı bulmuştur. Yapay zeka teknikleri, özellikle çözümü lineer olmayan ve matematiksel modellenmesi güç olan yada modellenemeyen problemlerde çok etkilidir. Bu tekniklerden **bulanık mantık** belirsizliklerin modellenmesi tabanlı çalışmakta, problem çözümünde biyolojik nöron modeli esas alınarak oluşturulan yapay bilgi modeli üzerine geliştirilen mantıklar kullanılmaktadır. bir tarama algoritmasıdır. **Uzman sistemler** ise bilgi ve tecrübeleri model alan bir yöntem olarak bilinmektedir. Bir uzman sistemin performansı, bilgi tabanının etkililiği ile doğru orantılıdır. zeka tekniklerinin uygulama alanlarından biride çözümü çoğu zaman bilgisayar destekli akımlarının kontrolüdür. Bu teknikler özellikle trafik uyarımlı kontrolün gerçekleştirilmesi için yapısı itibari ile son derece uygundur bu sistemleri robot teknolojisi ile hayata geçirdiğimizde karşımıza çıkacak kaliteli trafik akışı olacaktır , kendi kendine düşünüp karar verebilen bilgisayar programları zaten kullanılmaktadır yapılacak olan tüm parçaları uygun ortamda birleştirmektedir.

ROBOT HABERLEŞMESİ GPRS

Günümüzde WAP (Wireless Application Protocol/Kablosuz uygulama Protokolü) mobil telefonlar, avuçi bilgisayarlar (pda) gibi mobil iletişim araçları üzerinde internet içeriği sağlayan bir teknoloji. Arkasında yepyeni bir sosyo-ekonomik dönemde beraberinde getiriyor. İnternetle dünyanın bilgisine, eğlencesine ve alışverişine evinizden, işyerinizden yada herhangi bir internet-cafe'den erişebiliyorsunuz. WAP bunu bir adım daha ileri götürerek, bu imkanları hareket halindeyken, yani kabloyla bir yere bağlı olmadan, her yerde, her zaman kullanıcıya özel bir şekilde verebiliyor. Bu tür uygulamaları trafik probleminin çözümünde kullanabiliriz Yakın bir gelecekte, bilgilerin, bulunduğu yerin özelliklerine göre gönderilmesi mümkün olacak. Sistemin bulunduğu yeri anlaması ve bu yer bilgisine göre en yakındaki en uygun lokantanın bilgisini verebilmesi, hatta nasıl gideceğinizin tarif edilmesi gerçekleşecek. Örneğin hava durumunu sorduğunuzda, eğer Antalya'da tatildeyseniz, sistem sizin orada olduğunuzu anlayacak ve sadece o bölgeye özel hava durumunu gönderecek. Yada denizi çok sevdiğinizi bildiğinden, deniz suyu sıcaklığı,

dalga durumu gibi bilgileri de ekleyebilecek. Hatta bir adım ileri giderek, başka bir örnek daha verelim: Cep telefonunuzdan WAP'layarak bir taksi çağırma istediniz: Sadece "taksi" demeniz yeterli olacak! Sistem sizin nerede olduğunuzu anlacak ve taksiyi oraya gönderecek. Acil durumlarda ve kazalarda, polis ve ambulans çağırırken, bunun ne kadar faydalı olacağını düşünebiliyor musunuz? İhtiyacınız olan bütün bilgilere anında, cebinizden ulaşabileceksiniz. Türkiye bu gelişmeleri dünyayla aynı zamanda yaşıyor. Bir bilgi toplumu olma yolunda çok önemli bir adım olan WAP'ın getireceği bu olanakların tümü elbetteki hemen gerçekleşmeyecek. Ama çok yakın bir gelecekte, bir kaç yıl gibi kısa bir sürede, cep telefonunuz WAP desteğiyle sizi tanıyan bir kişisel asistan gibi çalışacak. Çünkü WAP ve GSM teknolojisi buna imkan vermek için geliştiriliyor. Bizlerde bu uygulamayı kullanarak robot teknolojisi ile birleştireceğiz



Araçlara tesis edilen mobil veri cihazları, GPS uydularından aldıkları konum bilgilerini ve bağlı sensörlerden gelen sıcaklık ve benzeri telemetrik bilgileri GSM/GPRS şebekesi üzerinden Kontrol ve İletişim Merkezi'ne aktarırlar. Gelen bilgiler özel yazılımlar sayesinde derlenir ve sunucular üzerinden veri bankasına kaydedilir.

Kullanıcılar, bilgisayarlarına kurdukları Araç Takip ve Filo Yönetim Desktop Yazılımı ile veya GRAF&TEK web sayfasına girerek araçlarını canlı (on-line) veya geçmişe yönelik (off-line) olarak izleyebilir, araçlardan gelen bilgileri görebilir, araçların program ve alarm durumlarını değiştirebilirler.

İsteğe bağlı olarak tüm sistem, kontrol ve iletişim merkezi de dahil olmak üzere, kendi içerisinde çalışacak şekilde müşteri tarafına da kurulmaktadır bu durumda acil durum araçlarında kullanılacak sistemde kavşak robotları acil durum güzergahını boş bırakacaktır,

Robotta Kamera

Robot ana bilgisayarını ile bağlı kameralar kavşakta meydana gelebilecek ışık ihmalini belgelendirebilecek (fotoğraf, video kayıt gibi) ve bu bilgileri anında GPRS internet vasıtası ile trafik merkezlerine yönlendirecek çok açılı kameralar kullanılacak uzaktan bağlanarak bölge trafik akışında görülebilir.



Bu robot ile trafik polislerinin, sürücülerin acil durumda yerine ulaşamayan itfaiye ,ambulans gibi araçların ve gidemedikleri yerlerdeki insanların maduriyetlerini azaltmak Polislerin trafikte is kazaları ve meslek hastalıklarını trafikteki araçların güvenliğini sürücülerin sürüş kalitesini zamandan tasarruflarını sağlamak için tasarladım adınıda TRABOT olarak düşündüm belki bir gün olur hayata geçer. İlgilenenlere teşekkür ederim.

Saygılarımla.

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

GIYİLEBİLİR İSKELET ROBOT TASARIMI

Volkan GÜN

Özet

Bu projenin amacı belden aşağısını kullanamayan engelli yada felçli insanlar için kendi bacakları gibi kullanabilecekleri giyilebilir bir iskelet robot tasarlamaktır. Tasarlanacak olan robot, yürüme fonksiyonunu sorunsuz bir şekilde gerçekleştirecek, rampa yukarı yada aşağı hareket edebilecek, günümüzde kullanılan tekerlekli sandalyelerin dezavantajlarını büyük ölçüde ortadan kaldıracak, akıllı bir sistem olacaktır. Robot felçli yada engelli kullanıcı tarafından pantolon gibi giyilecek ve kullanıcının günlük işlerini problemsiz bir biçimde, doğallığa en yakın yerine getirmesine yönelik, çalışacaktır. Robot, yürüme işlemini, her bacak için tasarlanan ve D.C. elektrik motorundan tahrik alan, 3 adet 1 serbestlik dereceli yapay eklemler sayesinde gerçekleştirecektir.

İskelet robotunun tasarlanması, robotun parametrik bir katı modelleme programı (Solidworks®) ile modellenmesi, imalat için en uygun malzemenin seçilmesi, dayanım hesaplarının yapılması, matematik modelinin oluşturulması, test cihazının tasarlanması ve imalatı ve eklemlerin serbestlik derecelerinin incelenerek en uygun yürüme kombinasyonunun oluşturulması aşamalarını kapsamaktadır.

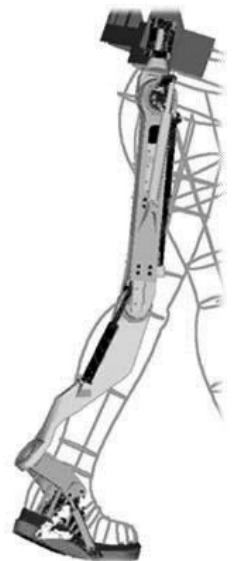
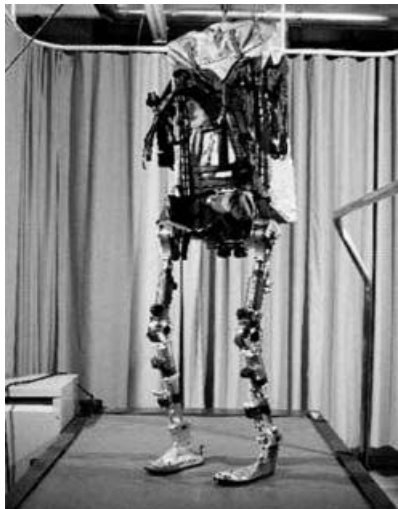
Bu robot mekanik tasarım çalışmasına ek olarak, eklemlerde her bir eklemün yürüyüş sistemindeki hareket sırası ve hareket süresini kontrol edebilmek amacıyla bir elektronik kontrol ünitesi tasarlanmış ve üretilmiştir. Ayrıca robotun kullanıcı tarafından kolay bir şekilde kumanda edilebilmesi amacıyla robotun üzerinde kontrol amaçlı bir tuştakımı kullanılmış ve gerekli fonksiyonlar tuş takımında tanımlanmıştır.

Sonuç olarak bu projede, kullanıcının yürüme hareketine yardımcı olacak bir iskelet robot üretilmiştir.

Giriş

İnsan vücudu ortalama 1.80cm boyunda tasarım, performans ve verim açısından oldukça kompleks ve belirli sınırları olan bir sistem olarak düşünülebilir. Fiziksel sınırları aşmamak koşulu ile çok fazla ağırlık taşıyabilir, çok uzağa sıçrayabilir yada çok hızlı koşabilir. Dünya henüz bu teknolojiyle yeni tanışıyor olmasına karşın, makineler artık bu sınırları ortadan kaldırmaktadır. Giyilebilir robotlar süper insan gücü ve süper insan hızını hedefleyen, yürüyen robotlardır. İskelet robotlar ise vücudu kaplayan ve doğal olarak bulunan iskeletin üzerinde, yada onu destekleyerek çalışan bir çeşit yürüyen robotlardır (1).

Belden aşağısı tutmayan felçli yada sakat insanların hareket edebilmelerini sağlamak için şimdiye kadar birçok araç ve makine geliştirilmiştir. Bunlar içerisinde en yaygın olanı tekerlekli sandalyelerdir. Robotikteki gelişim, tekerlekli sandalyelerin tasarımlarına da yansımış ve birçok farklı tekerlekli sandalye üretilmiştir. Bunlar; manuel tekerlekli sandalye, elektrikli tekerlekli sandalye, paletli elektrikli sandalye vs (2). Fakat görüldüğü tekerlekli sandalyeler her ne kadar geliştirilse de bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar;



Şekil 1. İskelet robotlar

- Manuel olarak kontrol edilmeleri
- Fiziksel güç gerektirmeleri
- Sadece sınırlandırılmış bazı bölgelerde kullanılabilir olmaları
- Güvenli ve kolay bir şekilde kontrol edilememeleri
- Merdiven çıkamamaları

Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için yeni ve gelişen bir teknoloji olan giyilebilir iskelet robotlar tasarlanmaktadır. Şekil 1 de 2 farklı iskelet robot görülmektedir.

Benzer Çalışmalar

1950'lerden bu yana, bir çok iskelet robot sistemi üzerinde çalışılmış ve geliştirilmiştir. Bu çalışmalar genelde temel olarak 2 farklı uygulama üzerinde olmuştur.

- 1.) Yürüme zorluğu çeken veya yaşlı insanlar için yürümeye yardımcı olmak.
- 2.) Daha az enerji harcayarak, daha uzun süre yürüyebilmek ve yürüme esnasında yük taşıyabilmek.

Şimdiye kadar geliştirilmiş en üstün iskelet robotlar HAL (Hybrid Assistive Limb) ve BLEEX (Berkeley Lover Extremity Ekoskeleton Robot) dir.

Yoshiyuka Sankai tarafından geliştirilen HAL yürüme güçlüğü çeken insanların yürümelerine yardımcı olmak amacıyla tasarlanmış bir robottur. Robot hareketini kullanıcının hareketlerinden almaktadır. Kullanılan EMG (Electro Myogram) sensörler kullanıcının bacak ve baldırlarındaki kan basıncını ölçerek iskelet robota bilgi gönderir ve bu veriler sistem tarafından değerlendirilerek robota hareket verir (Şekil 2). Sistemde actuator olarak elektrik motoru kullanılmaktadır(3).



Şekil.2. HAL (Hybrid Assistive Limb)

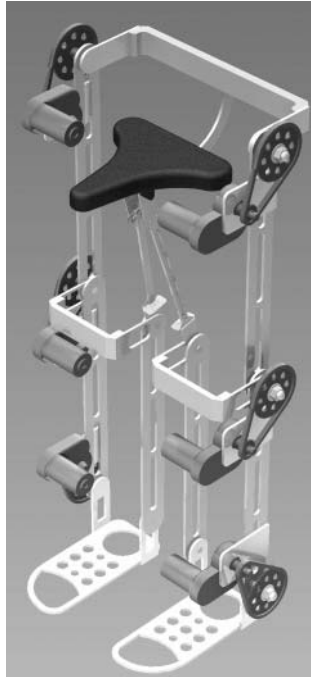
Bir diğer iskelet robot Berkeley üniversitesinden Homayoon Kazerooni tarafından geliştirilen BLEEX' dir. BLEEX'in tasarımında yürümeye yardımcı olmasının yanında uzun mesafelerde yürüyebilme ve yük taşıyabilme göz önünde bulundurulmuştur. Sistemde pinomatik pistonlar kullanılmıştır (Şekil 3). Robot HALL'e nazaran daha ağır ve güç tüketimi daha fazladır(4).



Şekil.3. BLEEX (Berkeley Lower Extremity Exoskeleton)

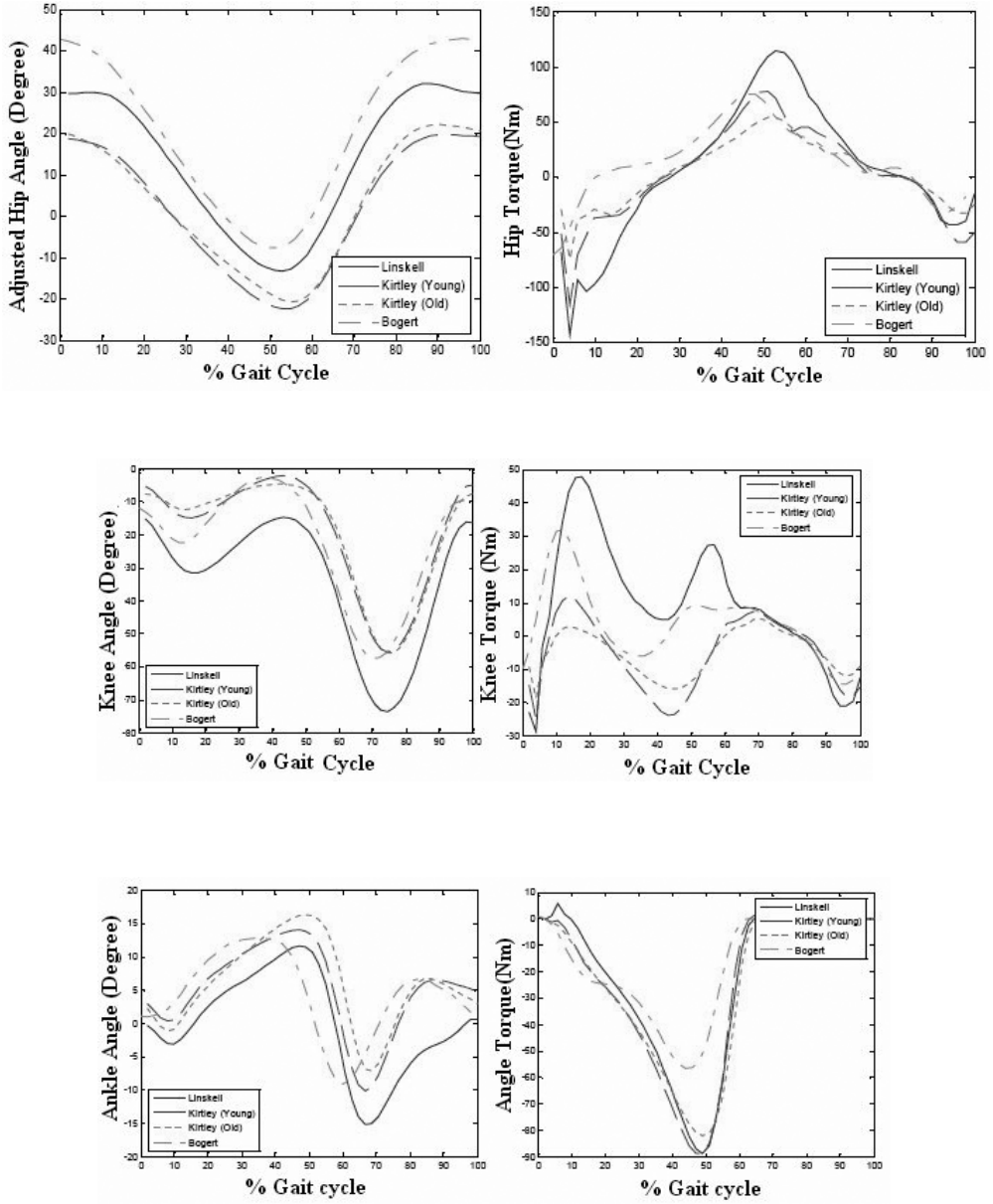
Mekanik Dizayn

Dizayn aşamasında sınırlamalar belirlenmiş ve giyilebilir iskelet robot bu sınırlamalar ışığında Solid-Works programı yardımıyla tasarlanmıştır. Şekil 4 te tasarlanan iskelet robot görülmektedir.

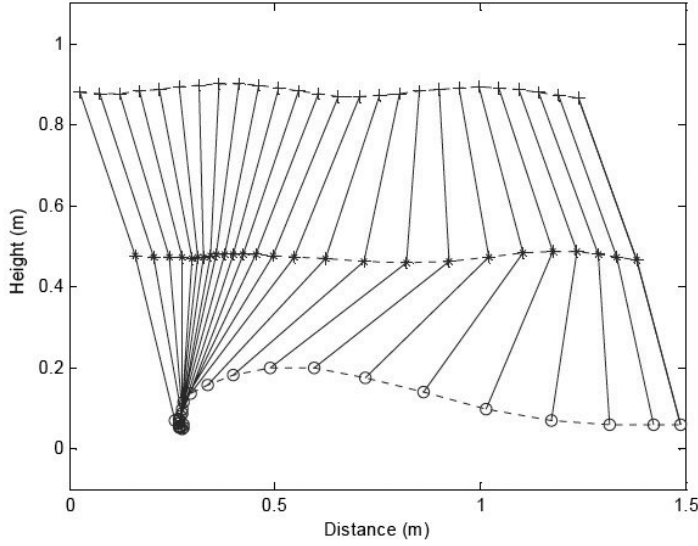


Şekil 4. Tasarlanan giyilebilir iskelet robot

Normal bir insanın yürüme planı her bir eklem için incelenmiş ve optimum tasarım bu plan doğrultusunda şekillenmiştir.



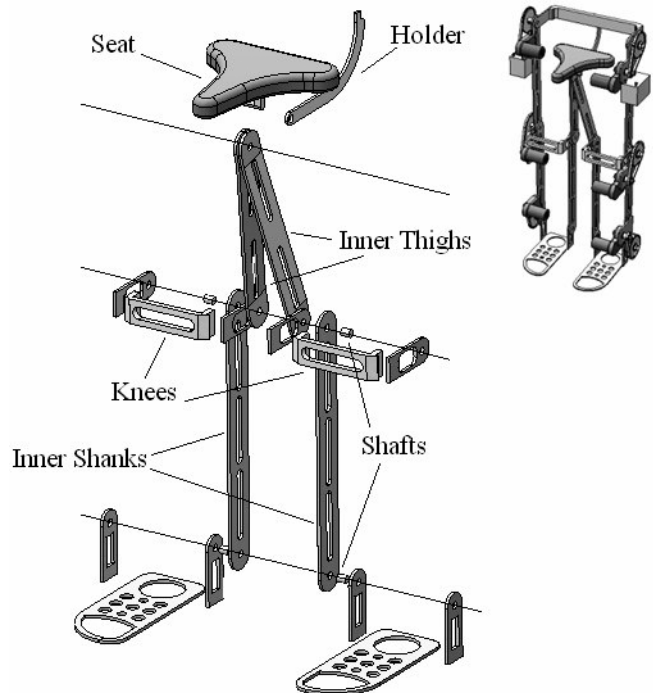
Şekil.5. Yürüme sırasındaki eklem hareketleri



Şekil.6. Yürüme esnasındaki hareket planı

Robot iç ve dış iskelet olmak üzere 2 kısımdan oluşmaktadır.

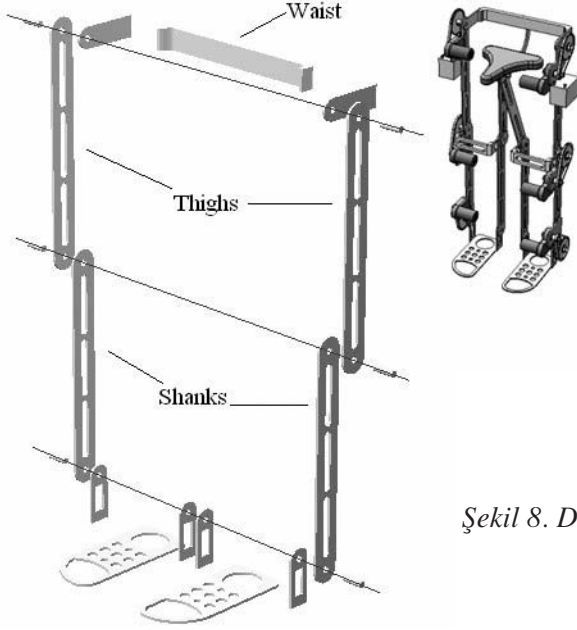
İç iskelet yürüme esnasında bacakları destekleyerek sorunsuz bir yürüme için senkronizasyona yardımcı olmaktadır. Ayrıca daha önce tasarlanmış olan benzer çalışmalardan farklı olarak bu projede iç iskeletin üzerinde bir oturak (bisiklet selesi) kullanılmıştır. Bu sayede belden aşağısı tutmayan felçli yada sakat kullanıcı robot üzerinde kendini askıda gibi hissedecek ve vücut duruşunu her daim dik tutabilecektir. İç iskeletin kısımları şekil 7. de gösterilmektedir.



Şekil 7. İç İskelet

Dış iskelet ise sistemin en dışta kalan kısmıdır ve spesifik bazı özellikleri vardır. Bunlar;

- Bacakları desteklemek ve dıştan gelebilecek darbelere karşı koruyucu olması
- Kolay giyilebilir olması
- Kompakt bir görünüm sağlaması ve estetik olması



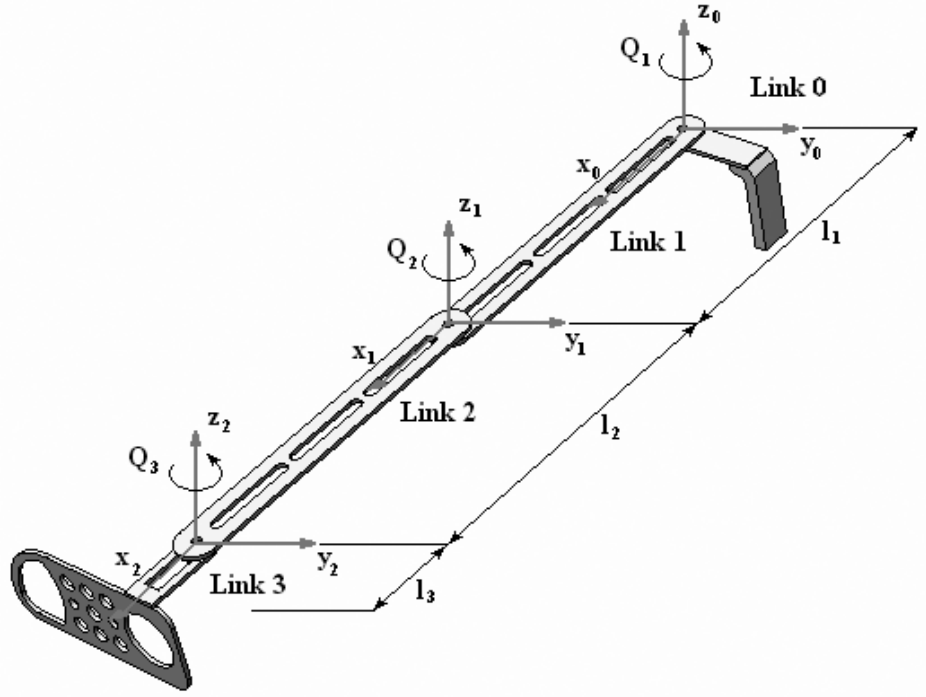
Şekil 8. Dış iskelet

İç ve dış iskelet belirlendikten sonra sistemin kullanıcı ile birlikte hareketini sağlayabilecek güç iletim mekanizmasının hesaplanabilmesi için sistemin kinematik ve dinamik analizleri yapıldı.

İlk olarak direct kinematik analiz yöntemi uygulandı, eklem ve uzuvların farklı açı ve uzunluklarda ayak uç noktasının konumu hesaplandı. Bu analizde Cartesian Coordinates yöntemi uygulanmıştır(5). Tablo 1 de sistemin Denavit - Hartenberg parametreleri tablo şeklinde gösterilmiştir ve bu parametreler robot üzerinde şekil 9 da belirtilmiştir.

Tablo 1. Denavit-Hartenberg parametreleri

Link	Variable	Q	α	l	d
1	Q_1	Q_1	0	l_1	0
2	Q_2	Q_2	0	l_2	0
3	Q_3	Q_3	0	l_3	0



Şekil 9. Dış iskeletin 3 boyutlu gösterimi ve Denavit-Hartenberg parametreleri

İskelet robot vektör denklemleri olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$${}^0P_{0,3} = {}^0P_{0,1} + {}^0P_{1,2} + {}^0P_{2,3}$$

Daha sonra herbir ifade ayrı ayrı aşağıdaki gibi yazılabilir.

$${}^0P_{0,1} = (l_1 \cos(Q_1), l_1 \sin(Q_1))$$

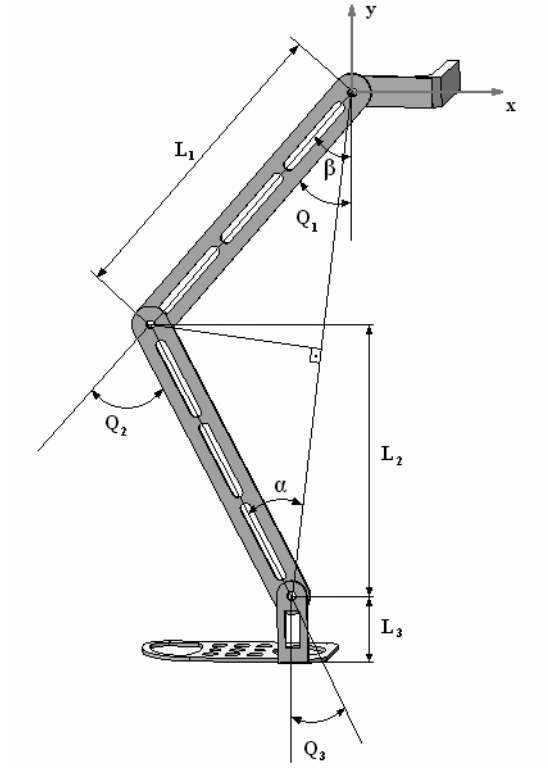
$${}^0P_{1,2} = (l_2 \cos(Q_1 + Q_2), l_2 \sin(Q_1 + Q_2))$$

$${}^0P_{2,3} = (l_3 \cos(Q_2 + Q_3), l_3 \sin(Q_2 + Q_3))$$

Son link olan ayak ucunun oryantasyonui 3 eklemin vektörel toplamlarına eşittir. Buradan ;

$${}^0P_{0,3} = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 \cos(Q_1) + l_2 \cos(Q_1 + Q_2) + l_3 \cos(Q_2 + Q_3) \\ l_1 \sin(Q_1) + l_2 \sin(Q_1 + Q_2) + l_3 \sin(Q_2 + Q_3) \end{bmatrix}$$

İnverse kinematik analiz yönteminde ise herhangi bir konumdaki ayak uç noktasının, eklemler ve uzuvlardaki açı ve uzunluk değerleri hesaplandı. Şekil 10 da kinematik analize kullanılan yardımcı açı ve uzunluklar gösterilmektedir.



Şekil 10. Kinematik analize kullanılan yardımcı açı ve uzunluklar

$${}^0_3T = {}^0_1T \cdot {}^1_2T \cdot {}^2_3T$$

Buradan;

$${}^0_1T = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 & 0 & 0 \\ \sin \theta_1 & \cos \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1_2T = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & L_1 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2_3T = \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & -\sin \theta_3 & 0 & L_2 \\ \sin \theta_3 & \cos \theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Hesaplanır ve belirli bir konumdaki manipülatörün eklemlerdeki parametreleri hesaplanır.

Dinamik analiz ise hareket halindeki manipülatör ile ilgilidir. Burada hesaplanan herbir eklem için gerekli olan tork değerleridir. Bu değerler ışığında sistemin hareket iletim mekanizması belirlenir.

Dinamik analiz hesaplarında Lagrangian formülasyonu kullanılmıştır. Bu metotta ilk olarak eklemlerin ayrı ayrı ağırlık merkezlerine göre kinetik enerjileri toplanır daha sonra toplam kinetik enerji toplam potansiyel enerjiden çıkarılır ve bu değer sistemin Lagrangian'ı olarak kabul edilir. Bu farkın değişken eklem hızına ve konumuna türevi ise o eklem için gerekli olan tork değerine eşit olacağı kabul edilir(6).

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_n} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta_n} = F_n$$

Toplam kinetik enerji;

$$K = \frac{1}{2} \sum_i^3 \left(m_i \|c_i\|^2 + I_i \omega_i^2 \right)$$

Eklemlerdeki potansiyel enerjiler;

$$V_1 = \frac{1}{2} m_1 g l_1 \sin \theta_1$$

$$V_2 = m_2 g \left(l_1 \sin \theta_1 + \frac{1}{2} l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \right)$$

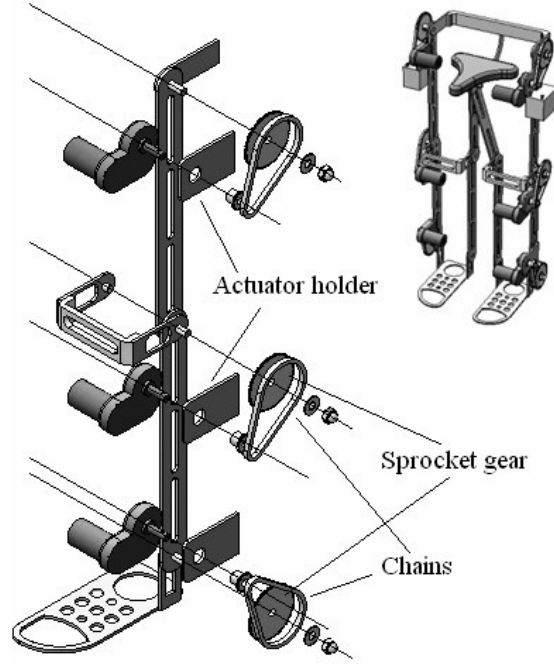
$$V_3 = m_3 g \left(l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) + \frac{1}{2} l_3 \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \right)$$

Daha sonra Lagrangian ifadesi hesaplanır.

$$L \equiv K - U$$

Bu ifadenin herbir eklem için hız ve konuma göre olan türevleri tork değerlerini vermiştir.

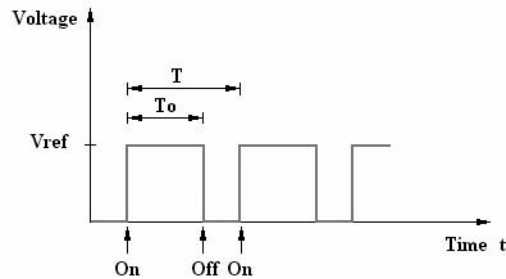
Hesaplanan bu tork değerleri ışığında güç iletim mekanizması belirlenmiş ve sisteme uygun motorlar seçilmiştir. Şekil 11 de güç iletim mekanizması kısımları görülmektedir.



Şekil 11. Güç iletim mekanizması kısımları

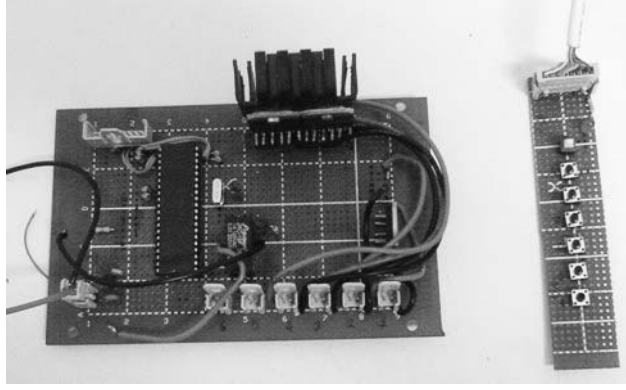
Elektronik Kısım ve Bilgisayar Programı

Bu projede yürüme esnasında her bir eklemden bulunan elektrik motorlarının hareket sırası ve süresini kontrol edebilmek amacıyla bir elektronik devre tasarlanmıştır. Devre temel olarak bir 16F877 mikroişlemci tarafından kontrol edilen 6 motordan oluşmaktadır. Motorların yürüme adımları boyunca her bir eklemin eşit sürelerde hareket ettiği göz önünde bulundurulduğunda farklı hızlarda çalışması gerekliliği ortaya çıkmaktadır bu yüzden her bir motor hareketini kontrol edebilmek için sistemde darbe genişlik modülasyonu PWM (Pulse With Modulation) tekniği kullanılmıştır.



Şekil 12. PWM sinyali kare dalgası

Bu teknik, doğru akımla çalışan bir motora, alternatif akımla çalışıyormuş gibi gönderilen sinyalin karakteristiğiyle oynayarak kare dalgalarla hız kontrolü yaptırmaktan ibarettir. Şekildeki “on” ve “off” zamanlarının değiştirilmesi motorun hızının değişmesine neden olacaktır. Elektronik kontrol devresi şekil 13 te gösterilmiştir.



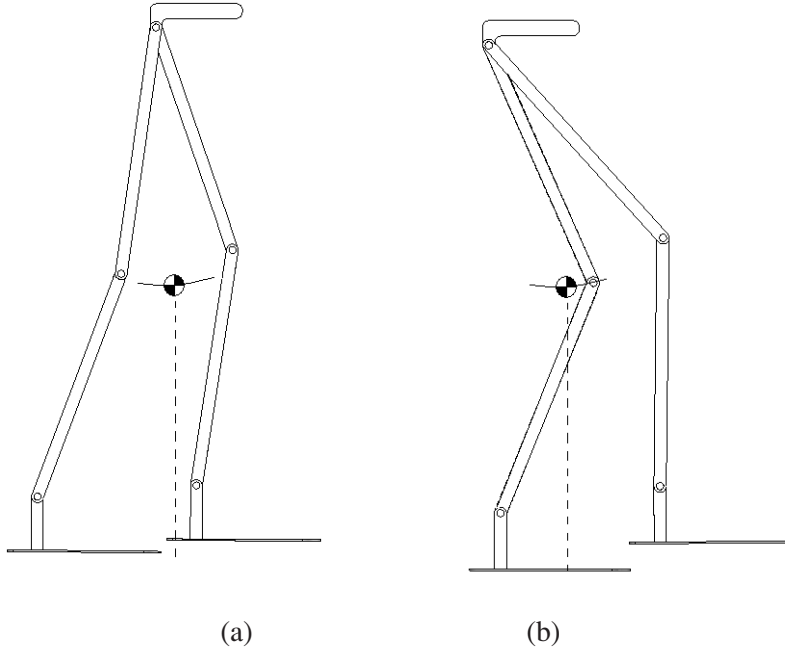
Şekil 13. Elektronik kontrol devresi.

PWM değerleri ve grafikleri çizilen normal yürüme modunda, ayağı ileri atma safhasında ileri adım atacak bacak belirlenen çalışma süresi dolmadan ağırlık merkezinin yerde olan ayak alanının dışına çıkması sonucu belirlenen hareketi tamamlamadan öne devrilmektedir.

Bunun sonucunda her bir bacağın ayrı ayrı 3 eklemine bağlı olarak çalışan yürüme işleminde senkronizasyon bozulmakta ve sağlıklı bir yürüme gerçekleşmemektedir.

Sistemin ağırlık merkezini her daim zeminde sabit olarak duran destek ayak alanı içerisinde tutabilmek amacıyla, yürüme modu değiştirilmiştir.

Yeni yürüme sisteminin bir önceki sistemden farkı harekete başlamadan iki bacağı da diz ekleminden kırmasıdır böylece yürüme işleminin tüm safhalarında sistemin ağırlık merkezi sabit olan destek ayak alanı içerisinde yer almaktadır.



Şekil 14. Ağırlık merkezinin konumuna bağlı olarak iki farklı yürüme modu.
(a) Normal yürüme modu, (b) Ayaklar kırık yürüme modu.

Sonuçlar

Bu proje sonucunda azami 100kg'lık bir kullanıcının yürüme işlemini sorunsuz bir şekilde yerine getirecek bir iskelet robot tasarlanmıştır.

Tez çalışmasının başlangıcından sonuna sistem temel çalışma prensibi hariç, 3 kez yenilenmiştir. Test aşamasında ortaya çıkan elastik deformasyondan dolayı baldır, kaval, bel ve dizler yeniden tasarlanmış ve değiştirilmiştir. Mekanik değişikliklerin yanısıra 2 farklı yürüme planı oluşturulmuş ve test edilmiştir. Motorların karakteristikleri; robot üzerinde kullanılan dişli kutuları, PWM ve frekans değerleri incelenmiştir. Daha sonra sistem gereksinimlerini karşılayacak motorlar seçilmiş ve yürüme grafikleri hesaplanmıştır. Ayrıca sistemin enerji tüketimi hesaplanmış ve gerekli bataryalar da seçilmiştir. Şekil 15 te tasarlanmış ve prototipi imal edilmiş giyilebilir iskelet robot görülmektedir.

Robot tam dolu bataryalar ile 50 dk sorunsuz bir şekilde çalışabilecek ve yaklaşık 225m yol alabilecektir.



Şekil 15. Tasarlanmış ve Prototipi imal edilmiş giyilebilir iskelet robot

Referanslar

1. WEB_1, 2006. Wearable R.'s web site, 25/11/2006. <http://www.wearablerobotics.com>
2. WEB_2, 2007. S.G.M.S.'s web site, 16/03/2007. <http://www.sgmsteresa.com>
3. Kawamoto, H. and Sankai, Y. 2002. "Power Assist System HAL-3 for Gait Disorder Person", (Proc. of ICCHP 2002 International Conference on Computers Helping People with Special Needs), pp.196-203.
4. Kazerooni, H., Racine, J.L., Huang, L. and Steger R. 2005. "On the Control of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX)", Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation Barcelona, Spain, pp.4353-4360.
5. McKerrow, P.J. 1990. *Introduction to Robotics* (Addison-Wesley Publishing Company, Sidney), p. 191-204.
6. Angeles, J., 1997. *Fundamentals of Robotic Mechanical Systems Theory, Methods, and Algorithms*, (Springer-Verlag, New York), pp. 213-225.

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

RRS
Recycling Robotic System

Cem DÖNMEZ - Saliha DÖNMEZ

İçerik

Tablolar ve İllüstrasyonlar Listesi

1. Giriş ve Özet Tanıtım
2. Projenin Amacı
3. Proje Kapsamı ve Bulgular
4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi
5. Hedeflenen Katkılar ve Etkileri
6. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

Tablolar ve İllüstrasyonlar Listesi

Resim1: Bursa Örneği

Resim2: Trabzon Örneği

Resim 3: Eskişehir Odunpazarı Belediyesi Örneği

Resim 4: Göz Robot

Resim 5: PARO

Resim 6: Randie

Resim 7: Randie öğrencilerle

Resim 8: Curby

Resim 9: Recycler

Resim 10: RRS Aparatı

Resim 11: RRS Aparatıyla taşıma

Resim 12: Kapağın açılımı

Resim 13: Teşvik olarak bilet verilışı

Resim 14: RRS'nin döngüsel senaryosu

Resim 15: Sadece dokümanla bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şeması

Resim 16: Eğlendirici robotlarla bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şeması

Resim 17: RRS ile bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şeması

Resim 18: İkon Tanımları

1. Giriş ve Özet Tanıtım:

“Otomasyonun mükemmelliğinde”, der ünlü teknoloji bilimcisi Lewis Mumford, “insanın ölümü vardır.” Robotikle ilgili genel kanı da bu yöndedir. Robotik, genel kaniya göre, yüksek teknolojiyle beraber gelen, soğuk bir şeydir ve insancıl olana karşıdır. Bilakis, genel algının tersine, robotik, insanlığa refah, bolluk, rahatlık ve kolaylık getirir. **RRS-Recycling Robotic System**- adlı proje, hem bu önyargıyı kırarak bir örnek arayüz oluşturmak, hem de geri dönüşüm sektörünü robotiğin olanakları ile desteklemek için tasarlanmıştır.

2. Projenin Amacı :

Geri dönüşüm, hem bir sektör, hem bir bilinç olarak gittikçe önem kazanmaktadır. Bu, dünyamızın içinde bulunduğu ekolojik sıkıntılarının doğal bir sonucudur. Genel kanı olarak, soğuk bir ifadeye sahip olan robotların, bu sektörde, insan makine arakesitini yumuşatıcı ve insanları, kazandırılması düşünülen geri dönüşüm bilincine ulaştırıcı olarak tasarlanmıştır. Geri dönüşümün en büyük sıkıntısı, sürecin otomatikleşmesinin imkansızlığıdır. Çünkü süreçteki makinelerin verimliliğinden ziyade insanın bu süreci kabul edip, ona katılmasıdır önemli olan. Bu da teşvik edicileri önemli hale getirmektedir. İşte tam bu noktada, teşvik edici olarak robotların kullanılması, hem sürece insanı katacak, hem de bilinçlerdeki soğuk robot imgesinin önüne geçecektir ve böylece cam, kağıt ve plastik atıklarının geri dönüşümü sağlanacaktır.

3. Proje Kapsamı, Bulgular ve Hedefler:

Geri dönüşüm ürünleri dört kategori olarak sınıflandırılmıştır.(Kağıt, cam, plastik, metal) Bu sınıflandırmaya uygun olarak, belediye ya da kurumlar tarafından belirlenen noktalara konulan toplama ünitelerine evlerde ayrıştırılmış kategori ürünlerinin yerleştirilmesidir hedeflenen. Evlerinde her hangi bir kategoride atıkları toplayan insanı, o kategoriye ait üniteye gitmeye teşvik edici olan şey, **RRS** projesinde, yine ünitenin kendisidir. Geri dönüşüm sürecinin en büyük sorunu olan insanı sürece katma işlemi, süreç içindeki bir robotla, reklam vb. gibi etki derecesi düşük zorluklara girmeden halledilebilir. Bunun için üniteler, insanları, teşvik edici biçimlerde tasarlanmıştır. Örneğin, siz atıklarınızı attığınızda, bunu algılayan robot, geri dönüşüme verilen katkıdan dolayı sesli olarak teşekkür eder. Hatta belki, paramatiklerde olduğu gibi atığı belirli bir ölçme sistemiyle algılayıp teşvik edici bir ödülde verebilir, mesela bir otobüs bileti. Ünite sesle teşvikte bulunduğu gibi form olarak da teşvik edici olabilir. Görüldüğü gibi, biçim ve ses olarak insanları çeken ve bir daha aynı eyleme yapmaya teşvik eden bu üniteler, geri dönüşüm sürecinde büyük bir verimlilik elde edilmesini sağlayabilir. Bunu yaparken robotiğin temel düzeydeki algılama sistemleri kullanılır. Robotiğin en basit kuralları ile inşa edilebilecek olan bu sistem, geri dönüşüm bilincine ve endüstriyel anlamda, bu sektöre büyük katkı sağlayabileceği gibi, diğer taraftan insan ve makine arasında oldukça konuşulan yabancılaşmanın ötesinde, insanı sürece sokucu, soğuk bir sistemi eğlenceli bir hale getirici, insanların yapmakta zorlandığı bir şeyi gönül rızası ile yapmalarını sağlayıcı olarak, robotiğe karşı olan soğukluk ve uzaklık ön yargısını ters düz edebilir.

Bilindiği gibi, bilim, problemlerin çözümünü problemin kendisinden çıkartır. Aslında bir problemin ortaya konması onun çözümü olduğunun garantisidir. İşte **RRS** projesi de bu gerçeğe uygun olarak, kendisinin, yani robotiğin, insan algısındaki rolünü yine kendisini kullanarak olumlu yönde değiştirmiş olur.

Geri Dönüşüm

Geri dönüşüm terim olarak, kullanım dışı kalan *geri dönüştürülebilir* atık malzemelerin çeşitli geri dönüşüm yöntemleri ile hammadde olarak tekrar imalat süreçlerine kazandırılmasıdır.

2. Dünya Savaşı sonrasında toplumlar doğa ile çatışmak ve doğayı alabildiğine sömürmek yerine doğa ile uzlaşma ve **doğa ile denge içinde olma** yollarını aramaya başladılar ve bu durum zamanla genel kabul gören temel bir ilke ve yaklaşıma dönüştü. Bu kapsamda Dünya, özellikle son 35 yıldır; “Çevre nasıl korunur?” sorusunun cevabını aramaktadır.

20. yüzyılın sonuna doğru çevrecilik kavramının, **sürdürülebilir kalkınma ilkesi** çerçevesinde ele alınması doğal çevrenin, ekonomik ve sosyal boyutuyla birlikte toplumların üçüncü sacayağını oluşturduğu gerçeğinin anlaşılması, bunun temel sosyal yaklaşım olarak benimsenmesine yol açmıştır. Buna bağlı olarak da, günümüzde geri kazanım ve geri dönüşüm faaliyetleri ülkelerin sosyal ve ekonomik gelişmişlik düzeyini gösterir **makro düzey parametreleri** haline gelmiştir.

Büyük devletler, İkinci Dünya Savaşı sırasında ülke çapında geri dönüşümle ilgili kampanyalar başlatmışlardır. Vatandaşlar özellikle metal ve fiber maddeleri toplama konusunda teşvik edilmişlerdir. ABD’de geri dönüşüm işlemi yurtseverlik anlayışında çok önemli bir yer edinmiştir. Hatta, savaş sırasında oluşturulan kaynak koruma programları, doğal kaynakları kısıtlı bazı ülkelerde (Japonya gibi), savaş sonrası da devam ettirilmiştir. Aynı gerçeğin ışığı altında Avrupa Ekonomik Topluluğu üye ülkelerde atıkların geri kazanılması şartını getirmiştir.

Geri Dönüşüm Malzemelerinin Toplanması

Atıkların önemli bir miktarını geri dönüştürülerek ve yeniden kullanılabilir malzemeler yapılmaktadır. Örneğin; atıklar içindeki cam, metal, plastik ve kağıt/karton gibi atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek yeni bir hammadde olarak değerlendirilebilmektedir. Bu atıkların hammadde gibi kullanılarak şişe, kutu, plastik, kağıt, gübre gibi yeni bir maddeye dönüştürülmesine geri dönüşüm denir. Geri dönüşümüne en uygun olan toplama şekli **kaynağında ayrı toplama**dır. Bu yapılmadığında, geri kazanılan ambalaj atıkları diğer atıklarla karışık olarak aynı poşete veya kutuya konulduğunda, taşıma, aktarma ve depolama sırasında kirlenmekte ve içerdiği yabancı maddelerle katışıklıkların miktarı artmaktadır. Geri dönüşüm malzemeleri yabancı malzemelerle karıştığında bu malzemelerden üretilen ikincil malzemeler çok daha düşük nitelikte olmakta ve temizlik işlemlerinde sorunlar olabilmektedir. Dolayısı ile geri dönüşüm için gereken ayırma ve işleme maliyetleri yükselmekte ve sonuçta ikincil hammaddenin maliyeti birincil hammaddeyi aşınca süreç ekonomik olarak olanaksız hale gelmekte, sosyal olarak desteklenmesi gerekmektedir. Bu yüzden geri dönüşüm işleminin en önemli basamağını kaynakta ayırma ve ayrı toplama oluşturur.

Bu nedenlerle, geri kazanılabilir ve ikincil hammadde olarak değerlendirilebilen ambalaj atıklarının, diğer atıklardan ayrı ve temiz olarak, mevcut çöp toplama şeklinin ve alışkanlıklarının dışında, kaynağından; sözgelimi sokaklara yerleştirilen kumbaralar veya ayrı olarak torbalanması yoluyla toplanması en iyi yöntemlerdir.

Hangi Maddeler Geri Dönüştürülebilir:

Çöpün içindeki geri dönüştürülebilir malzemelerin önemli bir miktarını yiyecek ve içecek ambalajlarında kullanılan metal plastik ve cam atıklar ile kağıt ve karton oluşturmaktadır. Bunun yanında kemik, tekstil parçaları da özel ayırma tesislerinde geri dönüştürülebilmektedir.

Geri Dönüşüm Sisteminin 5 Temel Basamağı:

1. Kaynakta Ayırma; Değerlendirilebilir nitelikli atıkları çöple karışmadan oluştuğu kaynakta ayırarak biriktirme.
2. Değerlendirilebilir Atıkları Ayrı Toplama; Bu işlem değerlendirilebilir atıkların çöple karışmadan temiz bir şekilde ayrı toplanmasını sağlar.
3. Sınıflama; Bu işlem kaynağında ayrı toplanan malzemelerin cam, metal plastik ve kağıt bazında sınıflara ayrılmasını sağlar.
4. Değerlendirme; Temiz ayrılmış kullanılmış malzemelerin ekonomiğe geri dönüşüm işlemidir. Bu işlemde malzeme kimyasal ve fiziksel olarak değişime uğrayarak yeni bir malzeme olarak ekonomiye geri döner.
5. Yeni Ürünü Ekonomiye Kazandırma; Geri dönüştürülen ürünün yeniden kullanıma sunulmasıdır.

Geri Dönüşüm Niçin Önemlidir?

1.Doğal Kaynaklarımız Korunur; Tüketilen maddelerin yeniden geri dönüşüm halkası içine katılabilmesi ile öncelikle hammadde ihtiyacı azalır. Böylece insan nüfusunun artışı ile paralel olarak artan tüketimin doğal dengeyi bozması ve doğaya verilen zarar engellenmiş olur. Doğal kaynaklarımız dünya nüfusunun artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeni ile her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle malzeme tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir nitelikli atıkları geri dönüştürmek sureti ile doğal kaynaklarımızı verimli kullanmak zorundayız. Bu nedenle geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması ve verimli kullanılması için son derece önemli bir işlemdir.

Geri dönüşüm yapmak hem doğal kaynakları korur hem de çevre kirliliğini engellemek yolunda başarılı bir atılım yapar. Hurda kağıdın tekrar kağıt imalatında kullanılması hava kirliliğini %74-94, su kirliliğini %35, su kullanımını %45 azaltabilmektedir. Örneğin bir ton atık kağıdın kağıt hamuruna katılmasıyla 20 ağacın kesilmesi önlenmektedir.

Örneğin; kağıdın geri dönüşümü ile ormanlarda ağaçların daha az kesilmesini sağlamış oluruz. Benzer şekilde plastik atıklarının geri dönüşümü ile petrolden tasarruf sağlanabilir.

2.Enerji Tasarrufu Sağlanır; Geri dönüşüm malzeme üretiminde endüstriyel işlem sayısını azaltmak suretiyle enerji tasarrufu sağlar. Örneğin; metal içecek kutularının geri dönüşümü işleminde bu metaller direkt olarak eritilerek yeni ürün haline dönüştürüldüğünde bu metallerin üretimi için kullanılan maden cevheri ve bu cevherin saflaştırılma işlemlerine gerek olmadan üretim gerçekleştirilebilmektedir. Bu şekilde bir alüminyum kutunun geri dönüşümünden % 96 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir. Aynı şekilde 1 ton kullanılmış kağıdın geri kazanılması ile 17 ağaç kurtarılmakta, 4100 kilovat saatlik enerji tasarruf edilmektedir ki bu miktar bir ailenin ortalama olarak 1 yılda kullandıkları elektrik enerjisidir. Aynı şekilde bakır bileşimlerin, geri kazanılması için gereken enerji bu metalin madenlerden çıkartılması için gereken enerjinin sadece % 13, ve demir/çelik için % 19'u kadardır. (Lyons ve Tonkin, 1975).

3.Atık Miktarı Azalır;Geri dönüşümün uygulanması ile çöplere giden atık miktarında azalma sağlanarak bu atıkların taşınması ve depolanması işlemleri için daha az miktarda alan ve daha az enerji kullanılmış olur. Evsel atıklar için bu azalma ağırlık olarak fazla olmamakla birlikte hacimsel olarak bakıldığında oldukça önemli bir oran teşkil etmektedir. Özellikle katı atıkları düzenli bir şekilde bertaraf edebilmek için yeterli alan bulunmayan ülkeler için katı atık miktarının ve hacminin azalması büyük bir avantajdır.

4.Geri Dönüşüm Geleceğe ve Ekonomiye Yatırım Demektir;Geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır. Hammaddenin azalması ve doğal kaynakların hızla tükenmesi sonucunda ekonomik problemler ortaya çıkabilecek ve işte bu noktada geri dönüşüm ekonomi üzerinde olumlu yapacaktır. Yeni iş imkanları sağlayacak ve gelecek kuşaklara doğal kaynaklardan yararlanma olanağı sağlayacaktır.

Geri Dönüşüm Projeleri

Geri dönüşüme en uygun olan toplama şekli **kaynağında ayrı toplama**dır. Bu toplama şeklinin uygulanabilmesi için bireylerin evde geri dönüşümsel ayırım yapmak için güdülenmiş olmaları gerekmektedir. Bunun öneminin farkında olan dünya durmadan halkı bilinçlendirecek projeler geliştiriyorlar. Ülkemizde de bu anlamda bir çok proje hayata geçirilmeye çalışıldı ve çalışılıyor. Bu çalışmalardan bazı örnekler:

Eskişehir Örneği

Tepebaşı Belediyesi Temizlik İşleri Müdürü Çevre Mühendisi Koray Kök, geri dönüştürülebilir katı atıkların % 90'ının çöpe gittiğini belirterek, insanlarımızda geri dönüşüm bilincini yaratmak için eğitimin şart olduğunu ve ilk olarak ilköğretim kurumlarında çevre bilinci yaratmak için eğitim verildiğini kaydetti. Tepebaşı Belediyesi'nin Türk-Çev.'in temsilciliğini yaparak okullara gönüllü olarak bu eğitimi vermek için

projeler gerçekleştirdiğini açıklayan Kök, bu proje kapsamında ilk olarak geri dönüşüm bilincini yaratma eğitimi verdiklerini kaydetti. İkinci olarak kamu kurum ve kuruluşlarına geri d nüş t r lebilir katı atıklar için biriktirme kabı koyduklarını belirten Kök, “insanlarımıza bu alışkanlığı kazandırdıka biriktirme kaplarının sayısının artacağını” açıkladı. Geri dönüşüm projesinin ekonomik boyutunun ön plana çıkararak kendilerinin çalışmasını engellediğini ifade eden Kök, “biz biriktirme kaplarını koyuyoruz fakat insanlar kendilerine Pazar oluşturuyorlar” dedi. Daha  nce Kızılıklı mahallesinde evlere geri dönüşüm poşeti dağıtıldığını ve kapıcılara da teşvik için çeyrek altın verilerek geri dönüşüm bilinci yaratılmak istendiğini fakat kapıcıların poşetleri kağıt toplayıcılarına satarak kendi pazarlarını oluşturduklarını belirten Kök, okullarında aynı davranışı sergilediklerini, okullara konulan geri dönüşüm kaplarının da okullar için bir ekonomik getiri sağladığını ifade ederek, insanların ekonomik kazanç sağlama d şuncelerinin, projelerin önüne geçtiğinin altını çizdi.

Bursa  rneği “ p Deyip Geçme!”



Resim1: Bursa  rneği

Geri Dönüşüm’de Türkiye   ncüsü Bursa Birincisiyiz

Çevreye Saygı; yalnızca bugünümüze değil, aynı zamanda yarınlarımıza, çocuklarımıza karşı da bir borçtur. Unutulmaması gereken en önemli ayrıntı “Bugünün, Yarınımız ocuklarımızdan  d n Alındığı” bilincidir. Bu bilinçle başlatılan Geri Kazanım Projesi kapsamında yeniden kullanılabilir atıklar program dahilindeki mahallelerden haftada bir gün toplanarak Bursa Büyükşehir Belediyesi ayrıştırma tesislerine nakledilmektedir.

2001 yılı evko Vakfı kuruluşunun 10. yıldönümünde, Geri Kazanım Projelerine en yaygın haliyle destek veren ve bu konuda kendi uygulamalarını hayata geçiren belediyelerin topladıkları atıklara bakıldığında Osmangazi Belediyesi Türkiye genelinde üçüncü, kentimizde ise birinci sırada yer almaktadır.

Aralarında Bahçelievler, Kuşadası, Beşiktaş ve Konak Belediyelerinin de bulunduğu projede en çok atık toplayan belediye Marmaris oldu. Belirlenen tahmini rakamlara göre Kadıköy Belediyesi ikinci sırada yer alırken, Osmangazi Belediyesi de üçüncü oldu.

Projeye, 4 merkez belediyenin de destek vermesiyle 2001 yılı Ekim ayı itibariyle kentimizde toplanan geri dönüşüm atık miktarı yaklaşık 1246 ton. Osmangazi Belediyesi’nin 730 tonla ilk sırada yer aldığı listeye göre, Nilüfer Belediyesi 286 ton, Yıldırım Belediyesi 175 ton, Büyükşehir Belediyesi ise 25 ton geri dönüşüm atık toplamış.

Trabzon Örneği



Resim2: Trabzon Örneği

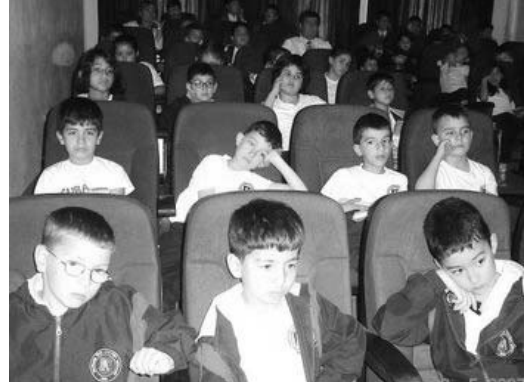
Belediye tarafından evsel katı atıkların kaynağında geri kazanımını sağlamak amacıyla pilot Bölge seçilen Beşirli Mahallesi Dostlar Sitesinde çalışmalar başlandı. Belediye Çevre ve Temizlik İşleri Müdürü Ayşegül Nuhoglu'nun başkanlığındaki ekip ev ev dolaşarak konu hakkında vatandaşlara bilgi verdiler. Apartman girişlerine Evsel Atık geri dönüşüm kutuları yerleştirilmesini yanı sıra evlere de çöp poşetleri dağıtıldı. Belediye Çevre ve Temizlik İşleri Müdürü Ayşegül Nuhoglu, evsel katı atıkları yeniden ekonomiye kazandırmayı amaçladıklarını belirterek, “Bunun için ilk olarak pilot bölge seçtiğimiz Beşirli Mahallesi Dostlar Sitesi'nde çalışmaya başladık. Vatandaşlara poşetler dağıtarak evlerindeki katı atıkları bu poşetlerde biriktirmelerini istiyoruz. Bu çalışmadan alacağımız sonuca göre diğer mahallelerimizde de aynı uygulamayı başlatacağız” dedi.

Eskişehir Odunpazarı Belediyesi Örneği

30 Mayıs 2007 Çarşamba günü birinci ve ikinci sınıflara yönelik olarak “Çevremizdeki Değişimler ve Geri Dönüşüm” konulu konferans verildi.

Odunpazarı Belediyesi Fen İşleri Müdürü Ercan Yıldız, Çevre Mühendisi Oğuzhan Tüzel ve İnşaat Mühendisi Emre Kutay Mercantaş'ın verdiği konferansta, belediyelerin çevre değişimine etkileri, yapılanlardan örnekler, geri dönüşümün önemi, geri dönüşüm etkinlikleriyle çevreye sağlanan katkılar konularına değinildi.





Resim 3: Eskişehir Odunpazarı Belediyesi Örneği

Eskişehir Örneğinden de görülebileceği gibi bu tür projeler sadece birkaç günlük bir etkiye sahiptirler. Bireyle birebir etkileşime geçilmemiş. Market promosyonları gibi broşür ve poşet dağıtımıyla bilinç yaratılabileceği düşünülmüştür. Sonuç ise her yanlış tasarım uygulayışının sonunda karşılaşabileceğimiz “misuse” olmuştur.

Kendi algı sistemlerinde olmayan bir alışkanlığı her gün tüketilen kavramlarla toplumun bilinçaltına işletmek var olan kavram karmaşası arasında bir ifade etmemektedir. Eskişehir Odunpazarı Belediyesi Örneği'ne bir bakın. Çizgi film arasındaki sıkıcı reklamları izleyen bir grup çocuk olarak düşünebilirsiniz onları. Eğitim bir çocuk düşünülerek tasarlanmamıştır çünkü. Var olan kalıplar çocukların da üzerine oturtulmaya çalışılmıştır ve kalıcı bir etki bırakılamamıştır. Oysa bu projelerin uzun soluklu olması gerektiğini ve jenerasyonlarla birlikte gelişen ve bilinçlenen aktiviteler şeklinde ilerlemesi gerektiğini düşününce, hem evde hem de okulda olarak en çok eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi gereken grup çocuklardır. Bilinçlendirmeye çocuklardan başlanmalıdır ki gelecek toplumumuz ayrıştırmayı gündelik hayatın doğal bir ihtiyacı olarak görebilsin.

Amerika'dan Bir örnek:

Amerika'da, bir okulda çevrenin korunması ve geri dönüşüm konusunda pratik değeri olan bir projenin nitelikleri konusunda yapılan araştırma, ilginç sonuçlar vermiştir. Araştırmadan önce, çevre konusunda birkaç proje yapılmış fakat verimli sonuç alınmamıştır. Bunun üzerine yapılan çalışmalar göstermiştir ki; bir çöp arıtma tesisi kurulmasına ve neredeyse 50 metrede bir çöp kovaları koyulmasına rağmen, büyük küçük, bütün insanlarda çöplerin yere atılması alışkanlığı sürmüştür. Bunun için, teknik donanımla birlikte, uygulanabilir ve verimli bir yöntem arayışına girilmiş ve bu arayış sonucunda şu verilere ulaşılmıştır.

- Yerlere çöp atmamak, çocuklara eğitim çağında kazandırılan ve bir kez kazanılınca bir daha kolay kolay terkedilmeyen bir alışkanlıktır.
- Uygun yer ve sıklıkta çöp kutularının hazır bulundurulması, işi kolaylaştıran; ancak varlığı kesinlikle zorunlu olmayan bir öğedir; çünkü çöp atmama alışkanlığını edinmiş olanlar ellerindeki çöpleri oldukça uzağa taşıırken, buna aldırmayanlar birkaç adım ötede çöp kutusu varken çöplerini yere atıyorlardı.
- Okullarda, çocukların yere çöp atmaması konusunda ciddi bir eğitim vardı. Fakat temel yöntem, atılma toplatma yönünde problemi çözmeyen, ama cezalandıran bir yöntemdi. Bu da çocuklarda aksi bir etki yapıyordu.

Robot – İnsan İlişkisi

Robot temelde insanlığın kendine yardımcı olacak bir mekanizma oluşturma güdüsünden yola çıkmıştır. Hem de ilk zamanlarından beri sadece insana yardımcı olacak değil aynı zamanda figüratif olarak da insana benzeyen onun hareketlerini yapabilen robotların yapılması arzulanmıştır. Eli gözü olan, konuşabilen, yerleri süpürebilen, otomasyondaki bir işçi gibi görev alabilen, evrak getirebilen...

Robot dünyasındaki yeni eğilimlerden biri de duygusal cevap verebilme...

Artık insan zekasını taklit edebilecek robotların yapım tarihleri aşağı yukarı söylenebiliyor ve bu konuda çalışmalar devam ediyor. Günümüzde robotlar insanoğlunun akıl ve fiziksel gücünün yanında duygusal deneyimlerini de paylaşıyor.

GÖZ ROBOT



Resim 4: Göz Robot

Japon gençler büyükleriyle ilgilenmeyince robot üreticisi Systec Akazawa yaşlılarla sohbet etmesi için göz şeklinde bir robot üretti.

MuuSocia adındaki bu robot yüzleri ve sesleri tanıyabiliyor ve kullanıcılarıyla sohbet edebiliyor. Yani yaşlılara yoldaş oluyor.

PARO



Resim 5: PARO

Dünyanın en şirin robotu Japonya'da görevde...

Robotları insan gibi göstermeye çalışmak yerine onları hiç olmayan ya da nadir bulunan canlılara veya nesnelere benzetmek bu örnekte de görüleceği gibi inandırıcılık ve ikna bakımından oldukça başarılı oluyor. Bu yöntemle zihinlerde yerleşmiş imajların manipülasyonu yerine yeni, taze imajlar ekleniyor ve çelişkiler, orijinal olanla benzeşmeme riskleri ortadan kalkıyor.

Pelüş oyuncakların çocukların ilk arkadaşı olduğunu fark eden Japon bilim adamı Dr. Takanori Shibata tasarladığı dost yanlısı robotu pelüş bir yavru kutup fokunun içine gizledi. Sesleri ve dokunmaları fark edebilen bu robotun adı Paro. Paro'nun üretim amacı zihinsel tedavi sürecinde olan insanlara, özellikle yaşlılara yardım etmek. Seri üretimine başlanan robot Japonya ve İsveç'te huzurevlerinde aktif olarak kullanılmaya başlandı.

Geri Dönüşümde Robot Arayüz Kullanımı

Robotikle ilgili genel kanı, yüksek teknolojiyle beraber gelen soğuk bir şey olması ve insancıl olana karşıtlığı, günümüzde yavaş yavaş siliniyor. İnsancıl olana karşıt durmak yerine insancılaşmayı hedefliyor ve insanları duygusal yönden tatmin ediyor. Artık o bir üst teknolojinin bilinmeyen bir parçası değil yaşamı kolaylaştıran ve renklendiren bir parça...

PARO ve Göz Robot örneklerinin dışında geri dönüşüm bilinçlendirilmesinde robotların kullanımı gittikçe yaygınlaşıyor.

Bir çok ülkede robotik projeler bireyle bire bir iletişim kurmak ve kalıcı bir anı oluşturmak amacı ile kullanılıyor.

Randie-Geri Dönüşüm Rakunu



Resim 6: Randie

Texas'da faaliyet gösteren Randie çağırıldığı okullara minik arabasıyla gidiyor ve çocuklarla sohbet edip onları bilgilendiriyor.



Resim 7: Randie öğrencilerle

Curby Geri Dönüşüm Robotu



Resim 8: Curby

California'dan yola çıkan Curby de Randie gibi davet edildiği okullara etkinliklere gidip çocuklarla tanışıp onları bilgilendiriyor.

Recycler Robot



Resim 9: Recycler

Recycler Robot da Amerika'dan yola çıkıyor, fakat onun diğerlerinden bir farkı var. O çocukları bilgilendirirken rap de yapıyor, şarkı da söylüyor. Böylece çocukları eğlendirirken bilgilendiriyor ve bu deneyim çocukların bilinçlendirilmesinde daha etkili bir rol oynuyor.

4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi

Her gün marketlerden bir sürü insan alışveriş yapıyor ve en az bir plastik market poşeti ile çıkıyor. Sadece bir ayda dünyada tüketilen market poşetlerini bir araya getirirsek küçük bir devlet kadar alan kapladığını görebiliriz.

Geri dönüşümü teşvik edecek bir girişim başlatıyorsak eğer temelden bu soruna yaklaşmalıyız ve kullandığımız her malzemede de bu hassasiyeti göstermeliyiz. Madem bu kadar market poşeti tüketiliyor o zaman buna ambalajın süre giden kullanım değeri açısından yaklaşım poşete ikinci bir anlam verebiliriz ki günümüzde bir çok insan zaten market poşetlerine ikinci anlam kazandırmış ve çöp poşeti olarak kullanmaktadır.

Proje senaryosunun temeli marketlerden başlıyor. Bireyler ikincil anlamalı market poşetleri ile marketten çıkarken marketlerin sponsorluk hizmeti olarak dağıttıkları RRS Aparatını alıyorlar. Bu aparat marketten alınan tüketim mallarını taşımakta kişiye kolaylık oluşturuyor ve sürecin geri kalanında RRS robotunun algı parçası haline geliyor. Aynı zamanda bu aparatlara atığın cinsine göre renk kodlaması uygulanmıştır. Ma-vi plastiği, sarı metali, yeşil ise camı temsil etmektedir.



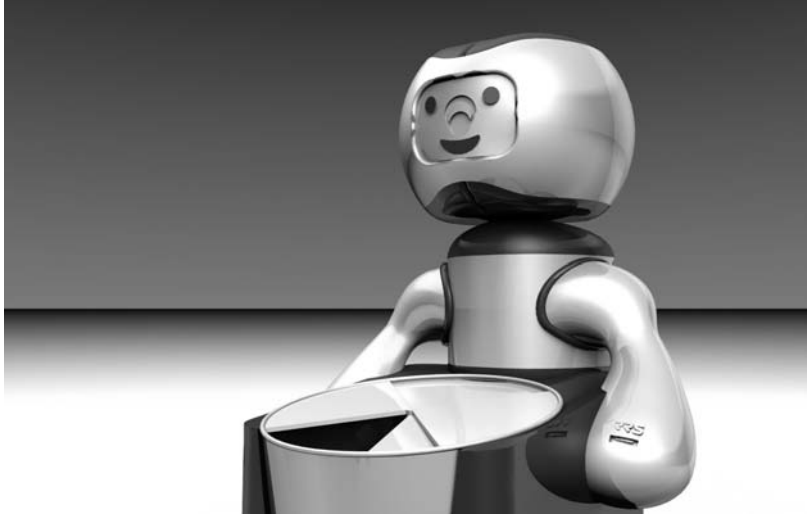
Resim 10: RRS Aparatı



Resim 11: RRS Aparatıyla taşıma

Marketlerden sponsorluk kampanyası veya geri dönüşüm destek payı çerçevesinde (ki Avrupa da bu tür girişimler gittikçe önem kazanmakta) aldığı aparatla eve giden kullanıcı evde ayrıştırma yapmaya devam eder ve poşetleri dolunca RRS'ye çöplerini dönüştürmeye gider. Burada unutulmaması gereken bir nokta vardır. O da şudur ki RRS'nin önerdiği sistem döngüselidir. Deneyim ile bilinçlendirme yarattığı için sonuç eylemin oluşturacağı istek ilk eylemin yapılmasını yani çöplerin kaynağında ayrıştırılmasını sağlar.

Kullanılan aparatlar renk kodları ile birlikte RRS'nin algılayıcı sistemine kaydedilmiştir. Örneğin metal atık poşeti ve mavi aparat ile RRS ye yaklaşan bir kullanıcıyı tanıyan RRS “Platik Atık Biriktirdiğiniz için teşekkür ederiz” şeklinde karşılar ve kullanıcı her ne kadar kaynağında ayrıştırma yapmış olsada yanlış kutuya atabilme riskine göz önüne alarak, atılacak atığın kutusunu dairesel çöp kutusunu kendi ekseninde döndürerek kişinin önüne hizalar ve kapağını açar. Yapılan sesli iletişimle hem karşılanan hem de bilgilendirilen kullanıcı elindeki çöpi kutuya atar.



Resim 12: Kapağın açılması

RRS atılan çöpün ağırlığını ölçer ve bu ağırlık karşısında belli bir ödüllendirme sistemi uygulanır. Biz örnek projede bu ödüllendirme sistemini belediyeler tarafından uygulanan ve çöpün ağırlığına göre otobüs bileti verilmesi olarak belirledik. Geri dönüşüm merkezlerinde geri dönüştürülen malzemenin getireceği kazancı, bu birikimi yapan ve geri dönüşüme hazırlayan kullanıcıya geri döndürmek olarak benimsedik.



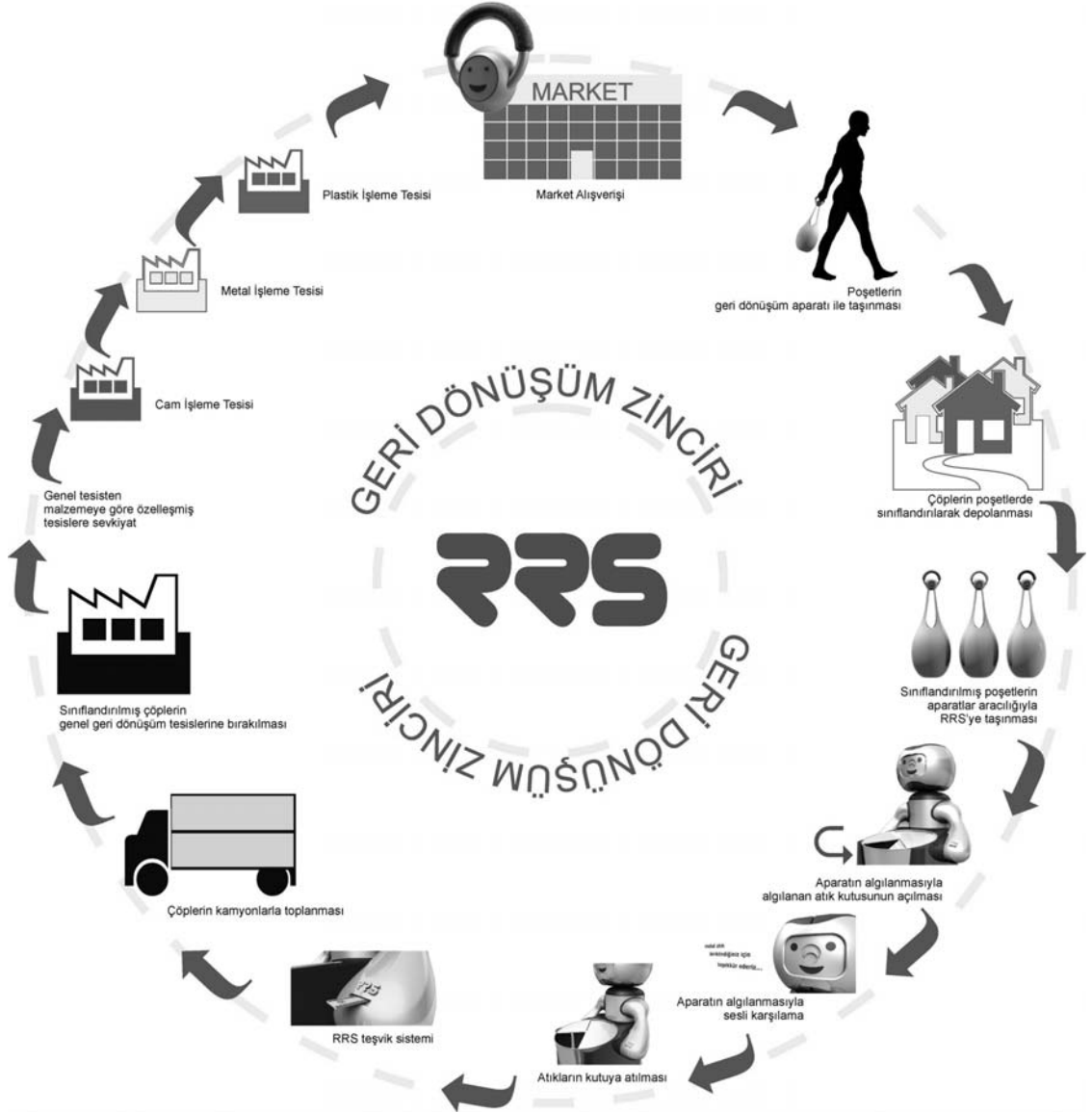
Resim 13: Teşvik olarak bilet verilmesi

Geri dönüşüme destek eylem projeleri kapsamında firmalar RRS'lere aylık veya yıllık sponsor olabilir ve teşvik edici başka ödüllendirme sistemleri de yapılabilir.

Kullanıcı çöpünü attıktan sonra RRS kapağı kapatır ve "Çevreye olan duyarlılığınız için teşekkür eder ve iyi günler dilerim" der.

Bu noktadan sonra çöp kamyonları devreye girer ve buradan sonra özel ayrıştırma merkezlerine doğru yolculuk devam eder.

Asıl önemli olan nokta bireyi oraya getirmek ve ayrıştırmayı yaptırabilmektir ve bunu da RRS'nin duygusal yönlendirmesi ve sürekli deneyimleştirmesi ile sağlamaktayız.



Resim 14: RRS'nin döngüsel senaryosu

5. Hedeflenen Katkılar ve Etkileri

Proje kapsamında hedeflenen katkılar, sistemi bütüncül bir bakış açısıyla düşünülerek elde edilmiştir. Bunlardan ilki, projenin zaten temel amacı olan geri dönüşüm bilincinin desteklenmesi ve bu yolda uygulanabilir bir proje ortaya konmasıdır. İkinci ve aslında önemli olan etki, robotiğin, insanların genel algısındaki yüksek teknoloji, soğuk ürünlerden; sevimli, sıcak ve dost bir algıya dönüştürecek, yeni bir çerçeve oluşturulması ve yeni bir arayüz tasarlanmasıdır.

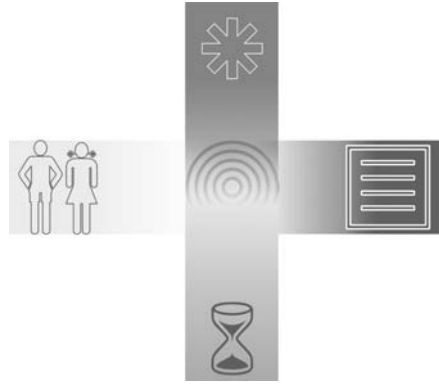
RRS'yi diğer geri dönüşüm projeleri ile karşılaştıracak olursak aşağıda Resim 15, 16 ve 17'de gördüğümüz şemalarla karşılaşıyoruz.

Resim 15'de Türkiye'de de örneklerini gördüğümüz klasik doküman ve anlatım teknikleriyle bilinçlendirme çalışmalarının bilinç oluşturma grafiğini görmekteyiz.

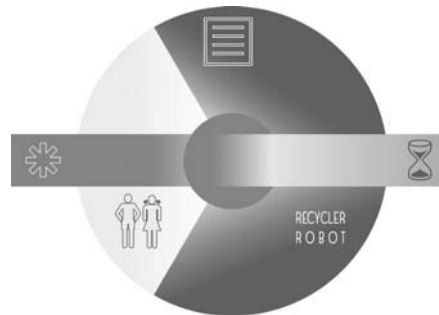
Bireyin ve doküman anlatımının buluşmasından ortadaki bölük pörçük bilinç oluşur. Bu bilincin oluşumu kadar devamiyeti de önemlidir. Zaman her zaman bir eksi değer oluşturur ve var olanı unutturur. Deneyim ise zamanın oluşturduğu negatif etkinin aksine bilinci parlatır. Bu örnekte de gördüğümüz gibi bölük pörçük oluşan bilinç zamanın negatif etkisiyle silinir ve deneyimleme süreci de olmadığından bilinç silik olarak kalır.

Resim 16'da eğlendirici robotlarla bilinçlendirme çalışmasında oluşan bilinç düzeyini görmekteyiz. Birey, doküman ve robot işbirliğinde gerçekleşen projelerde tam bir bilinç düzeyi oluşturulur. Fakat burada da projenin devamı olarak deneyimleme süreci bulunmadığından bilinç düzeyinde silinmeler gözlemlenir.

Resim 17'de RRS ile bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şemasını görmekteyiz. Birey, doküman ve robot işbirliğinde gerçekleşen bu projenin devamı deneyimleme süreci ile dolu olduğundan zamanın negatif etkisine rağmen bilinç tam olarak kalır.



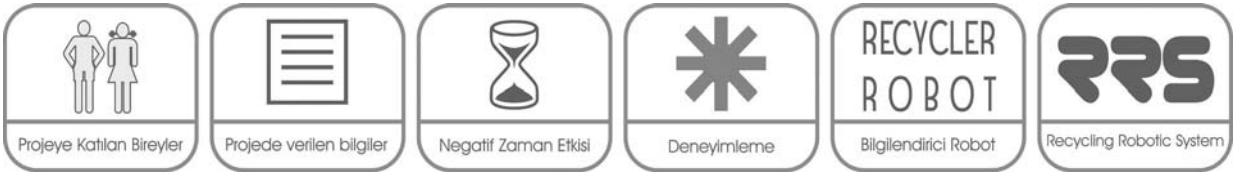
Resim 15: Sadece dokümanla bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şeması



Resim 16: Eğlendirici robotlarla bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şeması



Resim 17: RRS ile bilinçlendirme çalışmasında bilinç yerleşim şeması



Resim 18: İkon Tanımları

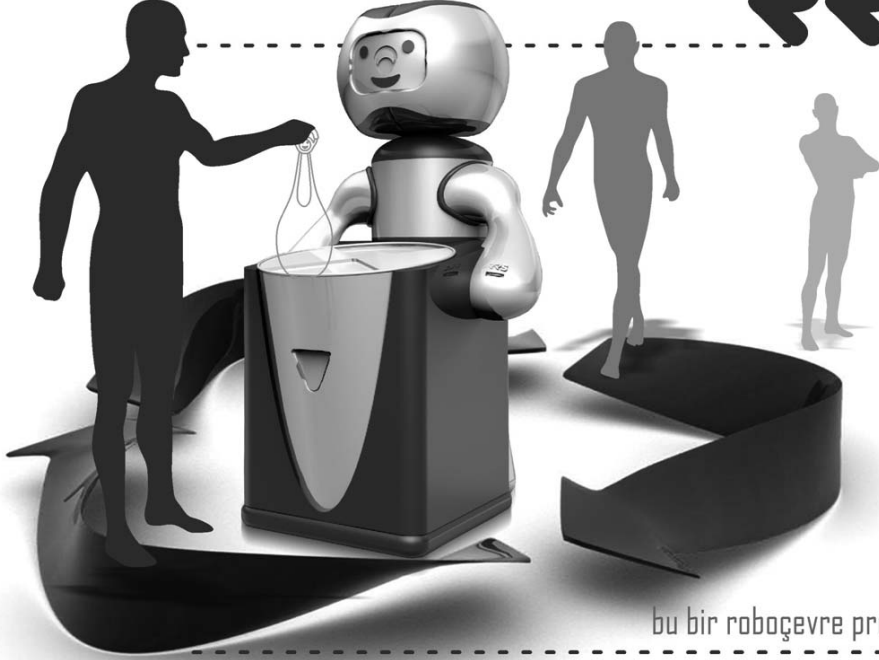
6. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

RRS, olarak adlandırdığımız bu proje, çevre ve geri dönüşüm konusunda yapılan, sorunun sadece bir kısmına yönelik ve insan motivasyonunun ihmal edildiği projelerin tersine, olaya bütüncül bakan ve duygusal teşvikin ne olduğunun farkında bir projedir. Bununla birlikte, proje çevre konusundaki genel kanıları olduğu kadar, teknoloji ve robotikteki kanıları da değiştirme ve iyileştirme yolunda atılmış bir adımdır. Çünkü, robotiğin ürünleri, yalnızca ülkemizde değil, bütün dünyada soğuk bir etkiye sahiptir. Proje, bu algıyı değiştirme yolunda sevimli bir arayüz olarak robot kullanımını önermiştir. Bu çözüm, geri dönüşüm projesinin içinde o kadar erimiştir ki; robotlara dair genel kanıyı kırmak için çevre kavramı mı, yoksa çevreye karşı bilinci arttırmak için robotlar mı kullanılmıştır, anlaşılması zordur. Bu sebeple proje, saf bir çevre ve geri dönüşüm projesi olmadığı gibi, saf olarak bir robotik projesi değildir. Ancak robo-çevre gibi yeni bir kavramla adlandırılabilir. Bu açıdan bakıldığında, bu özgün yaklaşımı ile kült denebilecek bir yapısı vardır. Kendisinden sonra yapılabilecek projelere bu açıdan iyi bir örnek olabilir.

Bu projeden, bahsedilen çerçeveden bakıldığında, robotik ile çevre ve geri dönüşüm kelimelerinin daha sık yan yana gelmesi ve robotiğin daha insancıl bir ara yüz kazanması temel beklentidir. Yan açılımlar olarak, atıkların, kaynağında ayrıştırılması konusundaki bilinç kazanımı ve bu konudaki sorunların çözüme kavuşturulması için atılan adımlar bir rol modeli olma değerindedir. Projenin belki de en önemli katkısı, olayları geniş bir sistem içinde değerlendiren bakış açılarıdır. Çünkü robotik, teknoloji, otomasyon, çevre ve geri dönüşüm gibi bir çok disiplin bir birinden ayrı düşünülmemiş; kendilerinden daha büyük bir sistemin içinde insancıl olanın farkında olup, duygusal biçimler kazandırılarak değerlendirilmiştir. Bu tavır, projeye, kendisinden sonra yapılacak çalışmalar için olumlu ve yol açıcı bir örnekçe olma değeri kazandırmaktadır. Bu projenin, bahsedilen beklentileriyle onay görmesi, bu beklentilerin, genel çerçevede bir toplumsal öneriye dönüşmesine de yardımcı olacaktır.

SUNUM

RRS



bu bir roboçevre projesidir

RRS Nedir?

RRS

RRS çevre ve geri dönüşüm konusundaki bilinç ve hassasiyeti arttırmak için robotiğin imkanlarının kullanıldığı, robotiğin insanlar üzerindeki soğuk imajını dönüştürücü, uygulanabilir, bütüncül bakış açısıyla tasarlanmış bir projedir.

Geri Dönüşüm Nedir?

Geri dönüşüm terim olarak, kullanım dışı kalan geri dönüştürülebilir atık malzemelerin çeşitli geri dönüşüm yöntemleri ile hammadde olarak tekrar imalat süreçlerine kazandırılmasıdır.

Geri dönüşüme en uygun olan toplama şekli **kaynağında ayrı toplamadır.**

Bu yapılmadığında, geri kazanılan ambalaj atıkları diğer atıklarla karışık olarak aynı poşete veya kutuya konulduğunda, taşıma, aktarma ve depolama sırasında kirlenmekte ve içerdiği yabancı maddelerle katışıklıkların miktarı artmaktadır.

Geri Dönüşüm Projeleri



Eskişehir

Bursa

Trabzon



Eskişehir Odunpazarı Belediyesi

Robot İnsan İlişkisi

R2S

Günümüzde robotlar insanoğlunun akıl ve fiziksel gücünün yanında duygusal deneyimlerini de paylaşıyor.



Göz Robot



PARO

Geri Dönüşümde Robot Arayüz Kullanımı

R2S

Bir çok ülkede robotik projeler bireyle bire bir iletişim kurmak ve kalıcı bir anı oluşturmak amacı ile kullanılıyor.



Curby



Randie



Recycler Robot

Geri Dönüşüm Zinciri

RRS



Kullanım Örneği

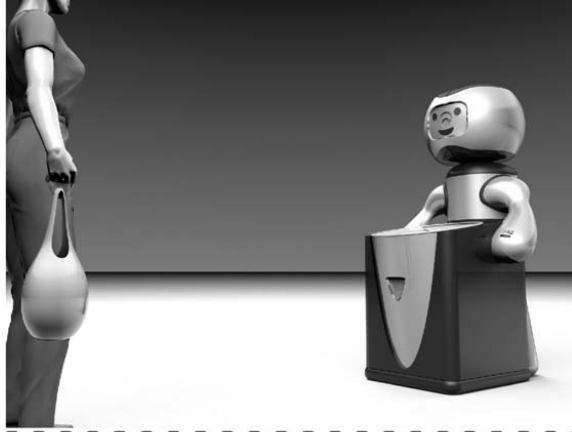
RRS



Olumlu Duygusal Arayüz

RRS

Geri dönüşüm çevirimindeki en büyük zorluklardan biri kişinin bu çevrime gönüllü katılımıdır. Bu projede kişinin sürece katılacağı nokta toplama üniteleriyle yüzyüze geldiği noktadır. Burada RRS olumlu bir arayüz olarak bireyin gönüllüğünü teşvik edicidir.



Aparat

RRS

Aparat marketten alınan tüketim mallarını taşımakta kişiye kolaylık oluşturuyor ve sürecin geri kalanında RRS robotunun algı parçası haline geliyor



Metal atık



Cam atık



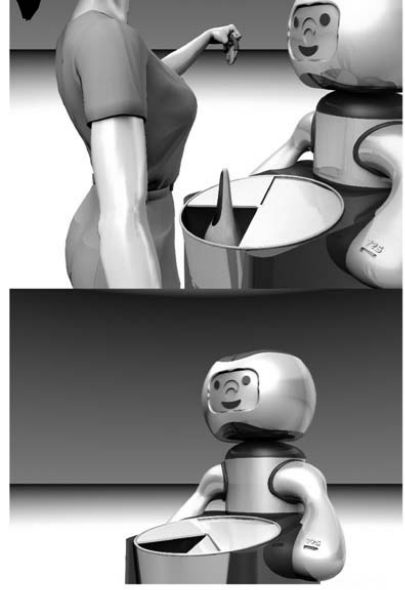
Plastik atık



Atık Ayırıştırma

RRS

Kaynağında ayırıştırma yöntemi uygulanmasına rağmen kişinin yanlış bölüme atık atmasını engellemek için RRS gelen aparatın cinsini algılar ve onun bölmesini kişinin önüne getirerek kişinin atığı doğru yere atmasını sağlar



Kişisel İletişim

RRS



Ödüllendirme

RRS

RRS atılan çöpün ağırlığını ölçer ve bu ağırlık karşısında belli bir ödüllendirme sistemi uygular.

Geri dönüşüme destek eylem projeleri kapsamında firmalar RRS'lere aylık veya yıllık sponsor olabilir ve teşvik edici başka ödüllendirme sistemleri de yapılabilir

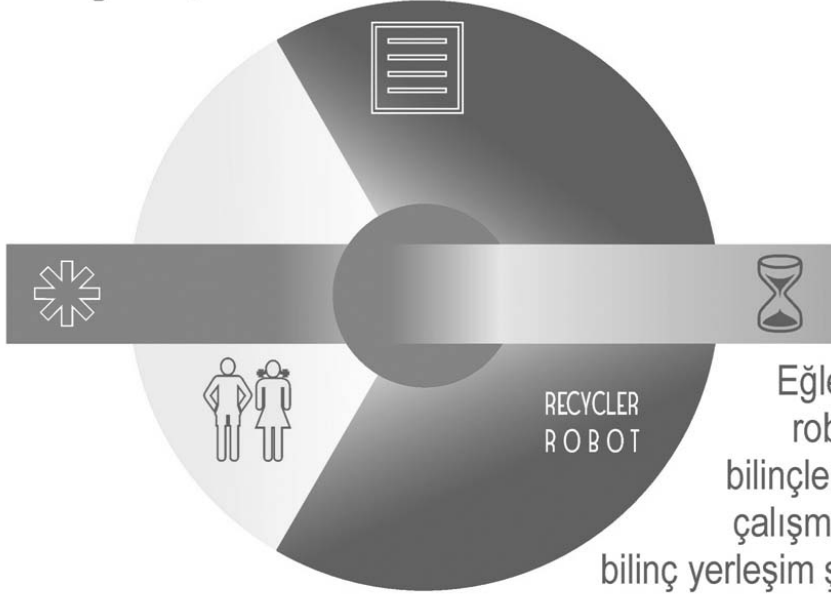


Karşılaştırmalı Bilinç Oluşumları

RRS



Karşılaştırmalı Bilinç Oluşumları

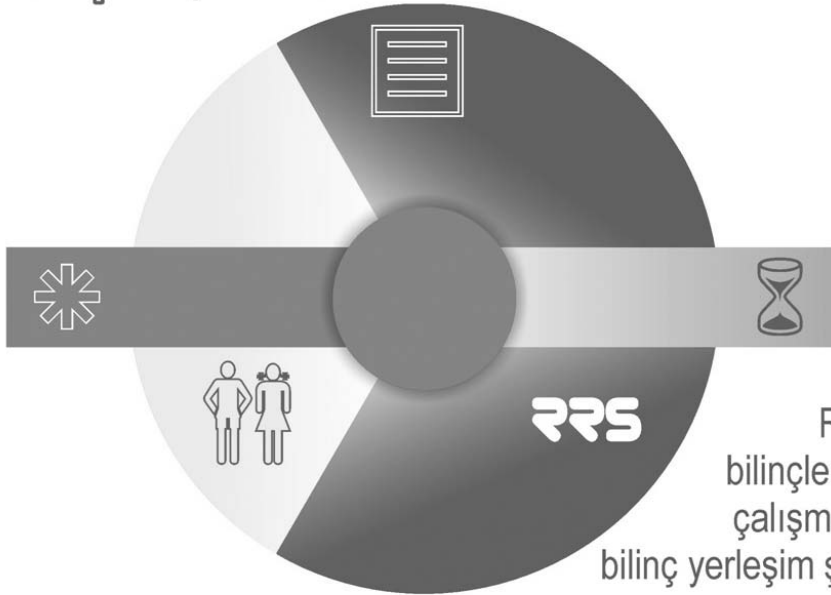


Eğlendirici
robotlarla
bilinçlendirme
çalışmasında
bilinç yerleşim şeması

RRS



Karşılaştırmalı Bilinç Oluşumları



RRS ile
bilinçlendirme
çalışmasında
bilinç yerleşim şeması

RRS



Sonuç

RRS

Proje çevre konusundaki genel kanıları olduğu kadar, teknoloji ve robotikteki kanıları da değiştirme ve iyileştirme yolunda atılmış bir adımdır. Proje, bu algıyı değiştirme yolunda sevimli bir arayüz olarak robot kullanımını önermiştir.

Bu çözüm, geri dönüşüm projesinin içinde o kadar erimiştir ki; robotlara dair genel kanıyı kırmak için çevre kavramı mı, yoksa çevreye karşı bilinci arttırmak için robotlar mı kullanılmıştır, anlaşılması zordur.

Bu sebeple proje, saf bir çevre ve geri dönüşüm projesi olmadığı gibi, saf olarak bir robotik projesi değildir.

Ancak robo-çevre gibi yeni bir kavramla adlandırılabilir.

RRS



teşekkürler

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

ROBOZAN

Ezgi ERİŞTİ

1. PROJE ADI : ROBOZAN (BAĞLAMA ÇALAN ROBOT)

2. KATEGORİ: BULUŞ ÖNERİSİ

3. AMAÇ :Bir müzik aletinin insan yerine makine tarafından kullanılabilceğini ve yeteneklerin robotlara hangi kısıtlar dahilinde aktarılabilceğini göstermek.

4. GİRİŞ

Müzik aletleri üzerinde bire bir performans gösteren robotların yapım çalışmaları 1980'li yıllarda başlamış ve bu konuda günümüze kadar pek çok ilerleme kaydedilmiştir. Müzisyen robotlar konusunda ilk büyük atılım 1984'te Tokyo Waseda Üniversitesi'nde keyboard çalan WABOT-2'nin hayata geçirilmesiyle başlamıştır [1].

Bundan bir yıl sonra WASUBOT ve 1989'da MUBOT isimleriyle anılan diğer müzisyen robotlar literatüre adını yazdırmayı başarmıştır [1,2]. Bridgeport Üniversitesi bu konuda bir adım daha ileri giderek Kurt Coble yönetiminde "Bubble Theatre of the Arnold Bernhardt Center" da yer almak üzere tamamı müzisyen robotlardan oluşan bir bando kurmuş ve "The P.A.M (Partially Artificial Musicians) Band" olarak isimlendirmiştir. Bünyesinde 12 farklı robot müzisyen barındıran bandonun elemanları ve çaldıkları enstrümanlar aşağıdaki gibidir [1].

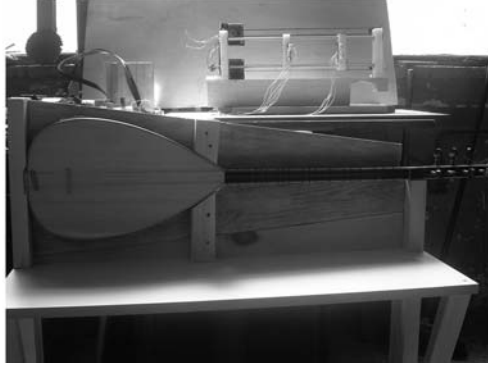
Micky	Drumset
Austin	Percussion ensemble
Zak	White electric guitar
Dusty	Red electric guitar
Dusty II	Electric guitar
Jasche	2-bow violin
Drack	Bass guitar
John	Folk guitar
Stu	Classical guitar
Gold member	Gold electric guitar
Bernie Bot	Cello
Silver	1-Bow violin

Bu kadar çok müzisyen robot üretilmesine karşın, literatürde enstrüman olarak bağlama üzerinde performans gösteren herhangi bir robot çalışmasına rastlanmamıştır. Bu çalışmada, ROBOZAN (ROBOT OZAN) ismini verdiğimiz düzenek, "bağlama çalan robot" olma yolunda ilerleyen tek çalışmadır.

5. MEKANİK TASARIM

5.1 Bağlama Masası

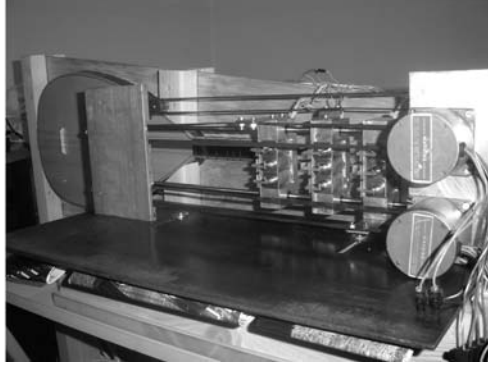
Bağlamayı yataklamak için Şekil-1' de görülen masa tasarlanmıştır. Böylece hem bağlamanın sabitlenmesi sağlanmış hem de bağlamayı çalacak düzeneğin yerleştirilmesi için bir zemin hazırlanmıştır.



Şekil-1. Bağlama Masası

5.2 Çalar Mekanizma

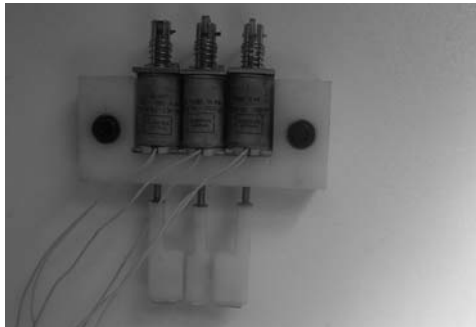
Bağlamanın sapına, Şekil-2’de görüldüğü gibi bir çalar mekanizma yerleştirilmiştir. Çalar mekanizma, perdelere basacak parmak görevini yerine getirecek 3 adet üçerli elektromıknatıstan oluşmuş basma düzeneği ve bu düzeneği perdeler arasında hareket ettirecek üç adet adım motorundan oluşmuştur. Şu an için tezeneyi hareket ettiren mekanizma sisteme yerleştirilmemiştir.



Şekil-2. Çalar Mekanizma

Çalar mekanizma sayesinde, tezene kısmında hiç bir düzenek olmadan sadece tellere vurma ve çekme anındaki sesleri kullanarak müzik parçası icra edilmektedir.

Perdelere basmak için tasarlanmış parmak mekanizması Şekil-3’de görüldüğü gibi üç adet elektromıknatıslı palet grubunun bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Notalara basma işlevini elektromıknatıs tarafından çekilen palete monte edilmiş yumuşak uçlar sağlamaktadır.



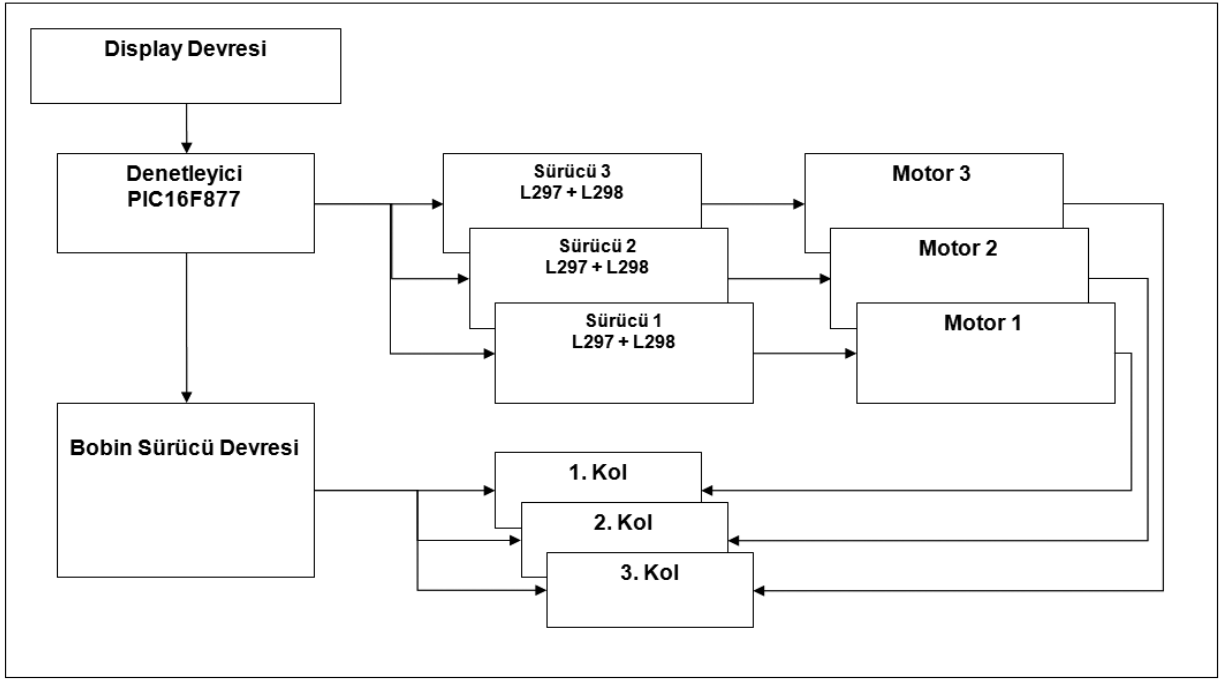
Şekil-3. Elektromıknatıslı parmak mekanizması

Her bir parmak mekanizmasındaki bobinler sırayla bağlamanın üst, orta ve alt tellerine basacak şekilde yerleştirilmiştir. Sistem toplamda 3 adet bobin grubu içerecek şekilde tasarlandığı için toplamda 9 adet notaya basabilme imkanı mevcuttur. Bobin grubu sayısının 3 olmasının nedeni bir insan elinin bağlama tekniğinde en temel hareket olan “FA-SOL-LA” hareketini minimum 3 parmağını kullanarak çalabilmesidir. Sistemdeki bobin grubu sayısının artması notalara konumlanma hızını arttırırken, bağlama sapında kayarak ilerleme (bir notadan diğer notaya kayarak geçme) ya da uzun mesafede kayma gerektiren işlemlerin icrasını güçleştirecektir.

Parmak guruplarının rahat hareket edebilmesi için miller ve lineer rulmanlar kullanılmıştır. Şekil-2 ve Şekil-3 ten de görüldüğü üzere bütün parmak grupları aynı mil üzerinde hareket etmektedir. Dolayısıyla herhangi bir bobin grubunun konumu diğer bobin grubunun notalara hareketini sınırlandıracaktır. Hareketin iletimi kayışlarla sağlanmaktadır. Böylece daha sessiz ve hızlı hareket sağlanmış olmaktadır.

6. SİSTEMİN BLOK DİYAGRAMI

Tasarlanan sistemin genel işleyiş blok diyagramı Şekil-4’ de görüldüğü gibidir.



Şekil-4. Sistemin genel işleyiş blok diyagramı

Blok diyagramdan da görüleceği gibi sistemin kontrolü PIC16F877 mikrodenetleyici ile gerçekleştirilmektedir. Denetleyici devresi oluşturulan algoritmaya bağlı olarak ilgili motor sürücülerine ve elektromıknatlara sinyal yollamakta, böylece programlanmış müzik parçasının icrası gerçekleştirilmiş olmaktadır. Bütün bu kontroller gerçekleştirilirken müziğin oluşması için ritm tutacak elemana ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç, sisteme bir sayıcı ilave edilerek giderilmiştir. Unutulmamalıdır ki pozisyon ve bobin kontrolünün zamana bağımlı olarak yapılması bir melodi ortaya çıkaracaktır.

Sayıcının varlığı nota sürelerinin (1/4, 1/8’lik nota v.b. gibi) ayarlanmasını kolaylaştırırken sayıcının frekansının değiştirilebilme olanağı da parametrik olarak nota sürelerini etkileyeceğinden ritmin hızlanmasını veya yavaşlamasını sağlayacaktır.

7. TASARLANAN ELEKTRONİK DEVRELER

Sistemde yer alan adım motorları ve elektromıknatısları sürmek için sürücü devreler tasarlanmıştır. Sistemin kontrolü için ise PIC16F877 mikrodenetleyicili bir devre oluşturulmuştur.

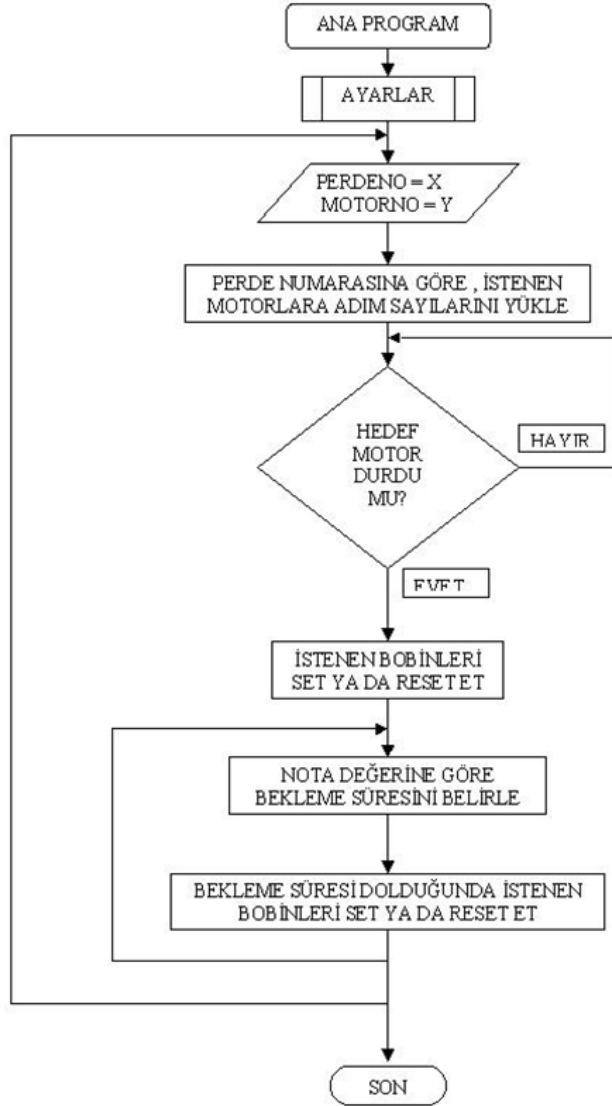
7.1 Adım Motor Sürücü Devresi

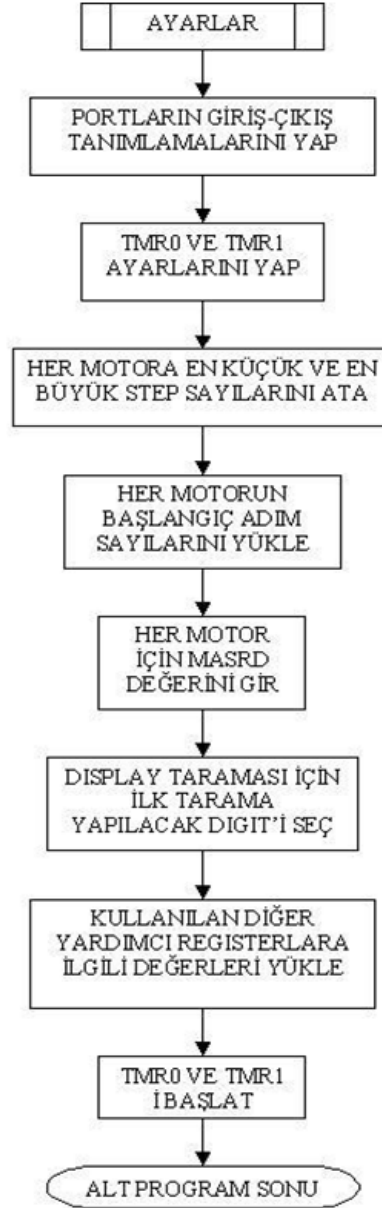
Sistemdeki adım motorlarını sürmek için L297 + L298 entegreleri ile gerçekleştirilen bipolar motor sürücü devre tasarlanmıştır.

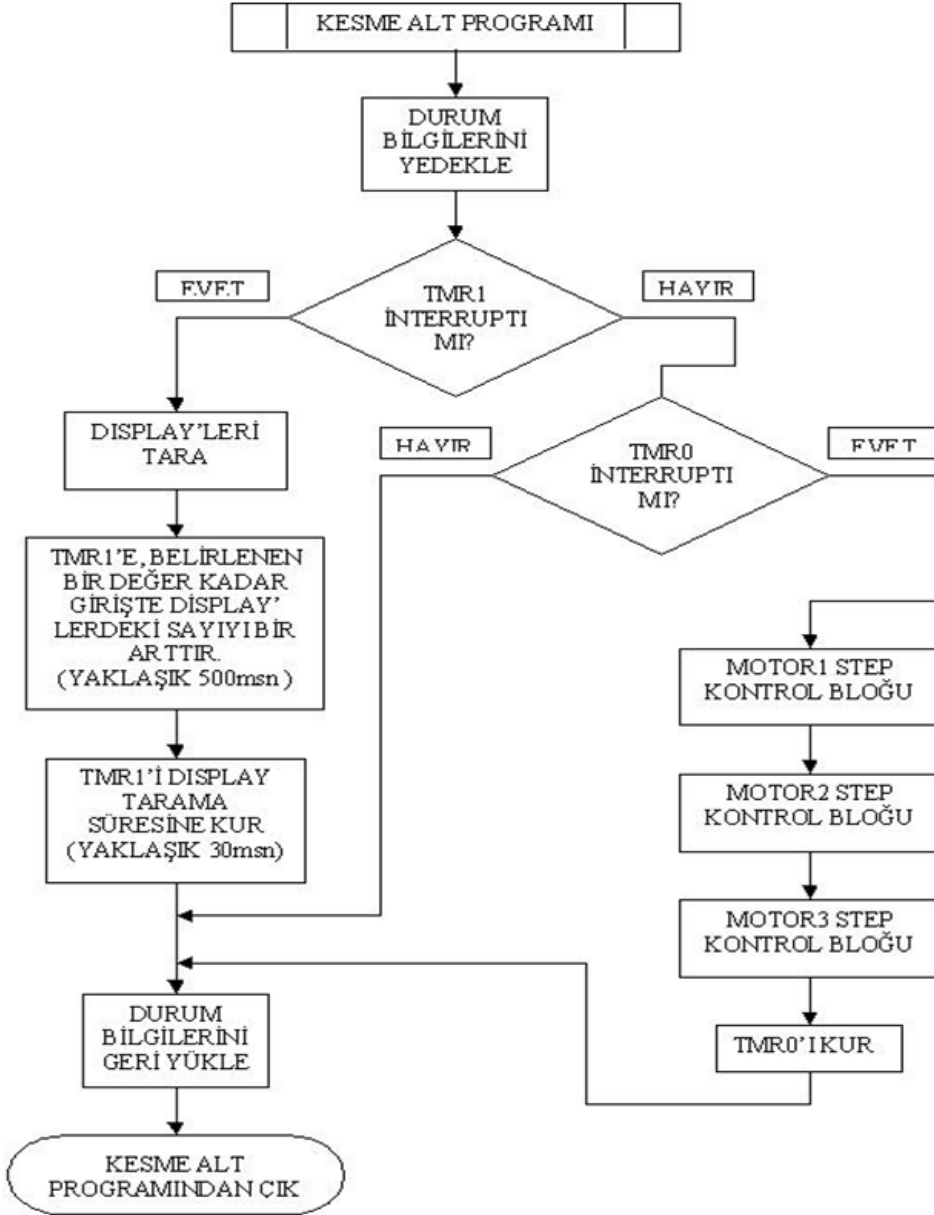
7.2 Elektromıknatısları Sürme Devresi

Parmak basma hareketini sağlayan elektromıknatıslar 24V. DC gerilimle çalışmaktadır. Bu elemanları enerjilendirmek için transistörlü anahtarlama devresi tasarlanmıştır.

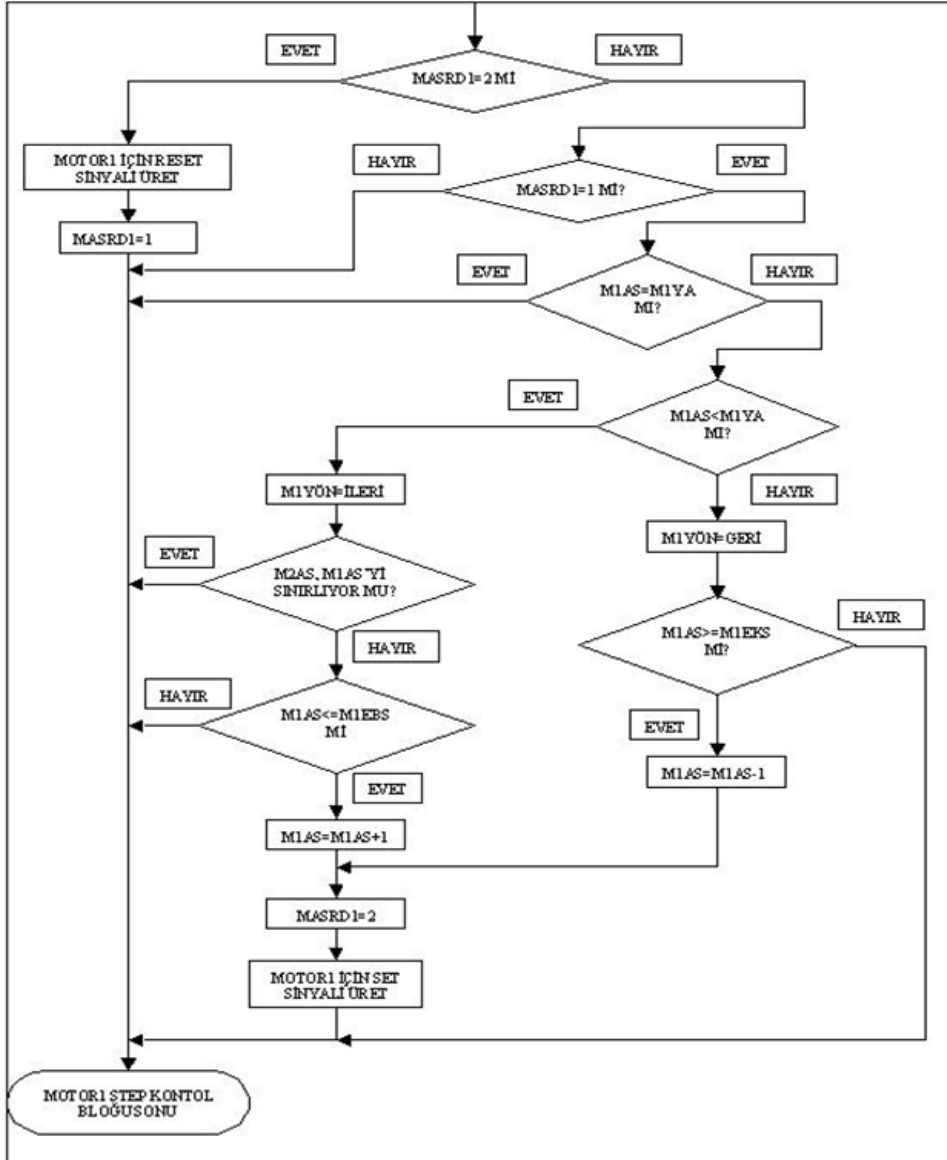
8. PIC PROGRAMININ AKIŞ DİYAGRAMLARI



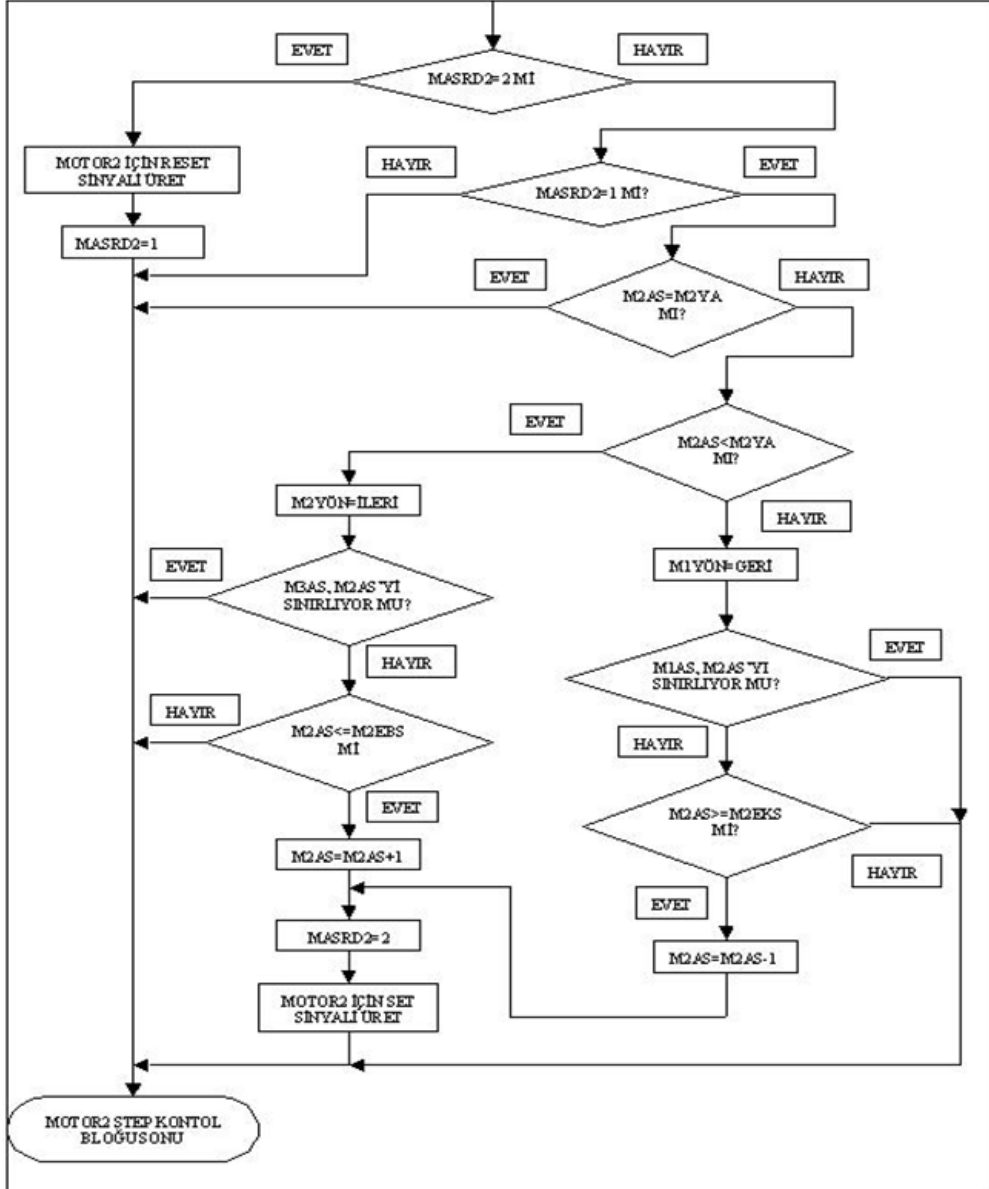




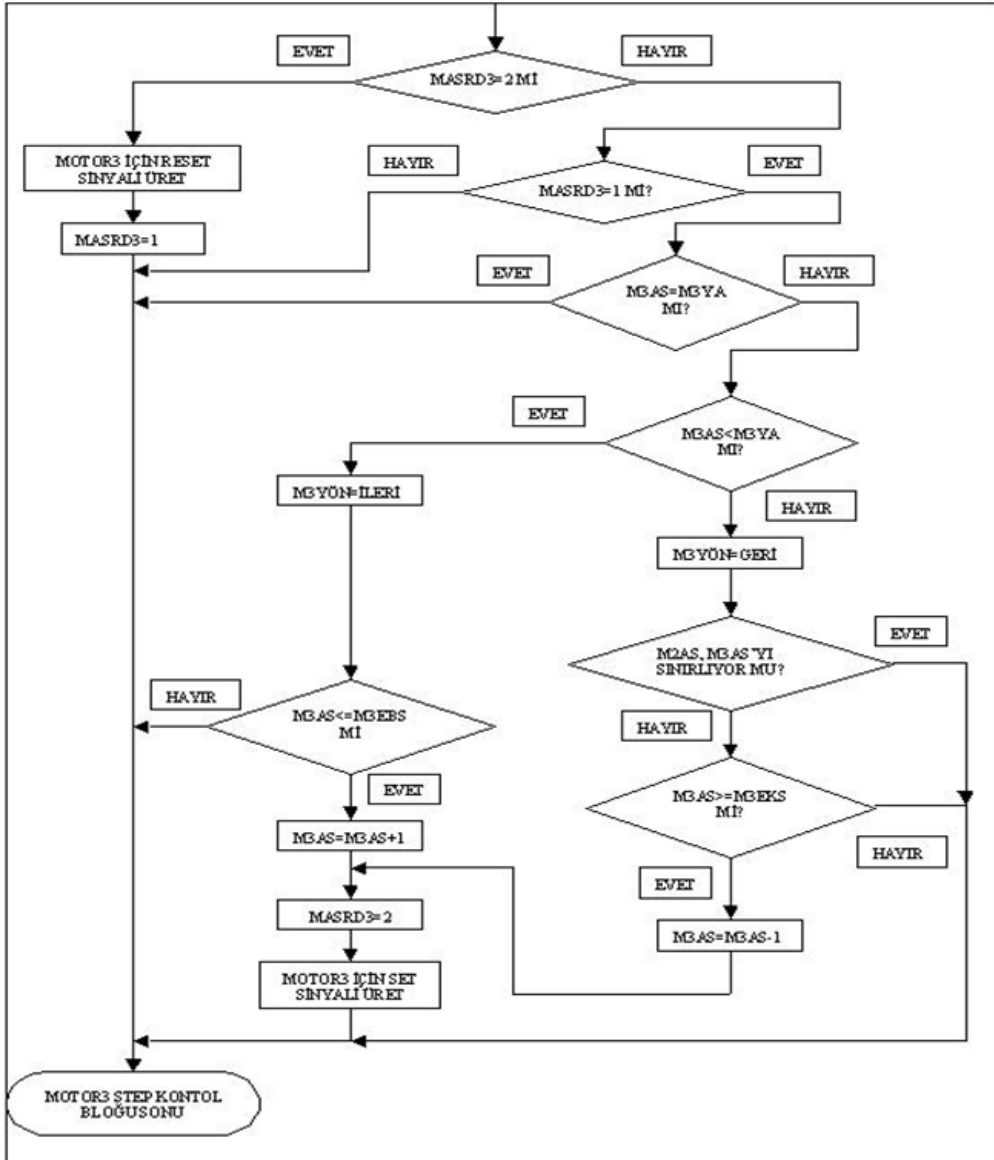
MOTOR 1 STEP KONTROL BLOĞU



MOTOR 2 STEP KONTROL BLOĞU



MOTOR 3 STEP KONTROL BLOĞU



9. SONUÇ / BEKLENTİLER / ÖNERİLER

Bu çalışmada bağlama çalan bir robot tasarımı gerçekleştirilmiştir. Şu an için yazılan programa bağlı olarak, sadece perdelerin bulunduğu sap üzerinde gezinme ve perdeler basma hareketi ile ses oluşturulmaktadır. Tezene hareketini sağlayacak mekanizmanın tasarımı henüz tamamlanamamıştır.

Bu çalışma tam olarak geliştirildiği takdirde, bağlama eğitiminde kullanılabilmesi gibi vefat etmiş önemli müzisyenlerin 'tavır'larının (özel çalışma tekniği) robotlara aktarılması ile yaptıkları canlı müzik de ölümsüzleştirilebilecektir. Ayrıca robot müzisyenler özellikle hızlı rutin hareketler gerektiren parçaları bir insana kıyasla çok daha kolay çalabileceği için (orkestra vs gibi yerlerde) müzik kalitesini de yükseltecektir.

Bütün bunların yanında ilgi alanlarıyla birleştirilmiş eğitim programlarının öğrenciler üzerinde güdülenmeyi artırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığı da göz önüne alınırsa, mikrodenetleyicili sistemlerdeki bazı kavramların (timer, interrupt vs. kullanımı) öğrenilmesinde iyi bir araç görevi görecektir.

10. TEŞEKKÜR

Bu çalışma esnasında gerekli yönlendirmeleri ve yapıcı önerileri ile her türlü desteğini bizden esirgemeyen değerli tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan ERDAL' a, elektronik ve PIC konusundaki deneyimlerini paylaşan arkadaşlarım Erdal Deveci, Serkan Menteş ve Zeynel Koç'a, prototip çalışmalarımızda desteklerini esirgemeyen Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi makine bölümü öğretim görevlilerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KURT ve atölye çalışanlarına, mekaniğin tamamlanmasında katkıları bulunan Sayın Sırrı ELVERDİ ve Necmi YILDIZ' a, bağlama tekniği konusunda yol gösteren müzik öğretmenim Sayın Nuran ŞAHİN' e teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKLAR

- [1] Sobh T. M., Wang B., Coble K. W., Experimental Robot Musicians, JOURNAL OF INTELLIGENT AND ROBOTIC SYSTEMS, Vol 38, pp 197-212, 2003
- [2] Kajitani M., Development of Musician Robots, JOURNAL OF ROBOTICS AND MECHATRONICS, Vol 1, Iss 3, pp 254-255, 1989

SUNUM

BAĞLAMA ÇALAN ROBOT

ROBOZAN



3. Necdet Eraslan
proje yarışması

MAKİNE MÜHENDİSLERİ ODASI



BAĞLAMA ÇALAN BİR MEKANİZMANIN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ (Robozan)



EZGİ ERİŞTİ

İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞ

İnsanlar gelişen teknolojiyle birlikte kendi yaptıkları işleri yapabilen mekanizmaları hayata geçirmektedir.

Son dönemlerde bilim adamları özellikle insan davranışları sergileyebilen robot projeleri üzerinde çalışmaktadırlar. İnsan gibi yürüeyebilen, konuşabilen, araba kullanabilen vb. robotlar geliştirilmekte ve bu mekanizmaların kabiliyetlerinin artırılması, performanslarının iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

AMAÇ

- *Bu çalışmada, bir müzik aletinin, insan yerine makine tarafından kullanılabilineceğini göstermek amaçlanmıştır ve bu amaç doğrultusunda bağlama çalan bir mekanizma hayata geçirilmeye çalışılmıştır.*

BENZER ÇALIŞMALAR

- 1984'te Tokyo Waseda Üniversitesi'nde keyboard çalan WABOT-2'
- Bridgeport Üniversitesi Kurt Coble yönetiminde tamamı müzisyen robotlardan oluşan bir bando kurmuş ve "The P.A.M (Partially Artificial Musicians) Band" olarak isimlendirmiştir.

BANDONUN ELEMANLARI

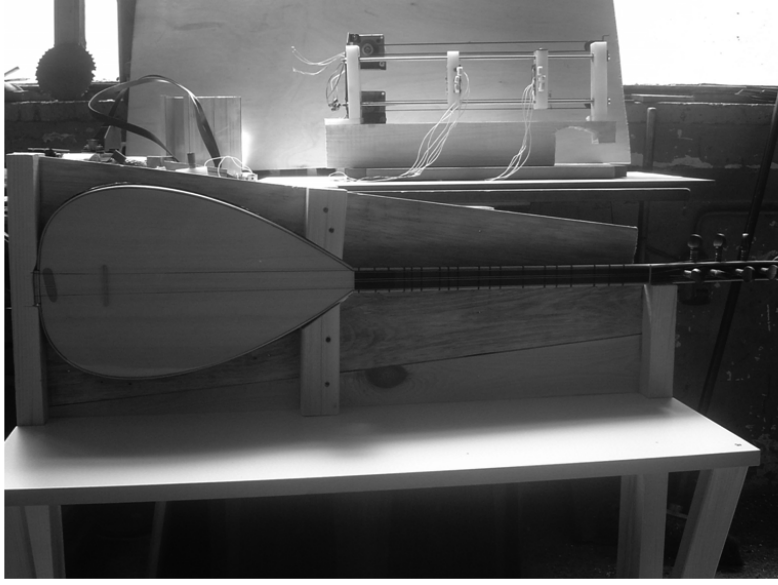
- Austin Percussion ensemble
- Zak White electric guitar
- Dusty Red electric guitar
- Dusty II Electric guitar
- Jasche 2-bow violin
- Drack Bass guitar
- John Folk guitar
- Stu Classical guitar
- Gold member Gold electric guitar
- Bernie Bot Cello
- Silver 1-Bow violin
- Micky Drumset



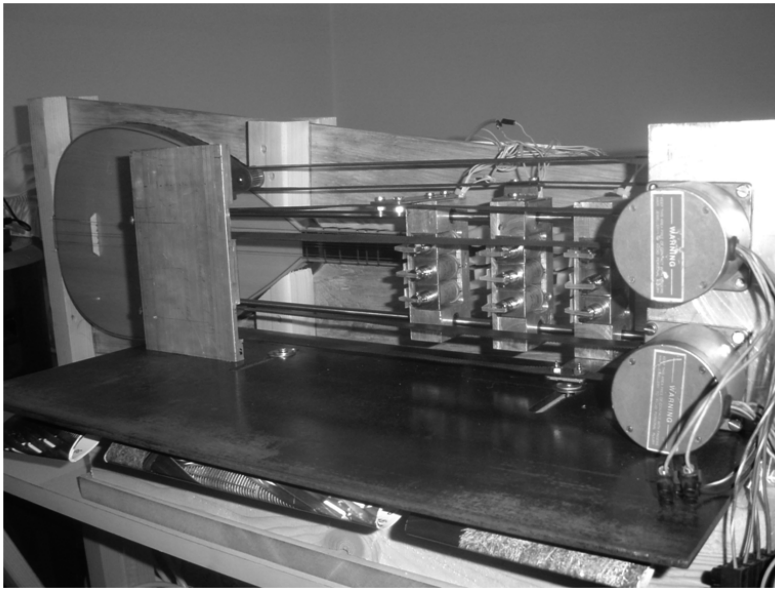
- Bu kadar çok müzisyen robot üretilmesine karşın, literatürde enstruman olarak bağlama üzerinde performans gösteren herhangi bir robot çalışmasına rastlanmamıştır. Bu çalışmada, ROBOZAN (ROBOT OZAN) ismini verdiğimiz düzenek, “bağlama çalan robot” olma yolunda ilerleyen tek çalışmadır.

MEKANİK TASARIM

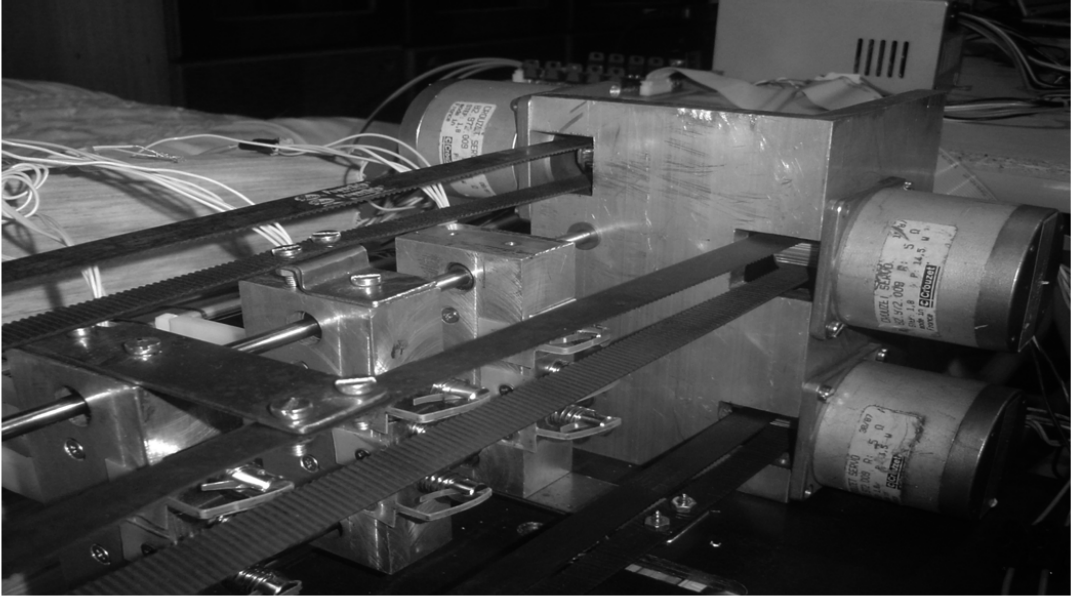
BAĞLAMA MASASI



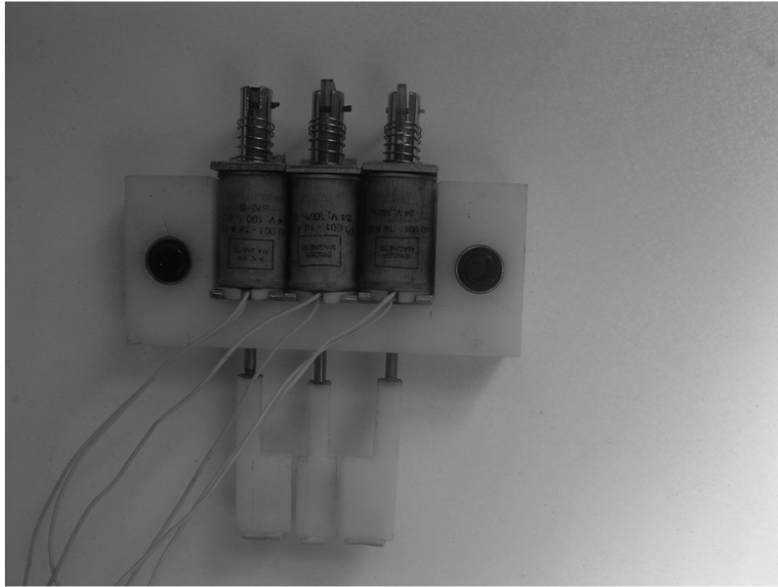
ÇALAR MEKANİZMA



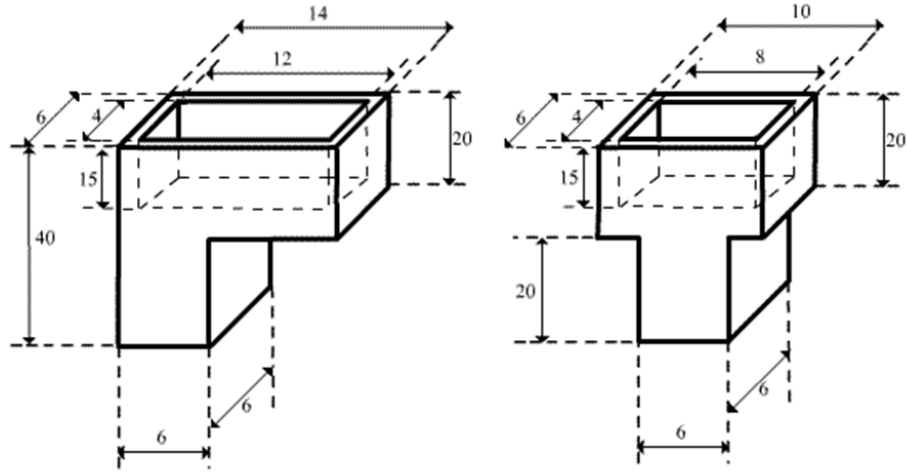
ÇALAR MEKANİZMA



PARMAK MEKANİZMASI



Palet Mekanizması

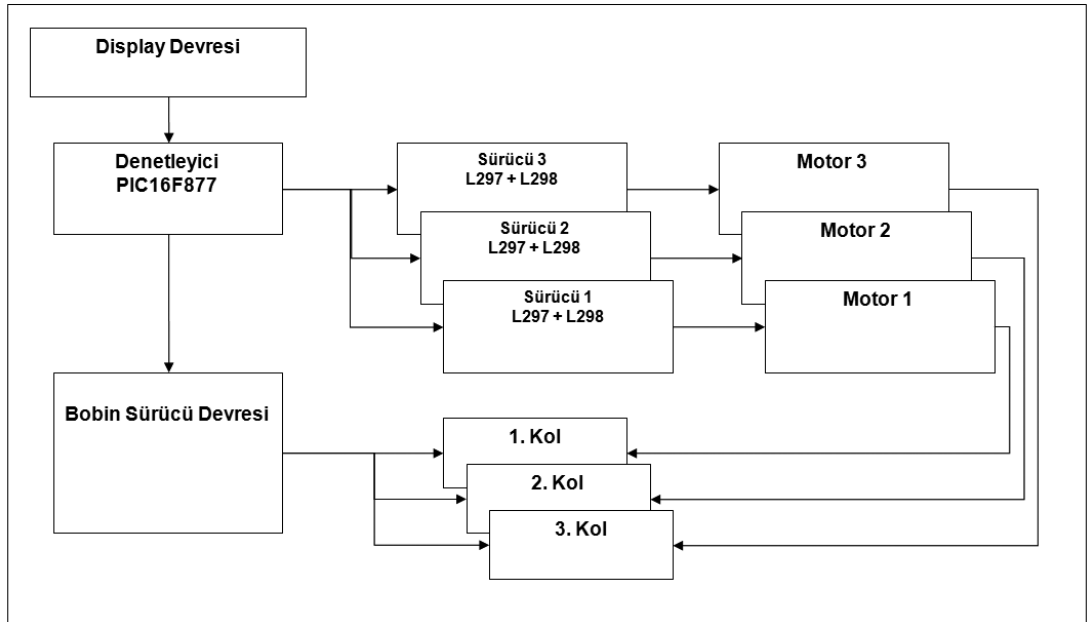


6 ADET

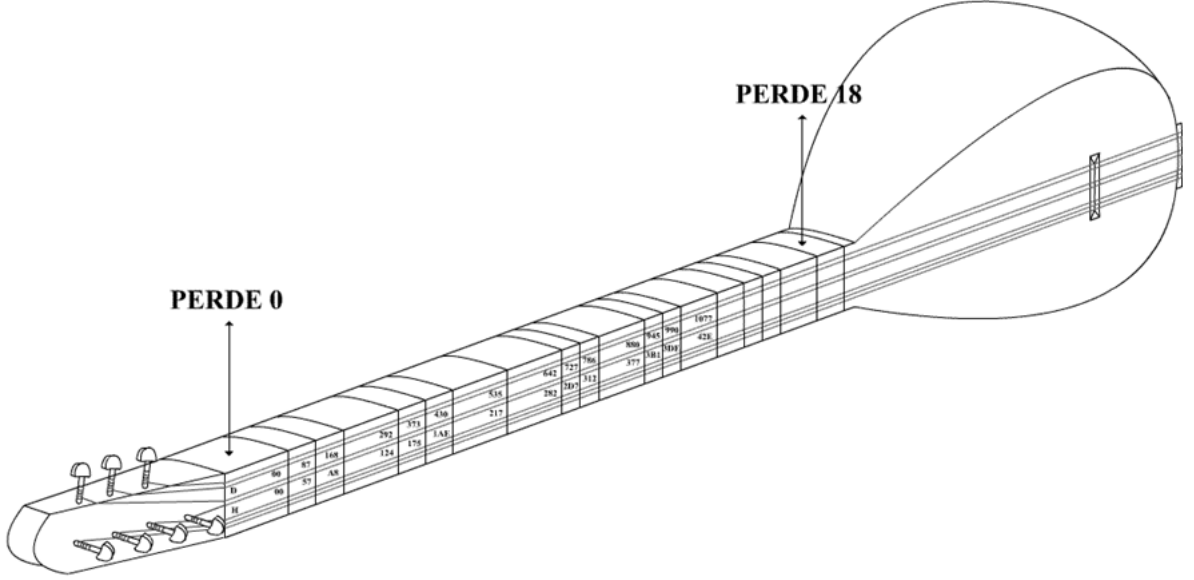
Not: Birimler mm cinsindedir.

3 ADET

Devrenin Blok Diyagramı ve Çalışma Prensibi

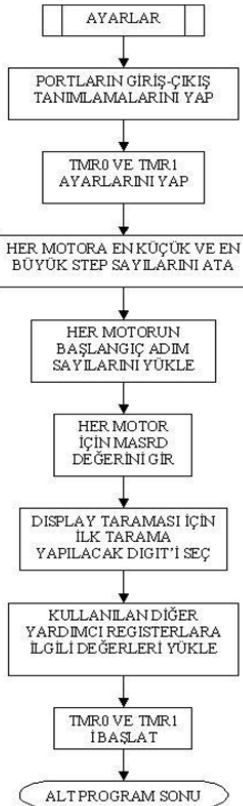
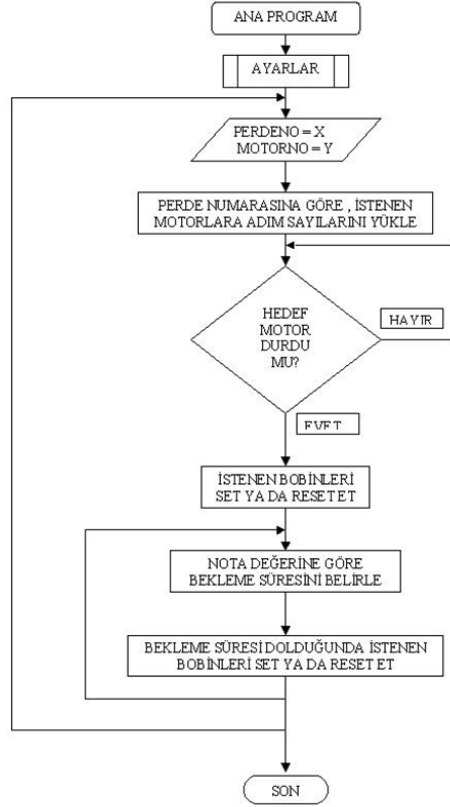


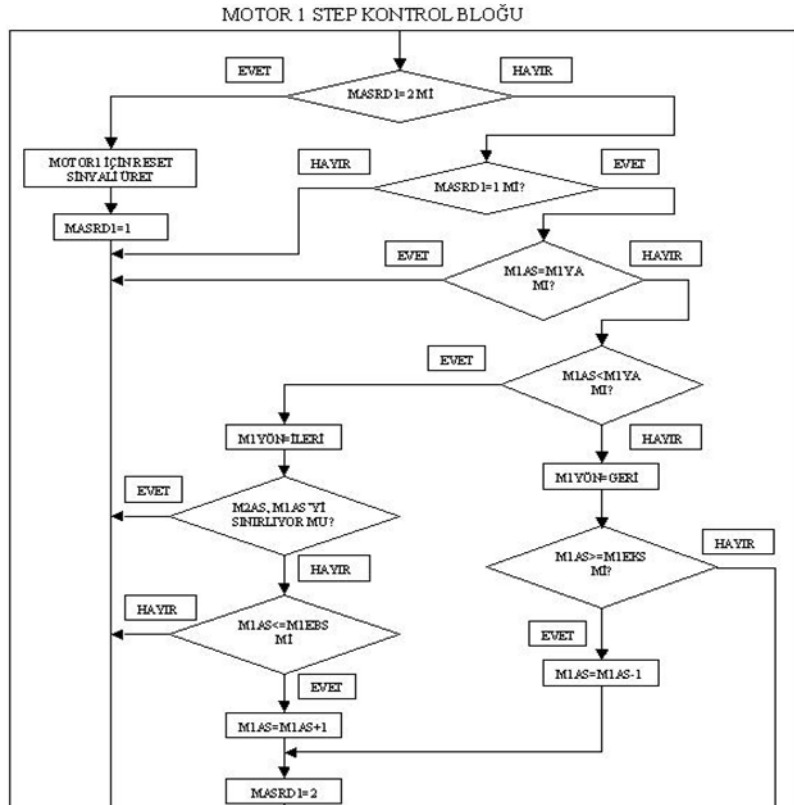
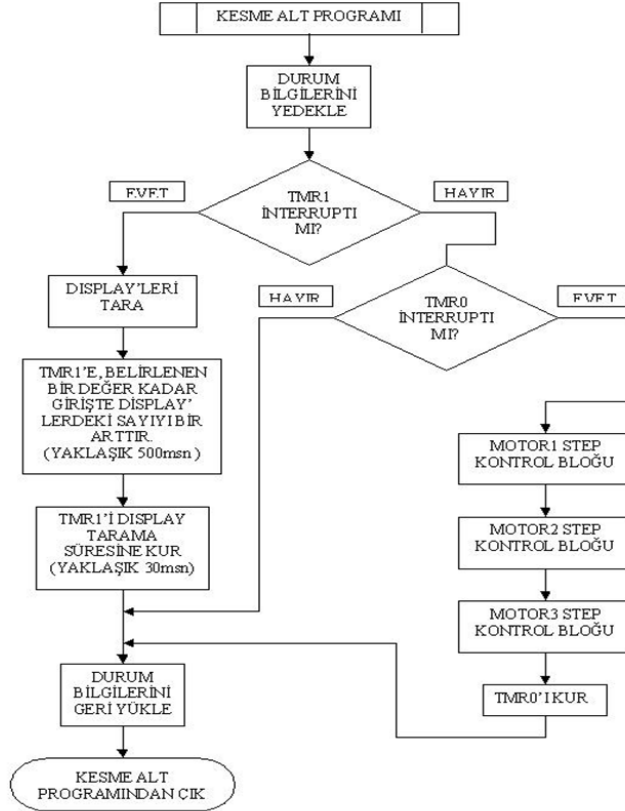
Perde Adım Sayıları



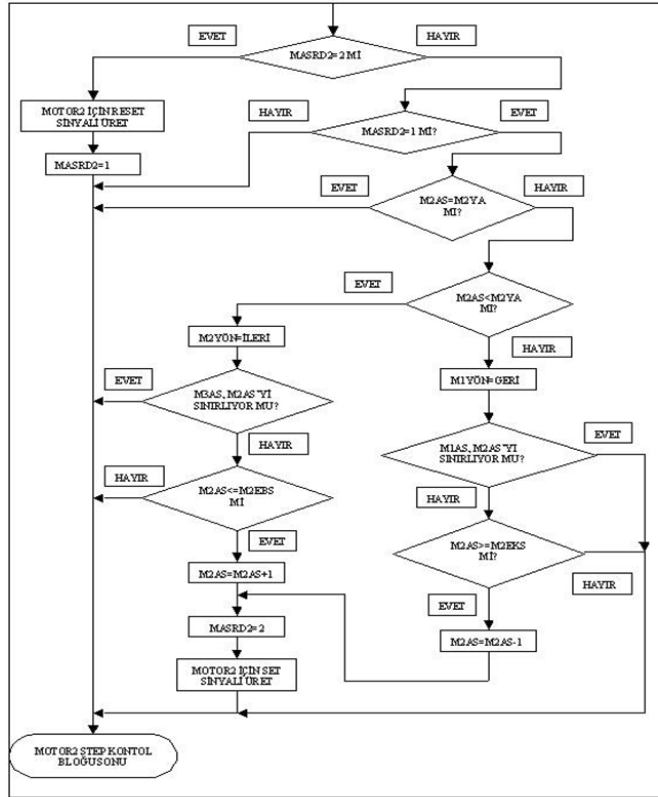
Akış Diyagramları

- Ana Program
- Ayarlar
- Kesme Alt Programı
- Motor1 Step Kontrol Bloğu
- Motor2 Step Kontrol Bloğu
- Motor2 Step Kontrol Bloğu

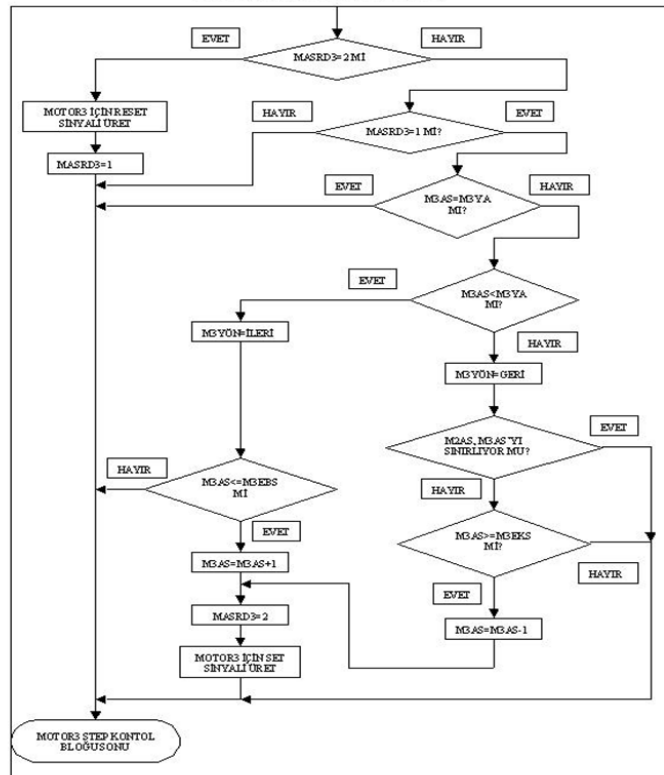




MOTOR 2 STEP KONTROL BLOĞU



MOTOR 3 STEP KONTROL BLOĞU



SONUÇ

- Bu çalışmada bağlama çalan bir robot tasarımı gerçekleştirilmiştir.
- Şu an için tezene hareketini sağlayacak mekanizmanın tasarımı henüz tamamlanamamıştır ancak sadece perdeler üzerinde dolaşan bir düzenek ile bir müzik parçası icra edilmeye çalışılmıştır.

SONUÇ

- Çalışma tam olarak geliştirildiği takdirde
 - Bağlama eğitiminde kullanılabilir,
 - Vefat etmiş önemli müzisyenlerin ‘tavır’ları robotlara aktarılabilir,
 - Orkestra vs gibi yerlerde müzik kalitesini yükseltebilir.
 - Mikrodenetleyicili sistemlerin öğrenilmesinde iyi bir araç haline getirilebilir.
 - Timer kullanımı
 - Interrupt kullanımı
 - ...

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma esnasında gerekli yönlendirmeleri ve yapıcı önerileri ile her türlü desteğini bizden esirgemeyen değerli tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan ERDAL' a, elektronik ve PIC konusundaki deneyimlerini paylaşan arkadaşlarım Erdal Deveci, Serkan Menteş ve Zeynel Koç'a, prototip çalışmalarımızda desteklerini esirgemeyen Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi makine bölümü öğretim görevlilerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KURT ve atölye çalışanlarına, mekaniğin tamamlanmasında katkıları bulunan Sayın Sırrı ELVERDİ ve Necmi YILDIZ' a, bağlama tekniği konusunda yol gösteren müzik öğretimim Sayın Nuran ŞAHİN' e teşekkürü bir borç bilirim.

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

**7 SERBESTLİK DERECELİ DOKUNMAL
CİHAZ TASARIMI**

Kemal Cem KÖSE

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler ışığında dünyamızda bilgisayar ve bağlı teknolojilerin kullanım alanları hızla artmıştır. Bu gelişmeler çeşitli amaçlara yönelik robotların üretimine imkân tanımış ve insan kaynaklı birçok uygulama yerini robotlar tarafından yapılan uygulamalara terk etmiştir. Bütün bu aşamalardan sonra sanal gerçeklik teorisi ortaya atılmış ve bununla birlikte dokunsal (haptic: dokunma hisli ve kuvvet geri beslemeli) [1] cihaz fikri ortaya konmuştur. Bu cihaz, insanların dokunma yoluyla bir cisimde meydana getirecekleri fiziksel deformasyonları sanal ortamda sanal bir nesneye uygulama ve bunun sonuçlarını hissetme imkânı vermektedir. Dokunsal cihazlarla, sanal gerçeklik ortamında kullanıcıya bir nesneyi görmenin yanında, bu sanal nesneye dokunma olanağı da sağlanmaktadır[2]. Böylece sanal bir nesneye dokunma imkânı sağlamayı amaç edinmiş dokunsal cihazlar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu cihazların özellikle sanayi, tıp ve eğitim alanlarında kullanımı gittikçe artmaktadır.

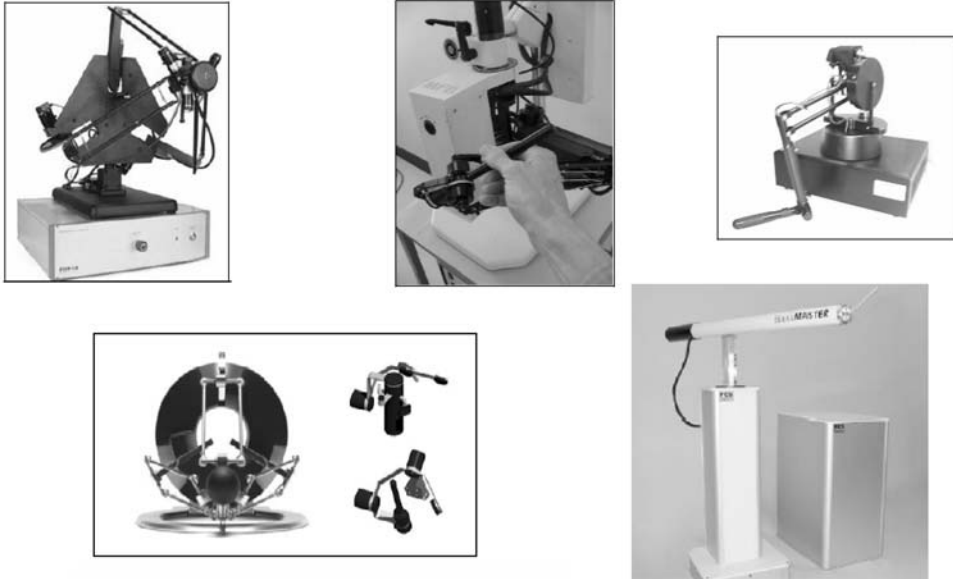
Dokunsal cihaz tasarımı bu kadar geniş alanlarda kullanılabilmesi sebebiyle birçok bilim dalında disiplinler arası bir çalışma gerektirmektedir. Özellikle ameliyat simülasyonları gibi el becerisi gerektiren işlerde kullanıcı dilediği ameliyatı defalarca sanal ortamda tekrar ederek pratik ve deneyimini artırır, bu sayede gerçek ameliyatta operatör çok daha az hata yapmış olacak ve hasta korunmuş olacaktır. Buradan da anlaşılacağı gibi cihazın mekanik olarak tasarlanması tek başına yetmemektedir. Örneğin; farklı ameliyatlara için doktorlar tarafından önceden hazırlanmış farklı senaryoların olması ve bu senaryoların bilgisayar ortamında modellenmesi gibi farklı disiplinlerin çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Dokunsal cihaz tasarımında temel parametre cihazın serbestlik derecesidir.

1.1 Mevcut Uygulamalar

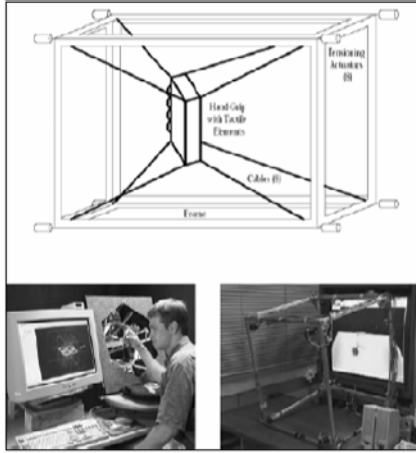
Sanal gerçeklik uygulamalarında kullanılmak üzere ilk dokunsal cihaz 1990'lar da Thomas Massie ve Kenneth Salisbury tarafından MIT Yapay Zeka Laboratuvarında tasarlanmış ve üretilmiştir [3]. Dokunsal cihazlar temelde 3 ana yapı altında toplanabilir.

- Mekanik kol dokunsal cihazlar
- Tel tahrikli dokunsal cihazlar
- Manyetik dokunsal cihazlar

Bu yapılar birbirlerine göre farklı avantaj ve dezavantajları barındırmaktadır.



Şekil 1 Mekanik Kol Dokunsal Cihazlar



Şekil 2 Tel tahrikli dokunsal cihazlar



Şekil 3 Manyetik Dokunsal Cihaz

2. Projenin Sunumu

7 serbestlik dereceli bir dokunsal cihaz tasarımı bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Tasarımda CATIA V5 R14 CAD programı ve MATLAB programları kullanılarak mevcut çalışma hacmi arttırılmaya çalışılmıştır.

2.1 Projenin Amacı

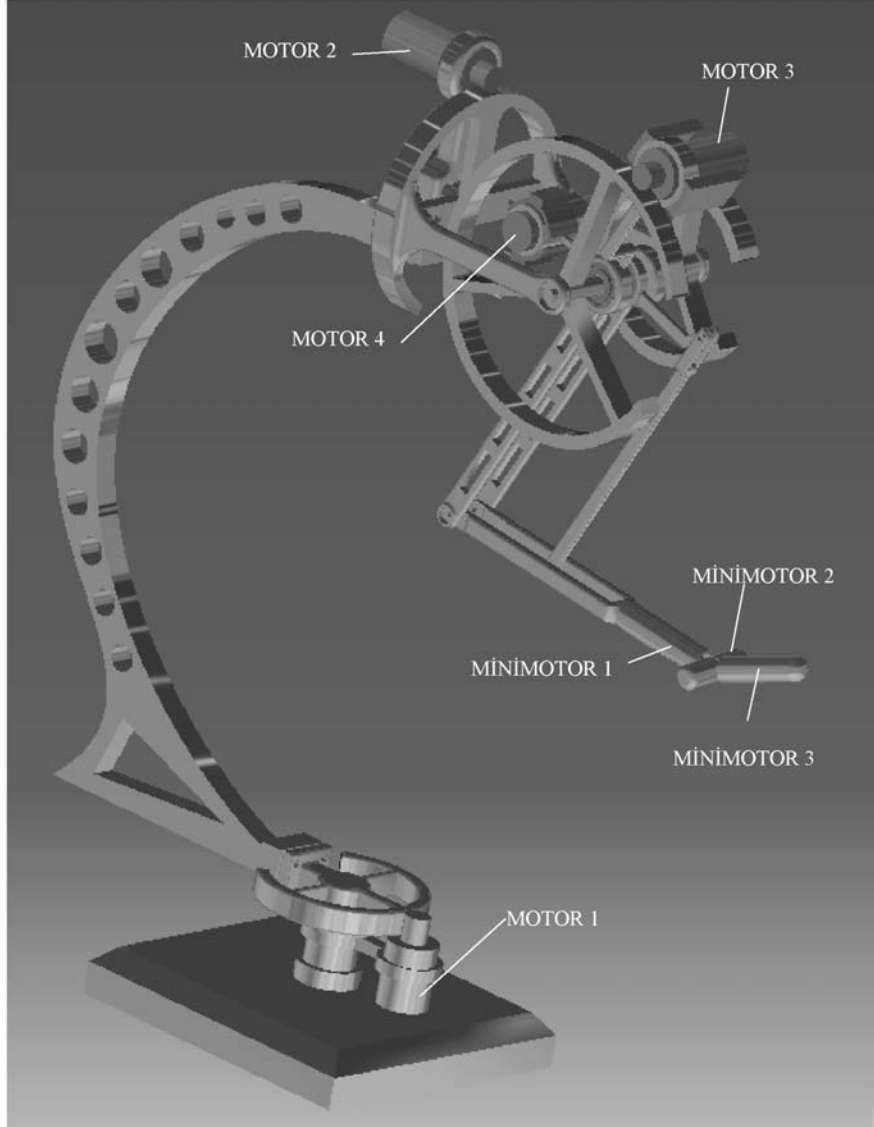
Gelişen teknolojiyle birlikte dokunsal cihazların sanayi, eğitim ve özellikle tıp alanlarında kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu proje kapsamında yukarıda belirtilen genel kullanım alanlarının ihtiyaçlarına hitap edebilecek 7 serbestlik dereceli bir dokunsal cihaz tasarlanıp, 6 serbestlik dereceli cihazların çalışma hacmini, çalışma verimliliğini arttırarak, insan kolunun tüm hareketlerinin uygulanabilmesinin sağlanması amaçlanmıştır.

2.2 Proje Kapsamı ve Bulgular

Günümüze kadar tasarımı yapılmış dokunsal cihazlar maksimum altı serbestlik derecesine sahiptirler. Altı serbestlik derecesi insan kolunun çalışma hacminin tam bir simülasyonunu sağlayıp, kol hareketlerinin tümüne cevap verememektedir. Bunun temel sebeplerinden biri; insan kolunun 7 serbestlik derecesine sahip olmasıdır. Bu amaçla proje kapsamında, insan kolunun simetriği ve çalışma hacmi referans alınarak tasarlanmış olan dokunsal cihaz, bu sayede insan kolunun gerçekleştirdiği hareketlerin büyük kısmına cevap verebilmektedir. Proje kapsamında tasarlanan 7 serbestlik dereceli cihaz aynı uzuv uzunluğuna sahip cihazlar arasında en geniş çalışma hacmine sahip olup, bu çalışma hacmi cihazın birçok uygulamada kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

2.3 Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi

Projede tasarımı yapılan dokunsal cihaz 10 N'luk maksimum uygulanabilir kuvvete ve uç noktada 500 Nmm'lik maksimum uygulanabilir momente sahip olacak şekilde tasarlanmıştır [4]. Tasarım ve tüm statik analizler CATIA V5 R14 bilgisayar programında yapılmıştır. Şekil 4 de tasarlanan 7 serbestlik dereceli dokunsal cihazın CAD modeli görülmektedir.



Şekil 4 Tasarımı Yapılmış Olan Dokunsal Cihazın CAD Modeli

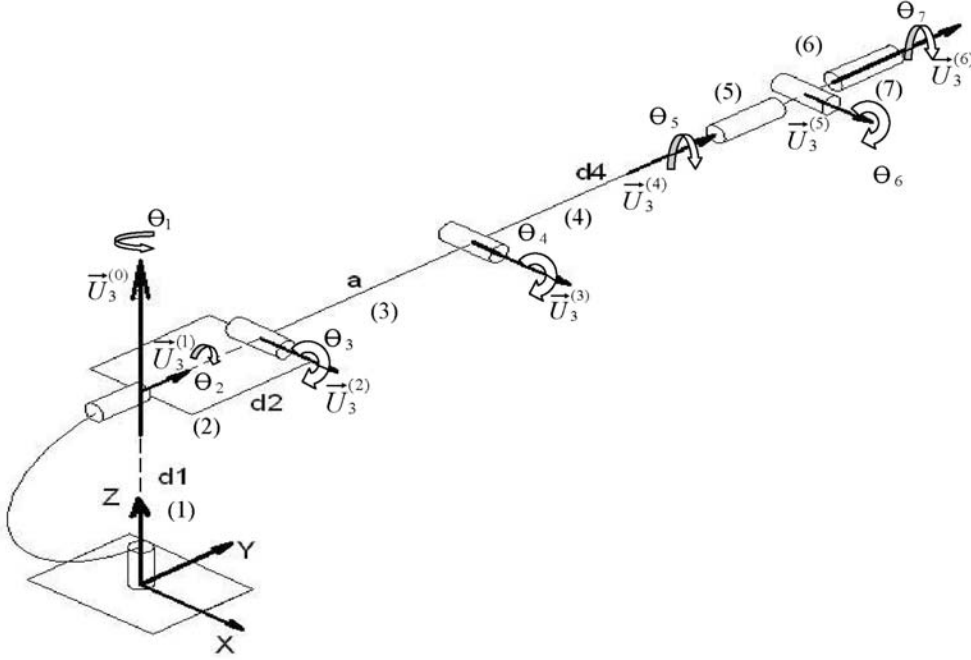
3. Kinematik Tasarım

İnsan kolunun çalışma hacmine en yakın tasarımın sağlanması amacıyla, tasarlanan cihazın kinematik modeli insan kolunun kinematik modeline benzetilmeye çalışılmıştır. Genel olarak cihazın başlangıcındaki 4 dönme ekseni bir noktada kesiştirilmek suretiyle cihazın ters ve ileri kinematik çözümlenmesi kolaylaştırılmıştır. Cihazın ileri ve ters kinematik çözümleri elde edilmiş ve kinematik açıdan çözümsüz olduğu noktalar belirlenmiştir. Bu anlamda kinematik model Denavit- Hartenberg metodu kullanılarak elde edilmiştir. Tasarımda d_2 ve d_4 250 mm d_1 ise 530 mm ve a 170 mm olarak belirlenmiştir Tablo 1 de Dokunsal cihazın kinematik parametreleri görülmektedir.

Tablo 1 Dokunsal Cihazın Kinematik Parametreleri

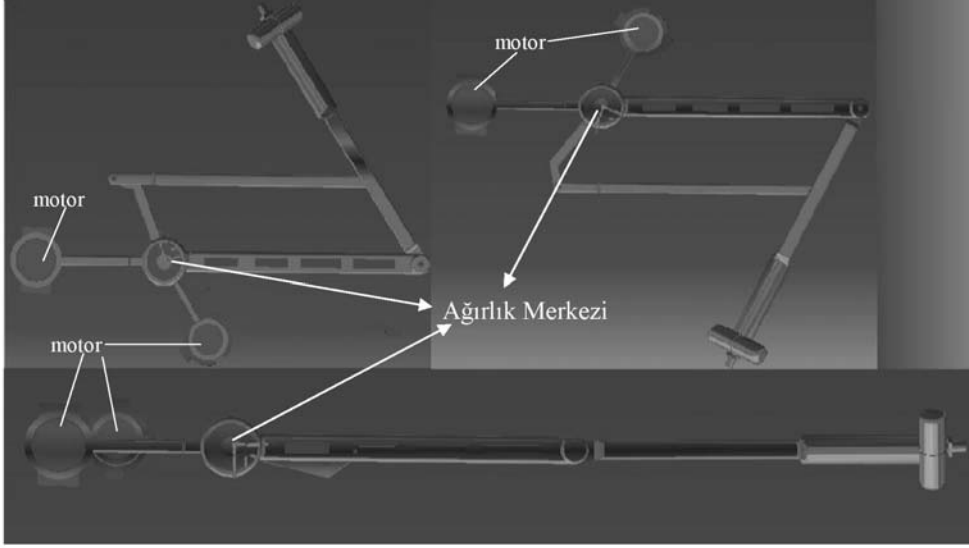
link	a_i	α_i	d_i	Q_i
1	0	$-\pi/2$	d_1	Q_1
2	0	$-\pi/2$	d_2	Q_2
3	a	0	0	Q_3
4	0	$\pi/2$	d_4	Q_4
5	0	$-\pi/2$	0	Q_5
6	0	$\pi/2$	0	Q_6
7	0	0	0	Q_7

Şekil 5 de tasarlanan cihazın kinematik modeli görülmektedir.



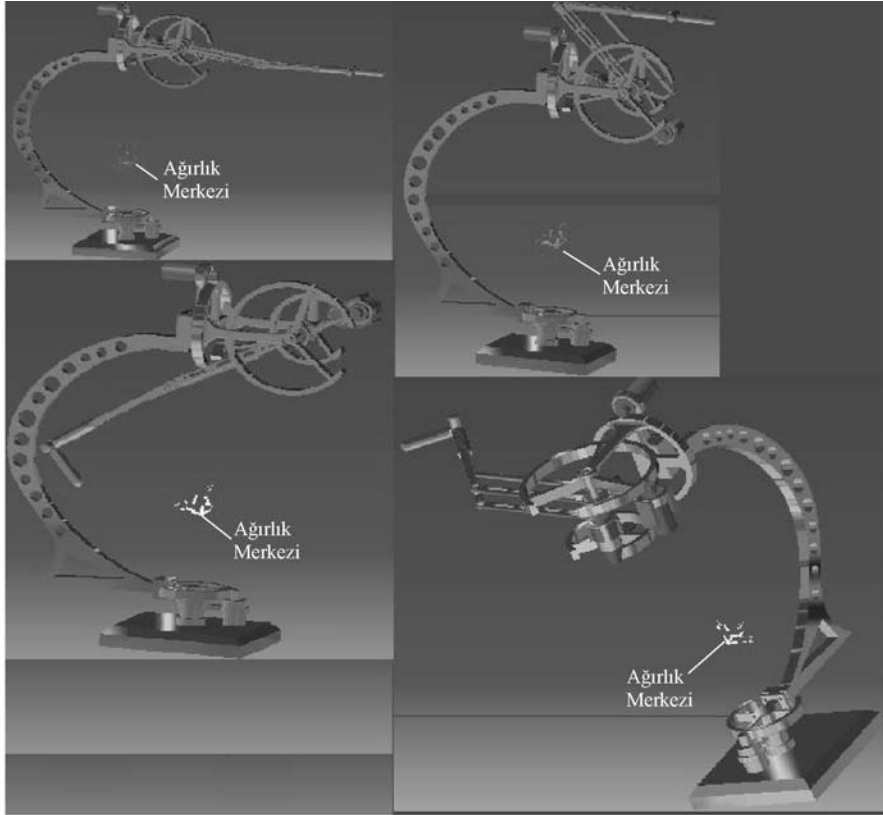
Şekil 5 Tasarlanan Cihazın Kinematik Modeli

Dokunsal cihaz tasarımında en önemli parametreler cihazın rijidliği ve cihazın hareket ettirilmesi için minimum kuvvet harcanmasıdır. Bu amaçla cihaz tasarımında alüminyum malzeme seçilmiş, bu sayede yer değiştirmeler ve hareketli parçaların ağırlığı minimal düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Motorlardan uzuvlara hareket iletimi için tel tahrikli iletim sistemi kullanılmıştır. Tasarımda motorlar kolla birlikte hareket edecek şekilde yapılandırılmış olup, bu sayede hareket sonucunda cihazın ağırlık merkezinin değişimi engellenmiştir. Ağırlık merkezinin dönme eksenine yakın olmasına çalışılmıştır. Şekil 6 da ağırlık merkezinin harekete bağlı olarak değişmediği hareketli motor yapısı gösterilmiştir.



Şekil 6 Hareketli Motor Yapısı ve Ağırlık Merkezi

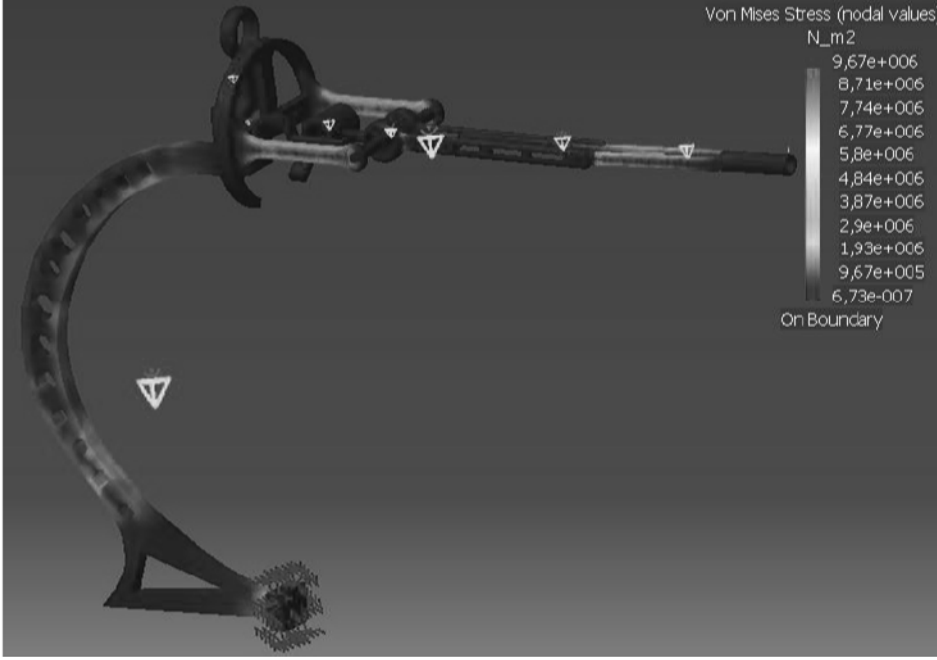
Dokunsal cihazın ağırlık merkezinin dönme eksenine ile çakışması sağlanmış, böylelikle hareket sırasında ataletle bağlı oluşacak ve uç noktada hissedilebilecek kuvvetler minimuma indirgenmiştir. Şekil 7 de tüm sistemin ağırlık merkezi görülmektedir.



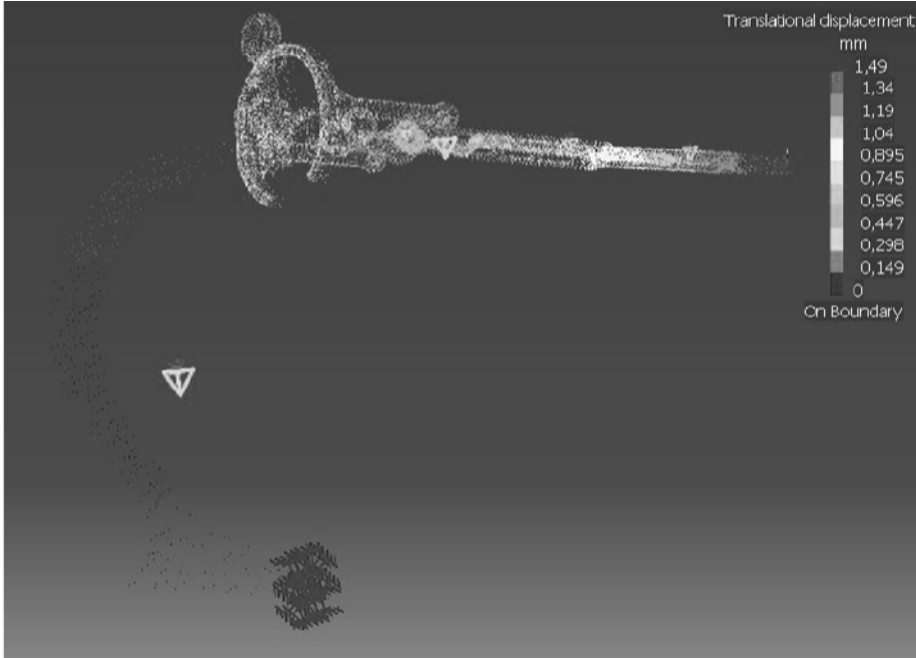
Şekil 7 Tüm Sistemin Ağırlık Merkezi

4.Statik Analiz Sonuçları

Dokunsal cihaz tasarımında ki önemli parametrelerden biride cihazın rijidliğidir. Tasarlanan dokunsal cihazda da uç noktada maksimum uygulanabilir kuvvet 10 N olarak kabul edilmiştir. Analizlerin tümü CATIA V5 CAD Programında alüminyum malzeme kullanılarak yapılmış olup, aşağıda Şekil 8 ve Şekil 9 da kritik statik analiz sonuçları verilmiştir.



Şekil 8 Von Mises Stres Analizi



Şekil 9 Kuvvet Etkisinde Sistemdeki Yer Değişirmeler

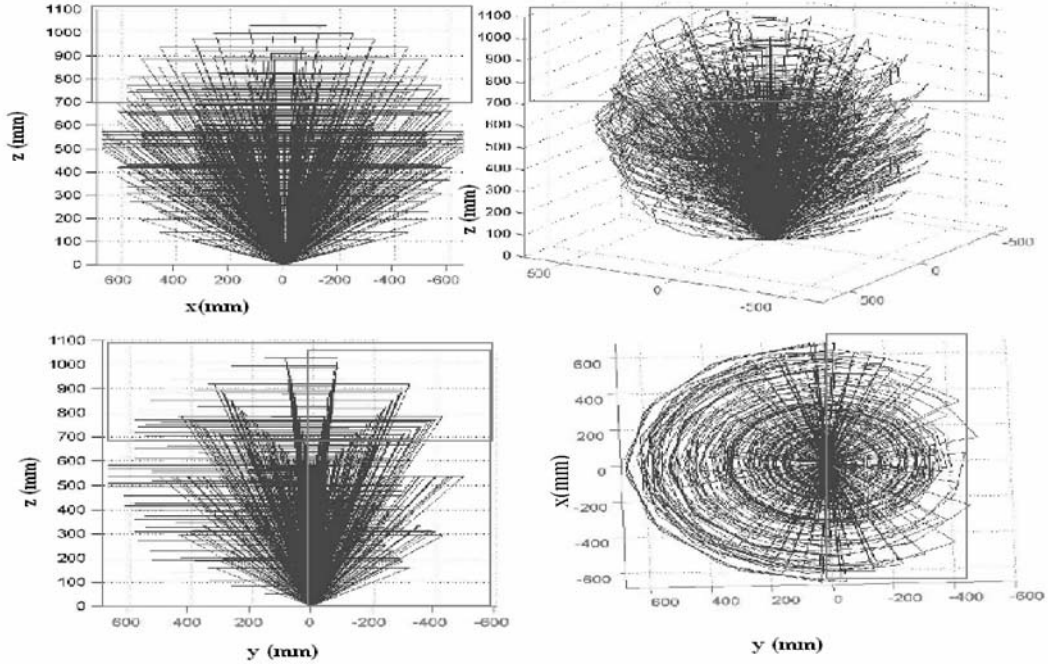
5.Çalışma Hacmi Analizi

Dokunsal cihaz tasarımında bir diğer önemli unsurda çalışma hacmidir. Çalışma hacmi, cihazın kullanılma alanlarını arttırdığı gibi kullanıcının tüm hareket ve isteklerine cevap verebilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla tasarımı yapılan dokunsal cihaz serbestlik derecesi ve uzuv uzunlukları ile uygulamalarda insan kolunun yapabildiği birçok harekete cevap verebilmektedir. Tablo 2 de tasarlanan dokunsal cihazın eklem değişkenleri limitleri verilmiştir.

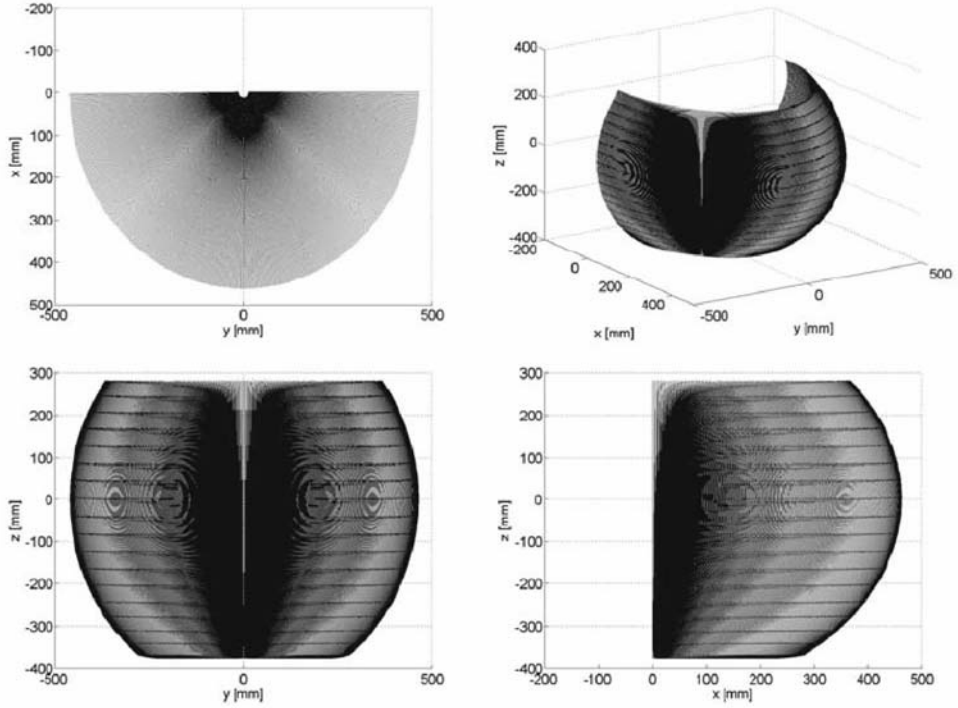
Tablo 2 Eklem Değişkenleri Limitleri

Eklem Değişkenleri	Üst Limit	Alt Limit
θ_1	-90	90
θ_2	-150	150
θ_3	-150	150
θ_4	-150	150
θ_5	0	360
θ_6	0	360
θ_7	0	360

Şekil 10 de tasarlanan 7 serbestlik dereceli dokunsal cihazın çalışma hacmi, ileri kinematik denklemleri kullanılarak MATLAB programında görsel olarak oluşturulmuştur. Şekil 11 de ise Phantom 1,5/6DOF dokunsal cihazın çalışma hacmi görsel olarak verilmiştir[1]. Şekil 10 da kutucuklar içinde gösterilen bölgeler tasarlanan dokunsal cihazın çalışma hacminin Phantom 1,5/6DOF dokunsal cihazın çalışma hacminin üzerine çıktığı yerlerdir. Görüldüğü üzere tasarlanan 7 serbestlik dereceli dokunsal cihaz Phantom 1,5/6DOF dokunsal cihaza göre daha fazla hareket kabiliyeti ve %40 daha fazla çalışma hacmi sunmaktadır.



Şekil 10 Tasarlanmış 7 Serbestlik Dereceli Dokunsal Cihazın Çalışma Hacmi



Şekil 11 Phontom 1,5/6DOF Dokunsal Cihazın Çalışma Hacmi [1]

6. Hedeflenen Katkıları ve Etkileri

Bu çalışmayla mevcut dokunsal cihazların çalışma hacmi ve çalışma hacmi içerisindeki noktalara erişim yeteneği, bu projede tasarlanan 7 serbestlik dereceli dokunsal cihaz ile geliştirilmiştir. Özetle tasarımı yapılmış olan dokunsal cihaz, insan kolunun yaptığı hareketlerin birçoğuna cevap verebilecek çalışma hacmine sahiptir. Sonuç olarak bu çalışma dokunsal cihaz kullanım alan ve uygulamalarının ülkemizde ve dünyada artmasına katkıda bulunacaktır. Bu sayede özellikle cerrahi uygulamalarda kişilere bilgisayar ortamında pratik yaptırılarak insan kaynaklı hatalar minimuma indirilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Başer, Ö.,Konukseven, İ. E., Koku, B.,”Dokunsal Kuvvet Beslemeli Cihaz Tasarımı”,Makine Tasarım ve İmalat Dergisi, Cilt:7 Sayı: 2 Kasım 2005
- [2] Webster M. Webster’s 9th new collegiate dictionary. Spring field, MA: Merriam-Webster; (1985).
- [3] Burdea GC., “Force and touch feedback for virtual reality.” John Wiley; (1996).
- [4] Millman, P., Colgate, J.E. “Design of a four degree of freedom force reflecting manipulandum with a specified force/torque workspace” IEEE International Conference an Robotics and Automation, Sacramento, CA, April 1991, pp.1488-1493

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

İNSAN BENZERİ ROBOT KAFA TASARIMI

Orhan ÖLÇÜCÜOĞLU

Danışman

Y. Doç. Dr. A. Buğra KOKU

- 1 Giriş
- 2 Projenin Amacı
- 3 Proje Kapsamı
- 4 Hedeflenen Katkılar ve Etkileri
- 5 Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

Giriş

Robotların, fabrikaların üretim bantlarından insanların günlük yaşam alanlarına doğru yayılması, bilim ve teknolojiadaki gelişmelerin kaçınılmaz sonucu olarak öngörülmektedir. Özellikle elektronik ve bilgisayar mühendisliği dallarındaki son gelişmeler, yeni bir robotik çağın kapılarını açmış bulunmaktadır. Gelecek, çok daha zeki, yetenekli ve sosyal anlamda toplum tarafından kabul edilecek robotlarla birlikte düşünölmeye başlanmıştır. Fiziksel olarak insana benzeyen, insan yeteneklerine sahip robotların insanların yapamayacağı ya da yapmak istemeyeceği çok çeşitli görevleri yerine getirebileceği tahmin edilmektedir. Böyle insan benzeri robotların insan hayatının kalitesini yükseltmeye yönelik katkılarının büyük olacağı ortak kanıdır.

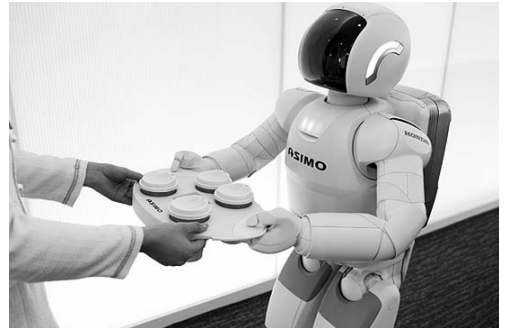
Bu robotlar insansı (*humanoid*) robotlar olarak adlandırılmaktadır ve insansı robotik (*humanoid robotics*) adı altında yapılan çalışmaların odağında yer almaktadır.

İnsansı robotik genel olarak, robotların bir insan biçiminde ve insana özgü hareketler sergileyebilecek donanımlara sahip olarak tasarlandığı, robotiğin bir alt dalıdır. Bu mevcut özellikleri ile insansı robotlar, araştırmacılara çok geniş çalışma alanları sunmaktadır. Bir insansı robottan nörolojik sistemlerin incelenmesinden, yapay zekâ uygulamalarına, anatomiden sosyolojiye kadar birçok bilimsel araştırmada yararlanılabilir.

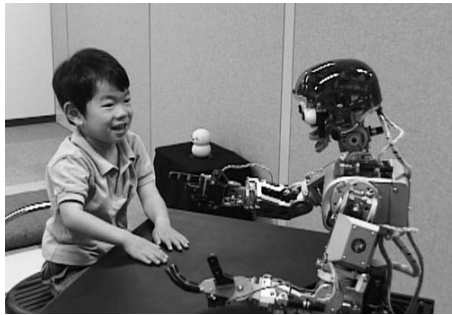
Araştırmaların sonucunda tasarlanan robotların yaygın kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlar özetle:

1. Servis Robotları:

Yaşlılara ve hastalara yardım amaçlı olarak kullanılmaları düşünölen insansı robotlardır.



ASIMO - Servis Robotu (1)



İnfanoid- Otistik Çocukların Tedavisinde (3)



PEARL - Hemşire Robotu (2)

2. Yardımcı Robotlar:

İş alanlarında çalışanlara yardımcı olan iş kapasitelerini artırmaya yönelik kullanılan insansı robotlar.

3. Tehlikeli Ortamlarda Kullanılabilecek İnsansılar



HRP - 1S (6)



NASA Robotu (4)



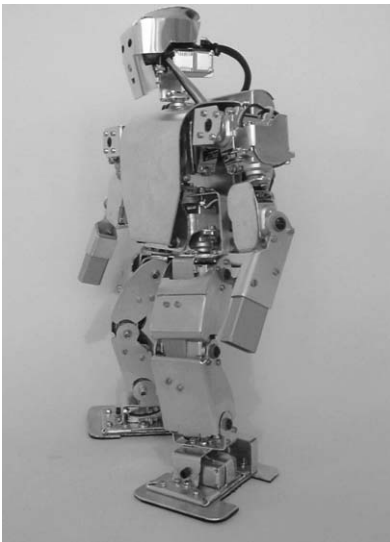
HRP - 2 (5)

4. Eğitimde Yararlanılabilecek İnsansı Robotlar

Özellikle yazılım geliştirme alanında faydalanılabılırler.

5. Beyin Araştırmalarında Kullanılan İnsansı Robotlar

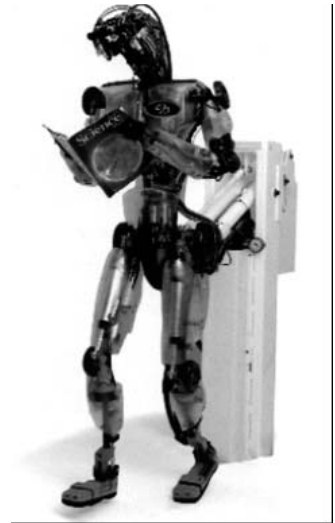
Yapay Zeka Uygulamalarına olanak sağlayan robotlardır.



HR2 (7)



MAVERic (8)



DB (9)

Gün geçtikçe daha fazla insan hayatının içine giren robotlar, insanların çevrelerindeki bu yeni unsurla da etkileşmesi zorunluluğunu beraberinde getirmektedir. Aynı ortamı paylaşan insan ve robotun birbirleriyle iletişimi günümüzün en yeni ve ilgi çekici çalışma alanlarından birisi olarak görülmektedir. Bir başka ifadeyle, insan-robot ilişkisinin sosyal etkileşim zemininde incelenmesi söz konusudur.

Ancak tüm bu çalışmaların başlatılması bir deney düzeneği olarak da olsa üretilmiş bir robota dayanmaktadır. İnsansı robotlar henüz kolaylıkla satın alınabilecek araştırma platformları değildir. Bu sebeple araştırma ekibi tarafından tasarlanmaları ve üretilmeleri gerekmektedir.

PROJENİN AMACI

Öncelikli olarak insan-robot etkileşimi araştırmalarında kullanılmak üzere bir insansı robotun, boyun/baş ve gözlerden oluşan kafa kısmını tasarlamak ve üretmek. Robottan beklenen belli başlı özellikler aşağıdaki gibidir.

İnsan Boyun/Baş Hareketlerini taklit edebilmek; örneğin, başı öne arkaya eğerek selamlama ya da sağa sola döndürerek geri çevirme hareketinde olduğu gibi.

Göz Hareketlerini taklit edebilmek; örneğin, hareket halindeki bir nesneyi takip edebilmek, hızlı odaklanma hareketini gerçekleştirebilmek gibi.

Bu hareketleri yaparken eklemlerin aşağıdaki hızlarda hareket edebilmeleri hedeflenmiştir.

Ortalama açısal hızlar;	Boyun için	100 [der/sn.]
	Gözler için	500 [der/sn.]

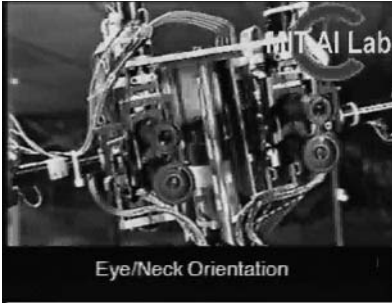
Yukarıda verilen amaca ulaşmak için tasarım sürecinde dikkate alınan temel kısıtlar aşağıda sıralanmaktadır.

1. Temel Ölçüler
2. İnsan Benzeri Dış Görünüş Elde Etmeye Uygun Yapı
3. Uygun Eklem Tipi Seçimi ve Tasarımı
4. Her Eklem İçin Tatminkar Hareket Aralıkları
5. Ulaşılması Hedeflenen Hızların Başarımı
6. Toplam Ağırlığın En Aza İndirilmesi
7. Eyleyici Seçimi
9. Gerekli Eklem Torklarının Karşlanması
10. Kontrol İçin Altyapının Hazırlanması
11. Montaj ve Bakım Kolaylığı

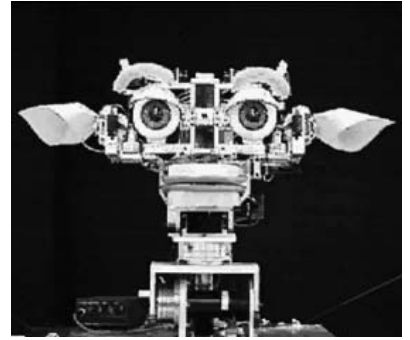
PROJENİN KAPSAMI

Bu proje kapsamında insan benzeri bir robot kafanın mekanik tasarımı ve üretimi yer almaktadır. Boyun ve göz hareketlerini taklit edebilen kafada, çene dışında başka hareketli özellik (göz kapağı, kaşlar, kulaklar vb.) yer almamaktadır. Çene, tasarımın genel bütünlüğünün gözlemlenmesi için eklenmiştir. Tasarım, referans olarak belirlenen hareket aralıklarına ve hızlara ulaşmalıdır. Tasarım kısıtlarında verilen temel konular dikkate alınarak ortaya, üzerinde deney yapılabilecek ve yeni geliştirmelere olanak tanıyacak bir düzenek çıkarılmalıdır.

Projenin başlangıç aşamasında benzer çalışmalar incelenmiştir ve kullanılan yöntemler araştırılmıştır. İncelenen çalışmalardan bazıları sonraki karelerde görülebilir.



COG (10)



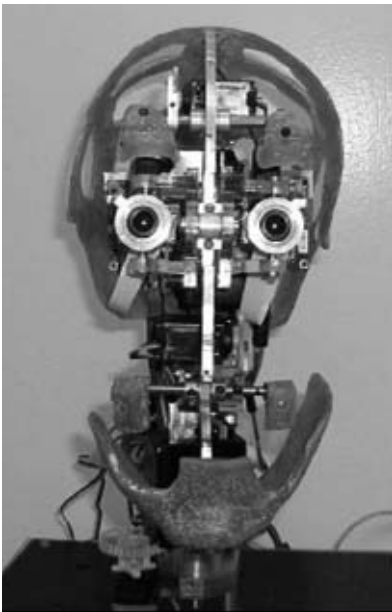
Kismet (12)



WE-4R (11)



MAVERic (8)



UCSD (13)



Medusa (14)



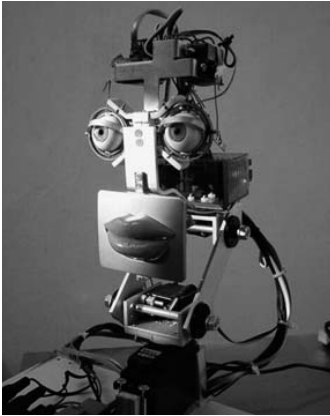
Roberta



Doc. Beardsley



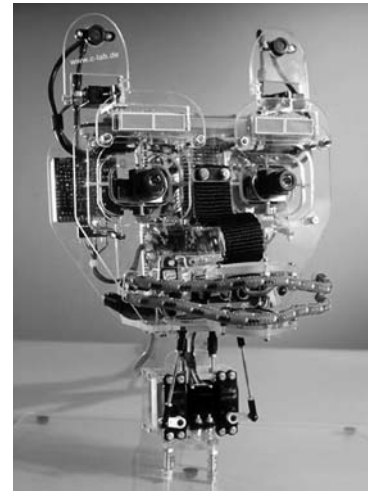
SAYA



Walker, Longyear



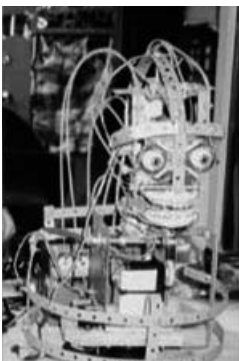
K-bot



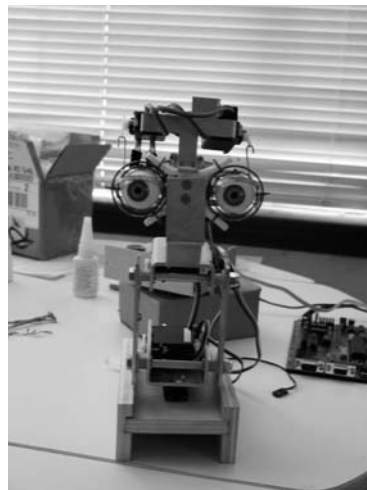
Mexi



Doki



Grim Reaper



Doki



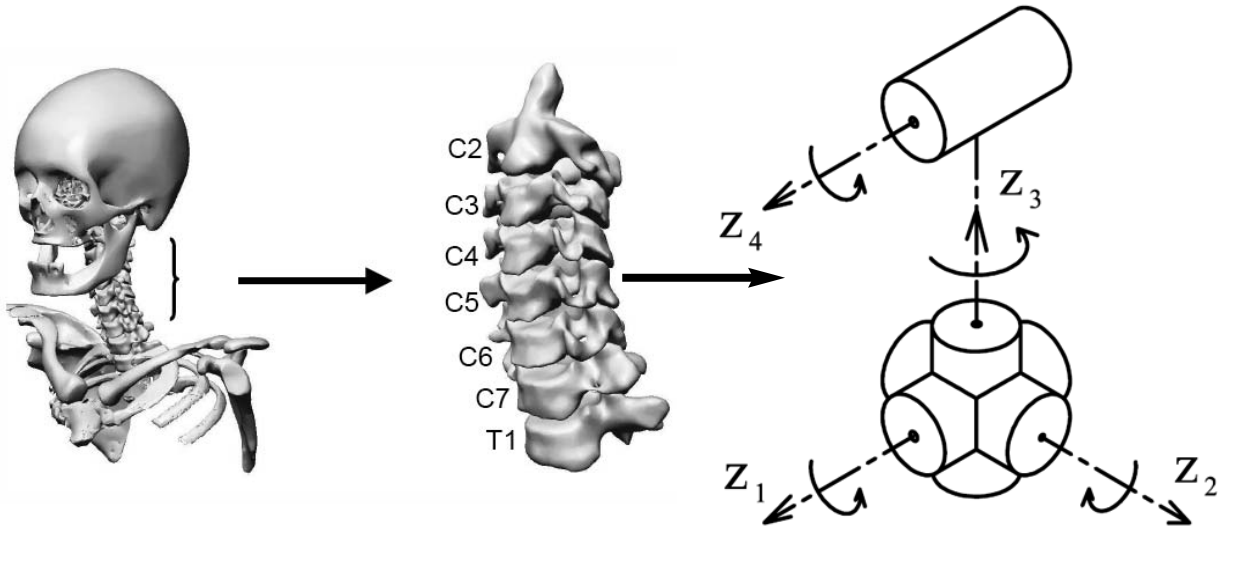
Doki

Sunumun bu bölümünde çalışma kapsamında yapılanlar özetlenmektedir.

- 3.1 Modelleme
- 3.2 Mekanik Konfigürasyon
- 3.3 Sistem Bileşenleri
- 3.4 Elektriksel Tasarım
- 3.5 Bulgular

Boyun Kinematik Modeli

Omurganın boyun (cervical) bölgesi robotun boynunun tasarlanması için incelenmiştir. Boyun açık bir kinematik zincir olarak ele alınarak 4 mekanik serbestlik dereceli bir model oluşturulmuştur.



İnsan kafatası, boynu ve omuzu (16)

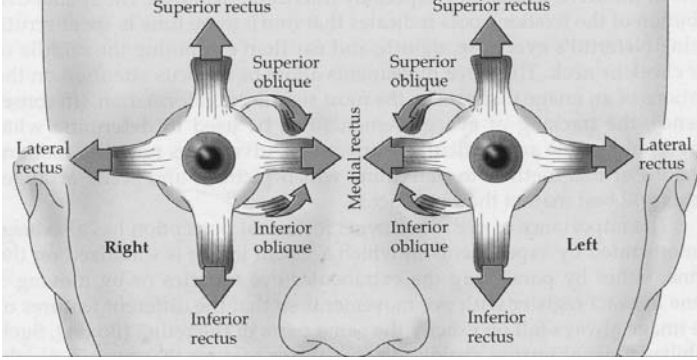
Boyun omurları

Kinematik model

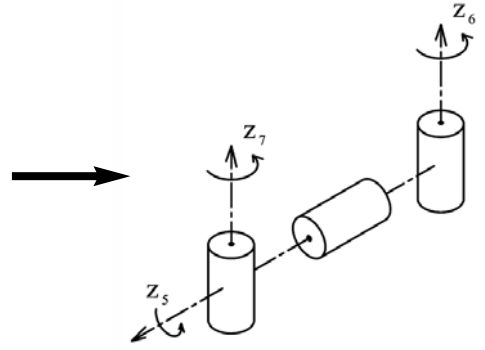
MODELLEME

Gözlerin Kinematik Modeli

Göz hareketleri için toplam 3 mekanik serbestlik derecesine sahip bir model kullanılmıştır.



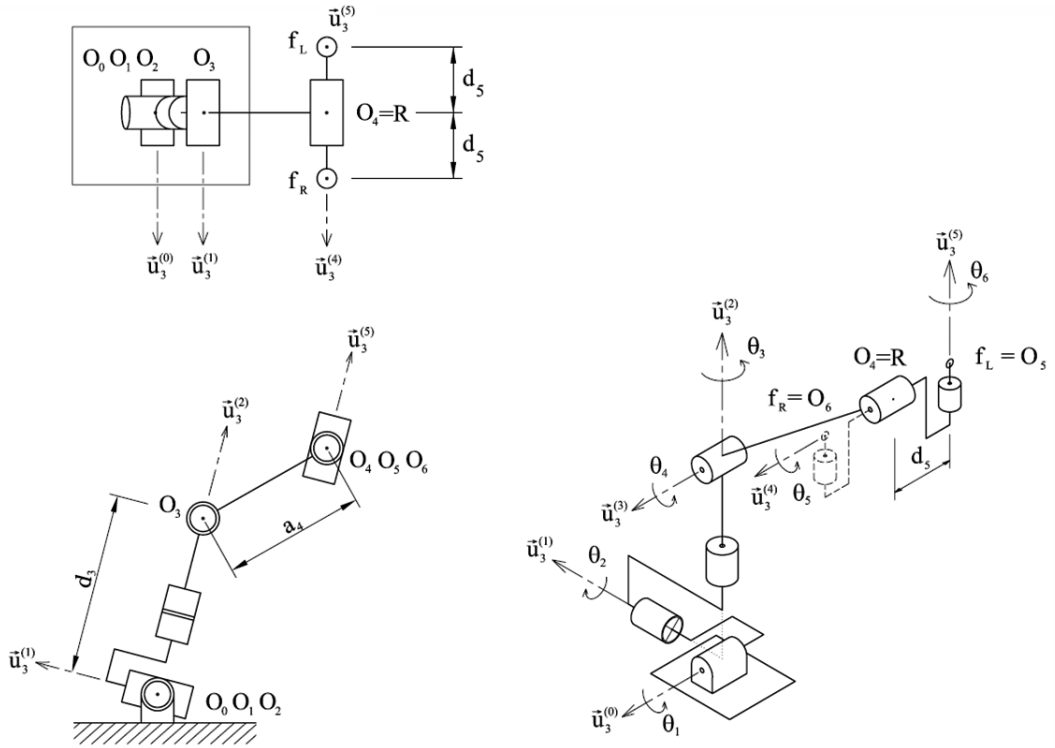
Olası Göz Hareketleri ve Kas Grupları (17)



Kinematik Model

Çenenin Kinematik Modeli

Çene ağzın açılıp kapanmasına olanak sağlayacak şekilde 1 serbestlik derecesine sahip bir mekanizma ile modellenmiştir.

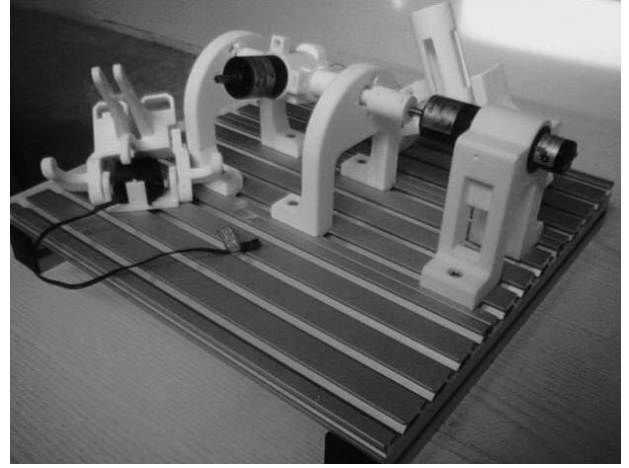
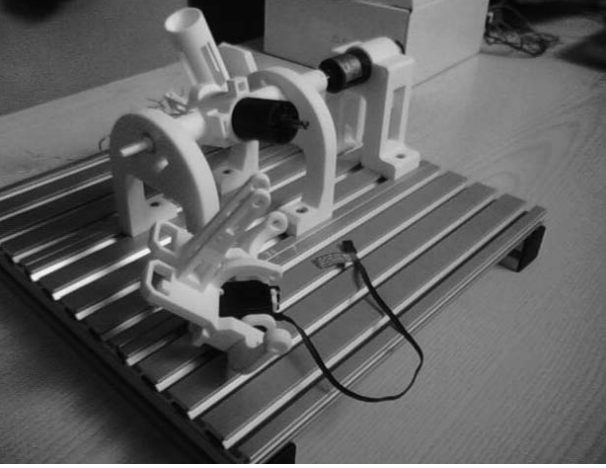


Boyun ve Göz Kinematik Modellerinin birleştirilmesi ile şekildeki model elde edilmiştir. Model, 7 serbestlik dereceli seri tip robot manipülatör olarak ele alınmıştır ve kinematik analizler bu modele göre tamamlanmıştır.

MEKANİK KONFIGRASYON

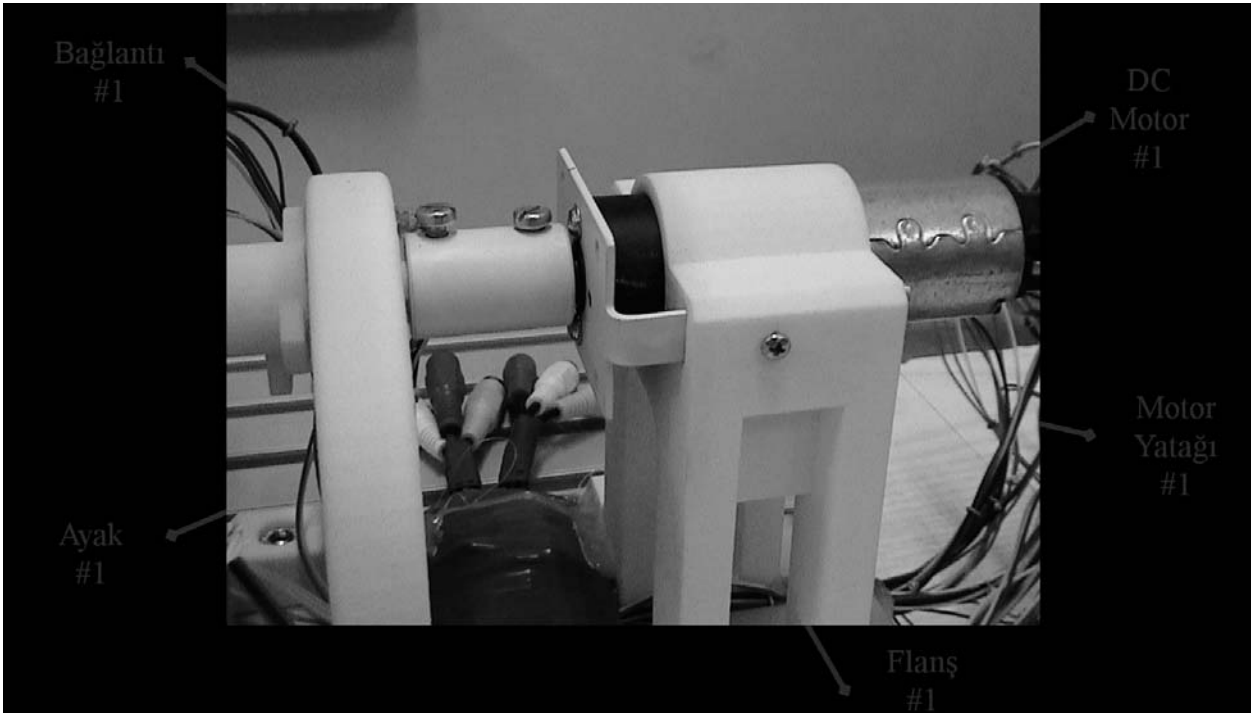
Hızlı Prototipleme ana üretim tekniği olarak seçilmiştir.

Hızlı Prototipleme ile çok karmaşık parçalar göreceli olarak çok kısa zamanda üretilmektedir.

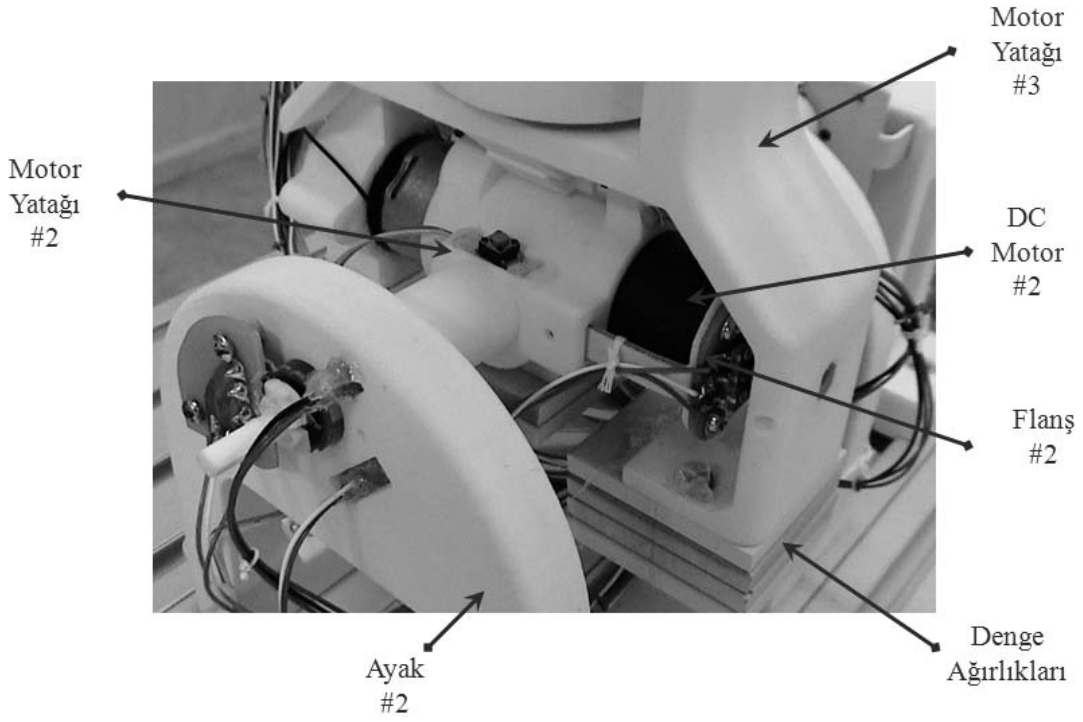


Kullanılan malzeme Polyamid PA2200 dir. Malzemenin yoğunluğu $0.95 \text{ [gr/cm}^3\text{]}$ dir.

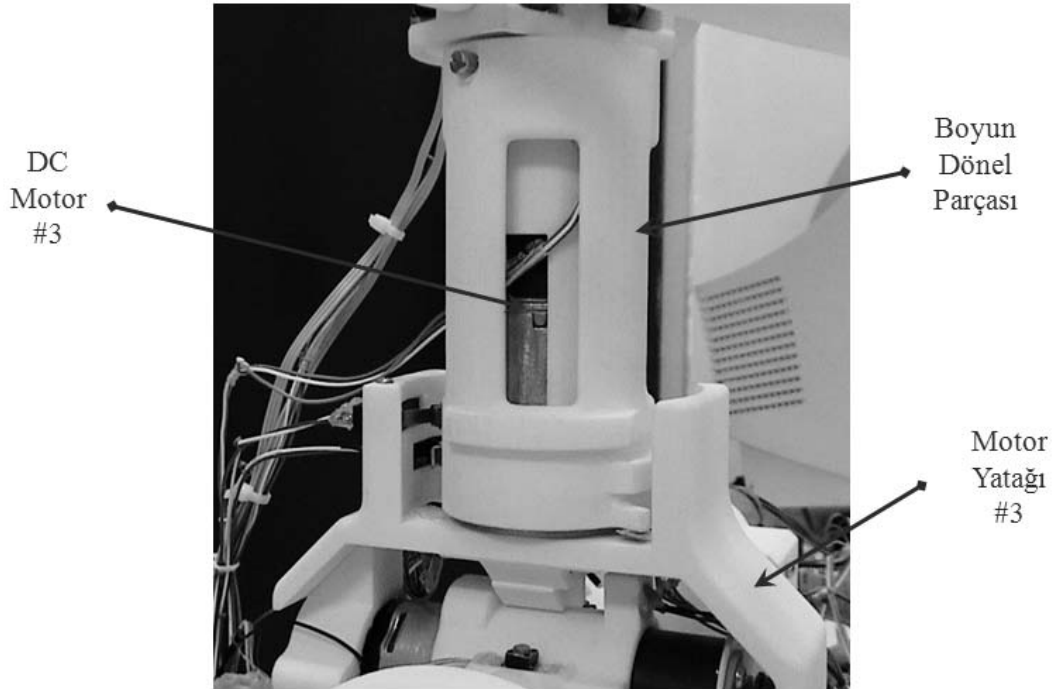
1. DOF – Tüm motorların dişli kutuları bulunmaktadır. Hareket doğrudan dişli kutusu milinden alınmaktadır. Arada başka bir aktarma mekanizması bulunmamaktadır.



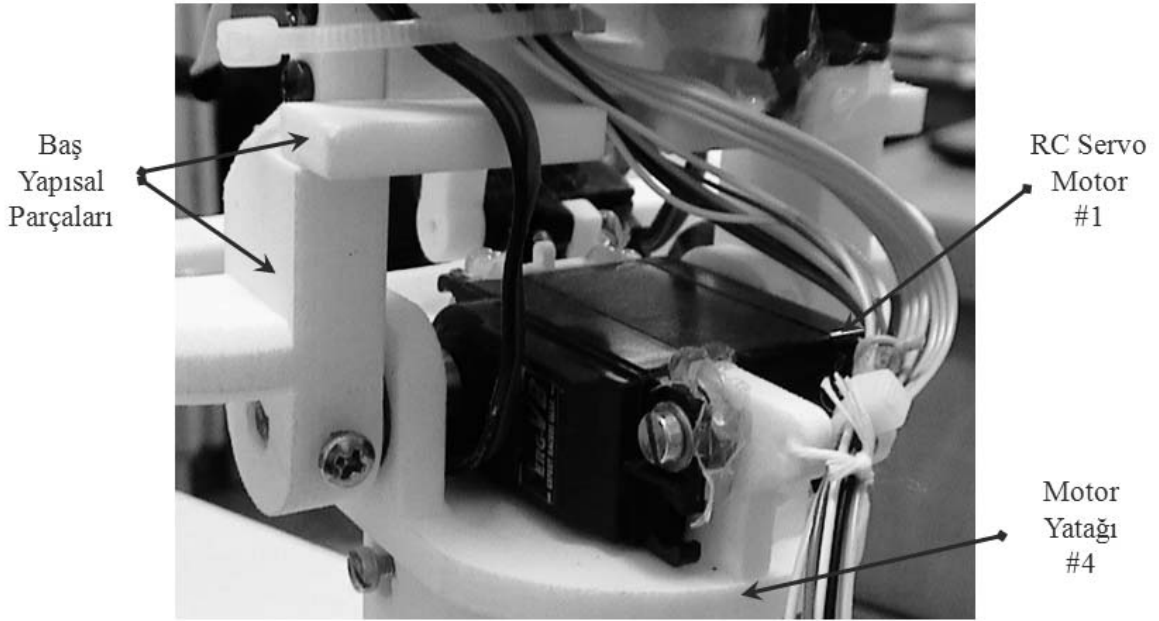
2. DOF



3. DOF



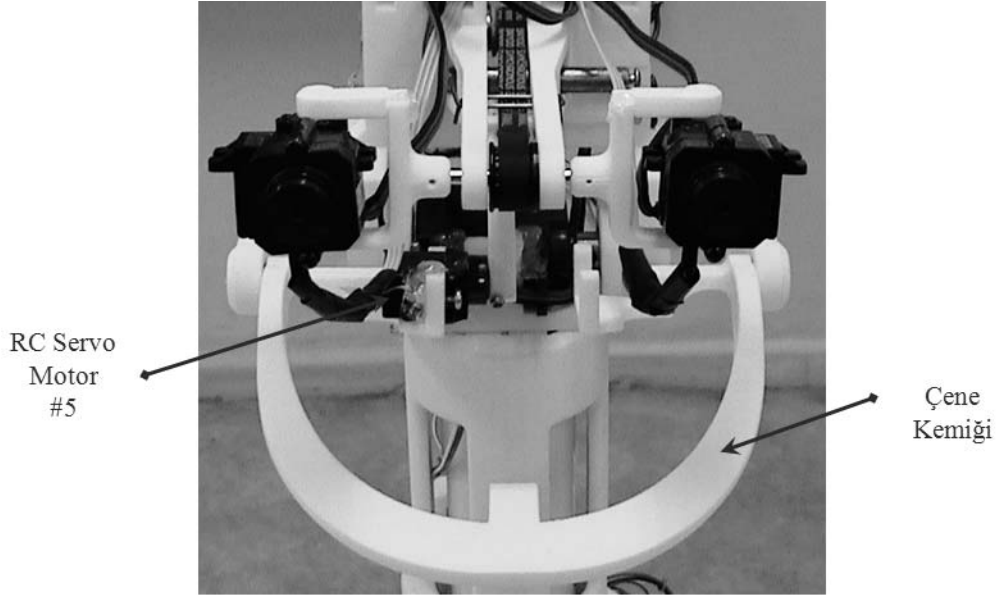
4. DOF



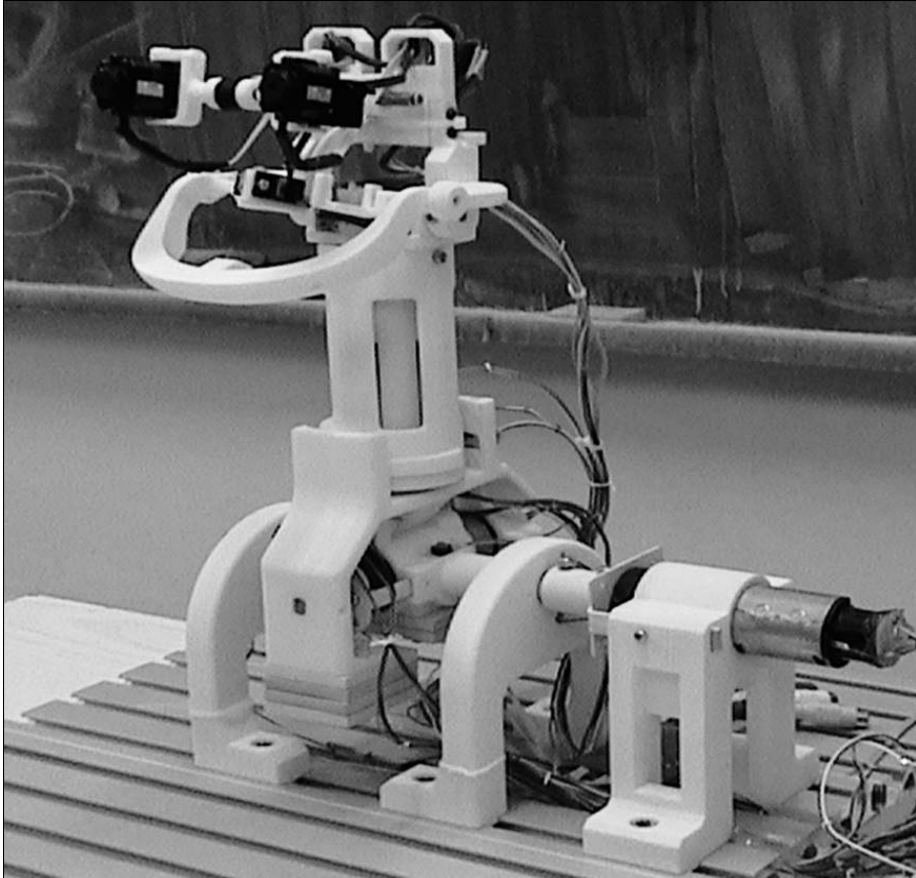
Göz Mekanizması Serbestlik Dereceleri



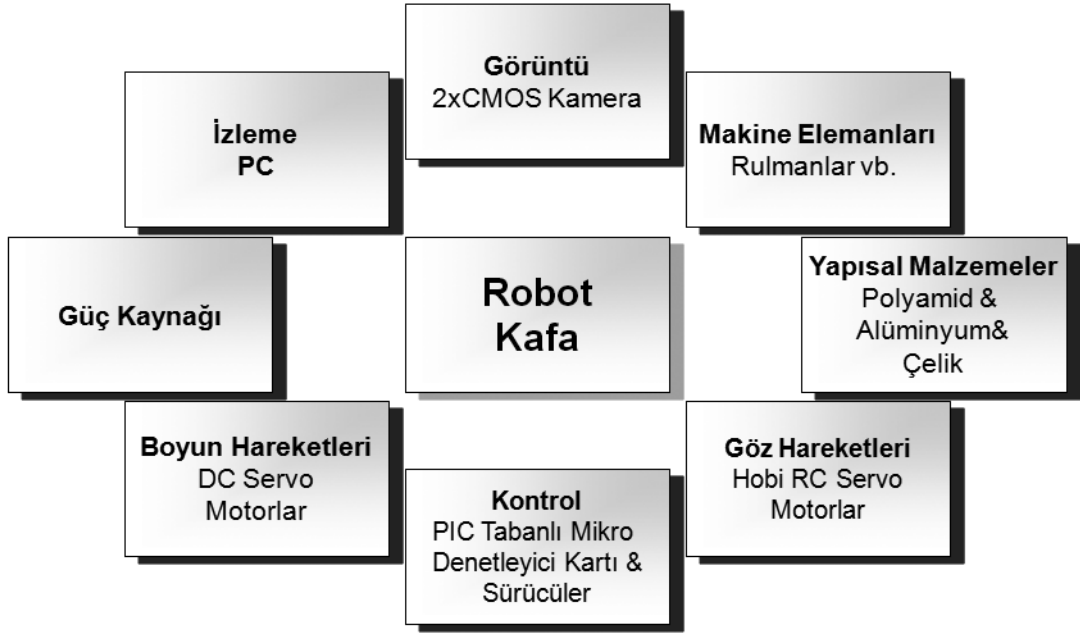
Çene



Tasarımın Genel Görünümü

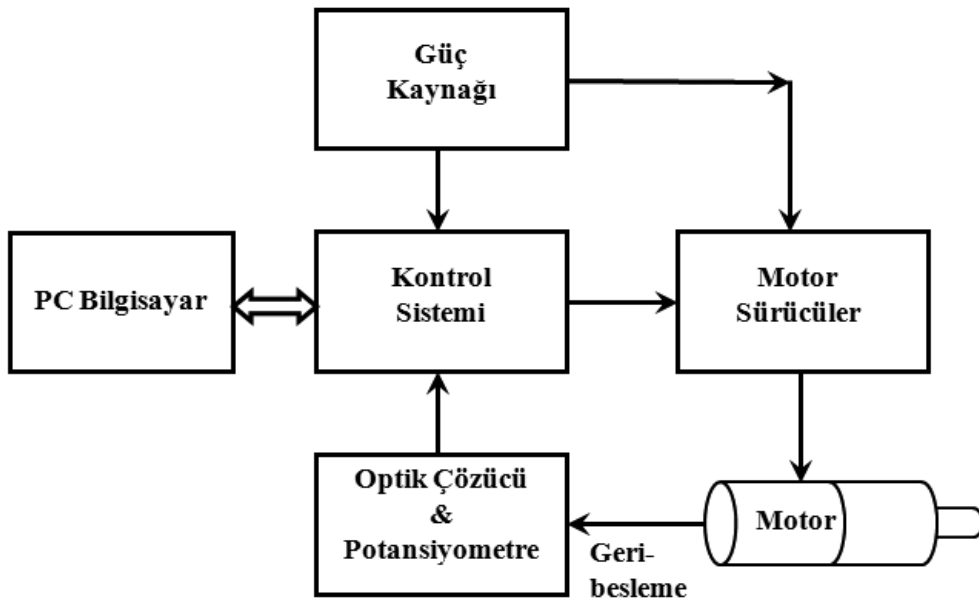


SİSTEM BELEŞENLERİ

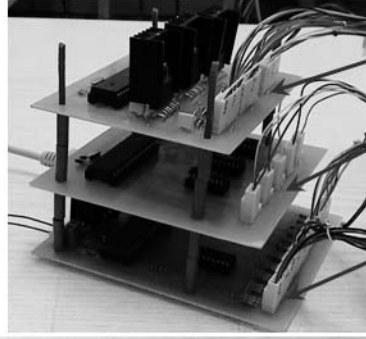
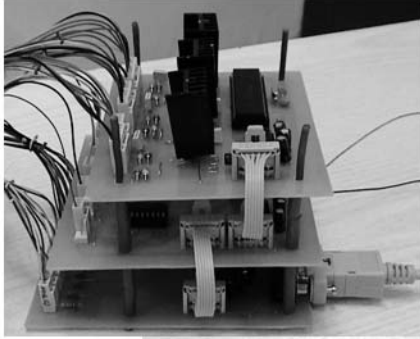


ELEKTRİKSEL TASARIM

Basit elektronik sistemin blok diyagram gösterimi



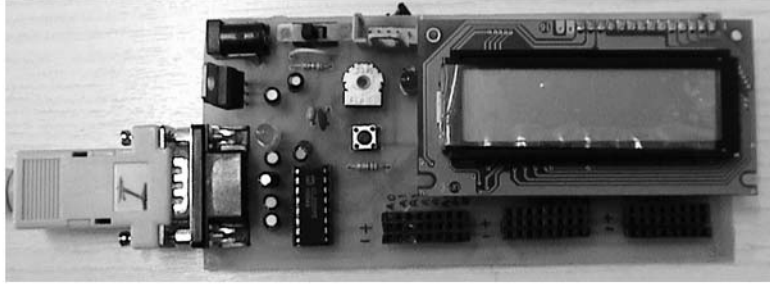
Testler için tasarlanan devreler



DC Motor Arayüz
Kartı

RC Servo Arayüz
Kartı

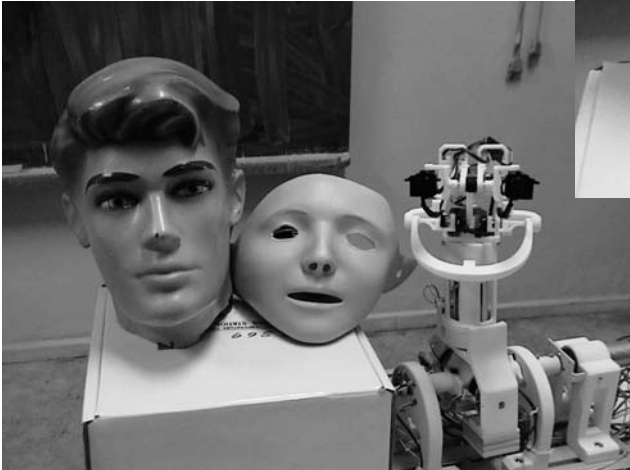
Sinyal Aktarma
Kartı



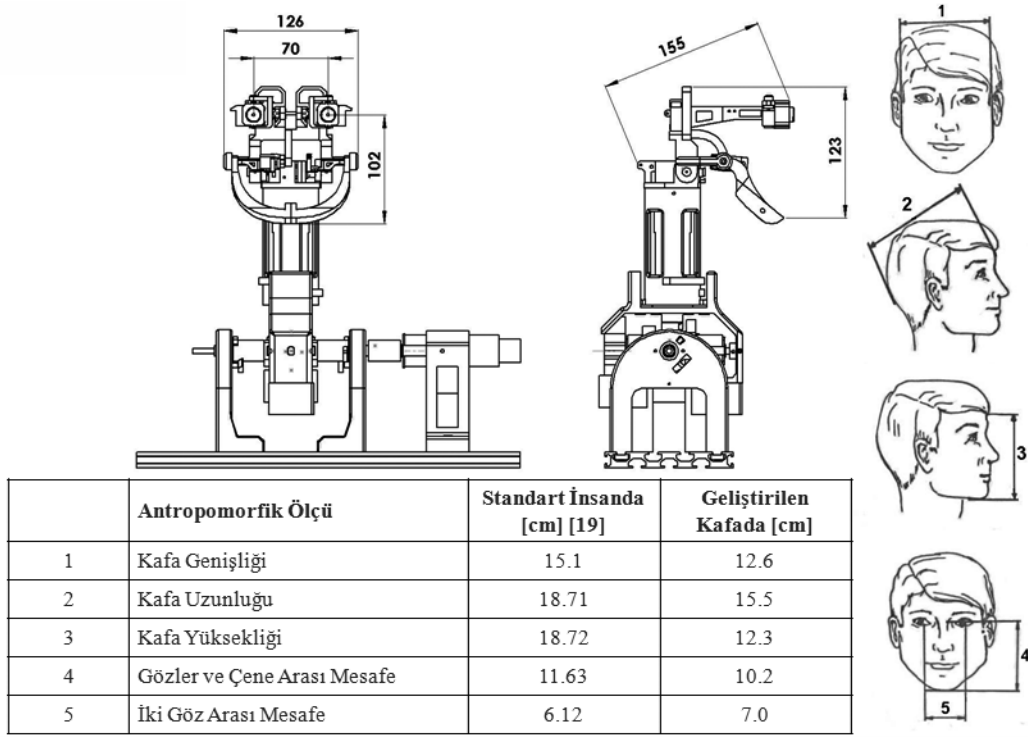
PIC 16F877 Mikrodenetleyici tabanlı genel amaçlı uygulama geliştirme kartı..

BULGULAR

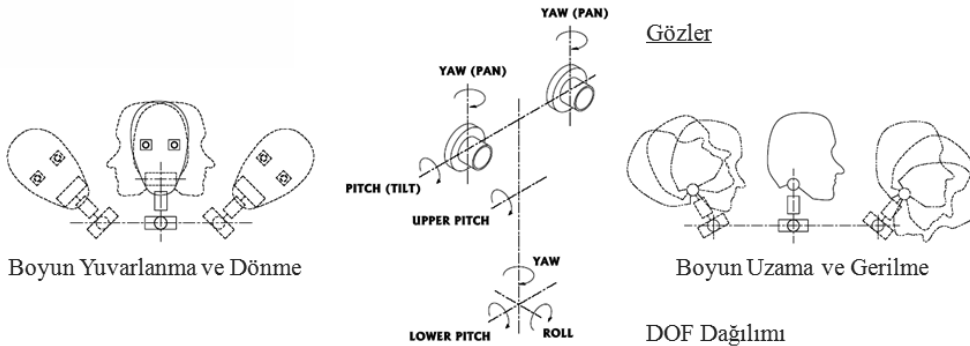
Dış Görünüş



Temel Ölçüler



Hareket Aralıkları

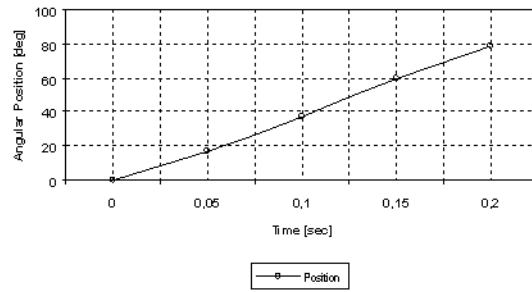


Eklem	Eksen	Standart İnsanda [der]	Geliştirilen Kafada [der]
Boyun	Üst Eğilme	±30	±35
	Alt Eğilme	±45	±45
	Dönme	±40	±85
	Yuvarlanma	±24	±38
Çene		+30	+35
Gözler	Dönme	±25	±45
	Eğilme	±20	±40

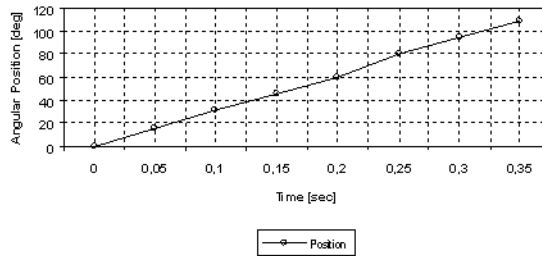
Mekanik Serbestlik Derecesi	Bölüm	Eksen	Adet
	Boyun	Üst Eğilme Alt Eğilme Dönme Yuvarlanma	
Çene			= 1 D.O.F.
Gözler			= 3 D.O.F.
		Dönme x 2 Eğilme	
Toplam			= 8 D.O.F.

Hızlar (Göz Eksenleri)

Right Eye Yaw Motion

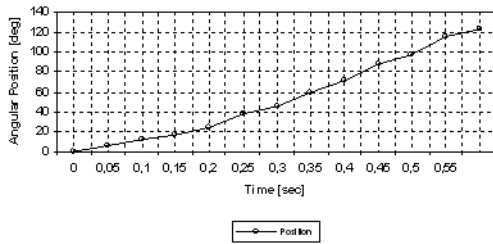


Both Eyes Tilt Motion

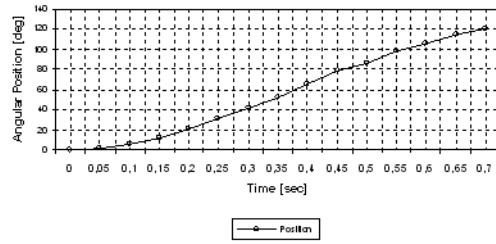


Hızlar (Boyun Eksenleri)

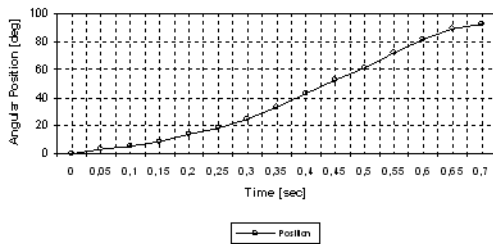
Neck Lower Pitch (Tilt Motion)



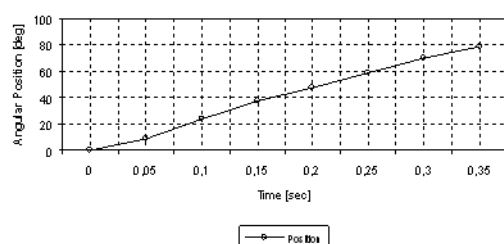
Neck Yaw Motion



Neck Roll Motion



Neck Upper Pitch Motion



Maliyet Analizi - Yapılan masraflar yaklaşık olarak aşağıda verildiği gibidir.

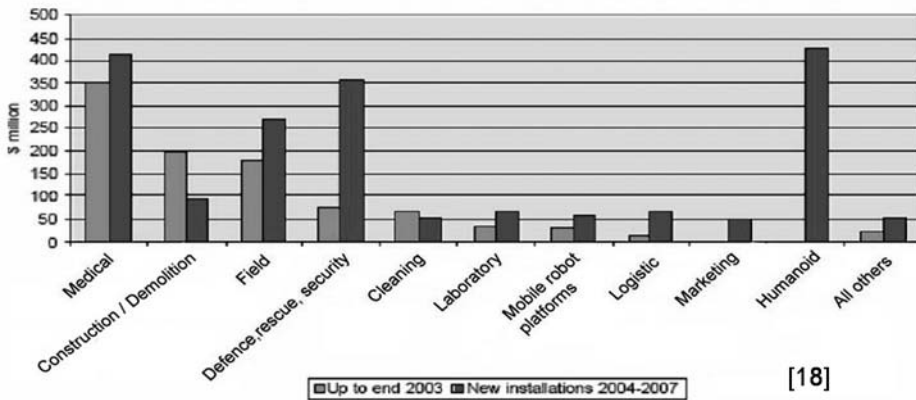
#	Açıklama	Ortalama Birim Maliyet [YTL]	Miktar	Toplam Maliyet [YTL]
1	Hızlı Prototipleme (BİLTİR)	2065	1	2065
2	Su-Jeti Kesim (OSTİM)	30	1	30
3	Tesviye Atelyesi (OSTİM)	30	1	30
4	DC Motorlar (Yıldırım Elekt.)	70	3	210
5	RC Motorlar (Yıldırım Elekt.)	120	5	600
6	CMOS Kameralar (Yıld.Elekt.)	25	2	50
7	Profil Platform (OSTİM)	50	1	50
8	Elektronik Devre Elemanları	200	1	200
9	İşçilik	0	1	0
Toplam				3235
KDV				582,3
Yaklaşık Genel Toplam				3817,3

HEDEFLenen KATKILAR VE ETKİLER

İnsansı robotik günümüzün en popüler çalışma alanlarından birisi haline gelmiştir. Hızlı gelişen teknoloji, üniversiteleri ve araştırma kuruluşlarını insansı robot tasarlamaya ve üretmeye, deneysel çalışmaları bu robotlar üzerinde gerçekleştirmeye teşvik etmektedir.

Bizim projemizin en önemli katkısı kuşkusuz ülkemizde bu alanda bir farkındalık yaratacak olmasıdır. Bu bağlamda yeni projelerin hayata geçirilerek devam etmesi ve ülkemizin de bu araştırma alanında bilgi birikimine kavuşması projenin en önemli amaçlarından birisidir.

UNECE ve IFR'nin ortak hazırladığı araştırmanın sonucunda yayınlanan grafikte görüleceği üzere, önümüzdeki yıllarda insansı robotik yatırımlarının büyük bir ivme kazanması beklenmektedir. Bu konuda yapılacak çalışmalar, teknolojik altyapının gelişmesine itici güç teşkil edecektir. Bilimsel gelişme, prestijin yanında büyük bir katma değer kazancını da beraberinde getirecektir.



[18]

SONUÇ, BEKLENTİLER VE ÖNERİLER

Bu projede insansı bir robot kafanın tasarımı ve imalatı amaçlanmıştır. Bilindiği gibi robotlar oldukça karmaşık Mekatronik sistemlerdir. Bir robotun, en temel olarak mekanik, elektrik ve yazılım olmak üzere üç temel alanda tasarıma ihtiyacı vardır. Bu proje içinde mekaniksel tasarım ağırlıklı olarak ele alınmıştır ve tamamlanmıştır. Başlangıçta hedeflenen noktalara ulaşılmıştır. Bu projenin gerekli düzeltmeler, iyileştirmeler ve yeni geliştirmelerle sürdürülmesi beklenmektedir.

Mekatronik sistemlerin tasarımında ve üretiminde en önemli zorluk, kullanılması gereken ileri teknoloji ürünlerin teminidir. Bu tür projelerde yüksek hassasiyetlerde eyleyicilerin kullanılması gerekmektedir. Bu eyleyiciler genel olarak elektrik motorlarından seçilmektedir. Kontrol sisteminin motorlarla uyumlu olacak yapıda tasarlanmaları ya da satın alınmaları gerekmektedir. Benzer bir ürün de kameralardır. Kullanılacak kameralar hem göz küresi tasarımını kolaylaştıracak kadar küçük olmalı hem de görüntü işleme yükünü hafifletecek teknolojik alt yapıyı barındırmalıdır. Dolayısıyla tasarımda ilk öncelik, kullanılacak donanımın proje bütçesi çerçevesinde seçimine verilmelidir.

Mekanik tasarımın başlatılması kullanılacak ekipmanların fiziksel boyutlarının bilinmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu sebeple bu projenin ön tasarım aşaması çok önemlidir. Tüm parçalar bilgisayar destekli tasarım yazılımları kullanılarak tasarlanmalı ve sonuç önceden sanal ortamda görülebilmelidir.

Üretim yöntemi olarak uygun teknik seçilmelidir. Tasarımı oluşturacak parçaların karmaşıklığı bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda iki seçenek bulunmaktadır: Parçaları basit alt parçalara ayırarak geleneksel üretim teknikleri ile imâl etmek ya da karmaşık halde tasarlayarak üç boyutlu yazıcı olarak da adlandırılan hızlı prototipleme makinelerinden yararlanmak.

Projenin Devamında Yapılması Gerekenler

- Mekanik Tasarımdaki eksikliklerin tespit edilerek giderilmesi
- Kontrol stratejilerinin belirlenmesi ve uygun olanının seçilerek gerekli altyapının sağlanması
- Kullanıcı arayüzünün tamamlanması
- Görüntü işleme yöntemlerinin uygulanarak deneylerin başlatılması.
- Sosyal etkileşim çalışmalarının başlatılması

KAYNAKLAR

- [1] Honda, Honda Worldwide, "ASIMO", <http://world.honda.com/ASIMO/new/>, Last Access Date: 10.08.2007.
- [2] CMU/Pitt, "Nursebot Project", Error! Hyperlink reference not valid., Last Access Date: 10.08.2007.
- [3] National Institute of Information and Communications Technology, Infanoid Project, <http://www.infanoid.com>, Last Access Date: 10.08.2007.
- [4] NASA Johnson Space Center, "Robonaut", Error! Hyperlink reference not valid., Last Access Date: 10.08.2007.
- [5] Kawada Industries, Inc., Humanoid Robot HRP-2 "Promet", Error! Hyperlink reference not valid., Last Access Date: 10.08.2007.
- [6] AIST: AIST Today 2003-No.8, "A Tele-Operated Humanoid Robot Drives a Backhoe in the Open Air!", http://www.aist.go.jp/aistse/aiststoday/2003s08/hot_line/hot_line_19.html, Last Access Date: 10.08.2007.
- [7] Heralic, A., "Design and Control of the Prototype Humanoid Robot HR-2", Complex Adaptive Systems, Chalmers University of Technology, Sweden, <http://www.etek.chalmers.se/~almir/>, Last Access Date: 10.08.2007.

- [8] Humanoid Robotics at USC_Humanoid Heads, MAVERic, http://www-humanoids.usc.edu/HH_summary.html, Last Access Date: 10.08.2007.
- [9] Vijakumar, S., Conradt, J., Shibata, T., Schaal, S., "Overt Visual Attention for a Humanoid Robot", Proceedings of the 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Hawaii, USA, 2001.
- [10] Brooks, R. A., Breazeal, C., Marjanovi_, M., Scassellati, B., Williamson, M. M., "The Cog Project: Building a Humanoid Robot", MIT Artificial Intelligence Lab., 1999.
- [11] Waseda University, "Head Robot Team, Emotion Expression Humanoid", <http://www.takanishi.mech.waseda.ac.jp/research/we/we-4rII/index.htm>, Last Access Date: 10.08.2007.
- [12] Breazeal, C., Edsinger, A., Fitzpatrick, P., Scassellati, B., "Active Vision for Sociable Robots", IEEE Transactions on Man, Cybernetics and Systems, Vol. 31, Issue.5, 443-453, 2002.
- [13] Kim, H., York, G., Burton, G., Murphy-Chutorian, E., Triesch, J., "Design of an anthropomorphic robot head for studying autonomous development and learning", International Conference on Robotic and Automation (ICRA), New Orleans, LA, USA, 2004.
- [14] Manuel Lopes Ricardo Beira Miguel Prac, a Jos´e Santos-Victor, An anthropomorphic robot torso for imitation:design and experiments, Proc. Of 2004 IEEE/RSJ International Conference on Robots and Systems
- [15] Error! Hyperlink reference not valid.
- [16] Ahn, H. S., "A Virtual Model of the Human Cervical Spine for Physics-based Simulation and Applications", Phd Dissertation, The University of Memphis, May 2005.
- [17] Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A.S., McNamara, J.O., "Neuroscience", Sianuer Associates, 1997.
- [18] UNECE United Nations Economic Commision for Europe, IFR Statistical Department, ECE/STAT/05/P03, Geneva, 11 Oct. 2005.
- [19] Kayı_, B., "Türk Erkek Toplumunun Antropometrik Ölçülerinin Belirlenmesi", TÜBİTAK, YAE, Ankara, 1989.

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

“Hizmet sektörüne yenilik yenilikçi ürün”

**ÇOKLU ARAMA-KURTARMA ROBOT SİSTEMLERİ İÇİN
GERÇEK ZAMANLI, OTONOM YÜRÜTMEMEYE UYGUN,
HATAYA DAYANIKLI VE BÜTÜNLEŞİK BİR DAĞITILMIŞ
GÖREV ATAMA VE YÜRÜTME MİMARİSİ**

Sanem SARIEL

Giriş ve Özet

Bu proje, doğal afetler ya da insan kaynaklı hata veya kötüye kullanma sonucu oluşan enkaz ortamlarında mahsur kalan canlıların, konumlarının bulunarak kurtarılması için herhangi bir merkezi karar birimine bağımlı olmayan, otonom bir çoklu robot sistemi için hataya dayanıklı ve bütünleşik bir görev atama ve yürütme mimarisinin tasarımı ve uygulanmasını hedefler. Bu sayede kötü sonuçlarını engelleyemediğimiz deprem ve taş ocağı patlaması gibi beklenmedik olaylarda canlı kaybının olabildiğince en az seviyede olmasının sağlanması ve arama-kurtarma çalışmaları robotlar ile yürütüldüğünden, ilgili personelin sağlığı veya hayatının tehdit (gaz sızıntısı olan alanlar, çökmesi ihtimali bulunan yapılar) altına alınmaması amaçlanmıştır.



Gerçek dünyada ortaklaşa otonom olarak çalışan donanımların görev başarımı daha önceden planlanmamış davranışlar ve olayları gözönüne almayı gerektirir. Robotlar kendilerinin kontrol altında tutamadıkları ve sürekli dinamik olan ortamlar ve uygulama alanlarında çalıştıklarından, çoklu-robot görev yürütme problemi, görev paylaşımı probleminin de ötesinde çok daha zor boyutlara taşınır. Özel olarak, çoklu-robot sistemleri gürültülü sensör verileri, beklenmeyen davranışlar ve sonuçları, ortamsal kısıtlamalar (özellikle iletişimde) ve sık olabilecek donanım bozulma ve hataları gibi çeşitli durumlardan kaynaklanan zorluklar ile yüzleşmek zorundadır. Bunlara ek olarak problemin kendisi de ortam durumu veya başka bir sebeple değişim gösteriyor olabilir ki bu da problemi daha zor kılmaktadır. Tüm bu faktörler sistemin genel başarımını etkiler. Bu proje, tüm bu durumlara karşı gerçek zamanlı görev yürütme durumlarını da gözönüne alarak ortamdaki kaynaklanan kısıtlamalar sonucu robot sistemini tek bir merkezden yönetmenin mümkün olmadığı durumlar için geçerli yöntemler üzerine odaklanmıştır. Dolayısıyla her bir robot, tüm problemi yerel olarak dağıtılmış bir şekilde çözmek için bir yol bulmalıdır.

Proje kapsamında yukarıda sözü edilen durumlara karşılık, istenen özellikte sonuçlar üreten bir mimari tasarlanmıştır. Mimari, bütünleşik görev atama ve yürütme yetenekleri ile kaynakları etkin şekilde kullanarak istenilen görevi yerine getirir ve oluşabilecek hatalara karşı dayanıklı olarak görevin başarıyla gerçekleştirilmesini sağlar. Mimari, birbirleri ile sıkı bağlı ve farklı türde robot yetenekleri ile ortak ve eşzamanlı yürütülmesi gereken görevler için de uygundur. Mimarinin tasarımında özellikle şu problemler ve çözümleri üzerine çalışılmıştır: görevlerin etkin ve gerçekçi şekilde temsili, görevlerin genel amacı gerçekleştirmek üzere etkin şekilde atanması, sistem bütünlüğünün ve tutarlılığının robotlar tarafından korunması, robotların yürütme zamanı oluşabilecek olağan dışı durumlar, hatalar ve bozulmaları tespit edip uygun hata kurtarma yöntemlerini gerçekleştirmesi, gerekiyorsa görevlerin etkin şekilde yeniden atanması ve gerekli durumlarda takım üyelerinin yeniden organize olmaları. Hem benzetim ortamlarında hem de gerçek robotlar üzerinde yürütülen deneyler sonucunda önerilen mimarinin etkin, gerçek zamanlı yürütmeye uygun ve hataya dayanıklı olduğu görülmüştür. Ayrıca, mimarinin literatürde bilinen yöntemler ile karşılaştırması yapılarak yeni ürün olarak katkısı sınanmış ve onaylanmıştır.

Projenin Amacı

Bu proje, enkaz ortamlarında mahsur kalan canlıların bir robot takımı kullanılarak konumlarının bulunması ve kurtarılması için etkin bir yöntem geliştirmeyi hedeflemektedir. Proje kapsamında herhangi bir merkezi karar birimine bağımlı olmayan, otonom bir çoklu robot sistemi için hataya dayanıklı bir görev atama ve yürütme mimarisi ortaya koyulmaktadır. Böylelikle enkaz altında kalan canlıların kurtarılması ve ilk yardımlarının yapılması için kullanılacak arama için tarama ve kurtarma operasyonlarını gerçekleyecek şekilde planlama, görev atama ve gerçek zamanlı yürütme adımlarını bütünlük bir şekilde gerçekleyen bir çoklu-robot takımının robot donanımından bağımsız olarak gerçekleştirilmesine olanak verilmiş olacaktır. Temel amaç, robotların enkaz ortamında kullanılması ile canlı kaybının olabildiğince en az seviyede olmasının ve ilgili arama-kurtarma personelinin sağlığı veya hayatının tehdit altına alınmamasının sağlanmasıdır.

Ana hedefe ek olarak, projenin çoklu-robot sistemlerinin kullanımının uygun olduğu birçok uygulama alanı için de yararlı sonuçlar üretmesi için hizmete uygun yenilikçi bir çoklu-robot koordinasyon mimarisi sunulması hedeflenmektedir. Çoklu-robot sistemleri için yürütme zamanı öncesi tanımlanmış plan ve stratejiler bulunsa da, fiziksel ortamda görev yürütme, önceden planlanmamış durumları da kotarmayı gerektirir. Gerçek dünya, robotların kontrolü dışında kalıp sürekli değiştiğinden çoklu-robot görev yürütme problemi görev atama probleminin de ötesine geçer. Özellikle sensör gürültüleri, beklenmeyen davranışlar ve etkileri, iletişimden kaynaklanan ortam kısıtlamaları ve donanım bozulmaları çoklu-robot görev yürütme problemini zorlaştırıcı unsurlardır. Tüm bu faktörler çözüm üzerinde etkilidir. Yürütme esnasında oluşabilecek durumlar aşağıda özetlenmiştir:

- Robotun bozulduğunu farketmesi
- Robotun bir diğer robotun bozulduğunu farketmesi
- Görev yürütme zamanının tahmin edilenden daha uzun/kısa sürmesi
- Görev tanımlarında olabilecek değişiklikler
- Yeni görevlerin eklenmesi
- Yeni robotların sisteme eklenmesi
- Operatörlerin görev dağılımında değişiklik yapması

Bu durumlar robotların kendi belirlemeleri veya dış etkenler sonucunda oluşabilir. Bu plan dışı durumlara karşın, en iyi çözümün bile kalitesi değişebilir. Geliştirilen mimarinin etkin çalışmanın yanında, tüm bu oluşabilecek durumlara karşı dayanıklı olup çözüm kalitesini iyileştirecek şekilde çalışmayı olanaklı kılması gerekmektedir. Mimari, bütünlük görev atama ve yürütme yetenekleri ile kaynakları etkin şekilde kullanarak istenilen görevi yerine getirmeli ve oluşabilecek hatalara karşı dayanıklı olmalıdır.

Temel olarak mimarinin aşağıdaki hedeflere uygun şekilde tasarlanması sağlanmıştır:

- **Bütünlük Çalışma:** Mimari, görev planlama, atama ve yürütme adımlarını bütünlük bir şekilde gerçekler.
- **Etkinlik:** Önerilen mimarinin en önemli özelliklerinden biri geçici hedef listeleri oluşturma yoluyla artımlı olarak dinamik görev seçimi ve görev atama stratejilerinin bütünlük bir şekilde yürütülmesidir. Bu yöntemin tüm görevleri bir aşamada atama yöntemine göre üstünlükleri bulgular bölümünde anlatılmaktadır.
- **Esneklik:** Mimari, yürütme zamanında oluşabilecek farklılıklara karşı adaptif olarak durumunu güncelleyecek ve daha etkin çözümler üretecek şekilde tasarlanmıştır. Yürütme zamanında oluşan yeni görevlerin de etkin şekilde atanıp yürütülmesini sağlar.

- **Hataya dayanıklılık:** Plan B Önlem Mekanizması (ayrıntıları ileriki bölümlerde anlatılmaktadır), sistemin gerekli yerlerde hatalara ve olağandışı durumlara karşı dayanıklılığını ve çözüm kalitesini korumasını sağlar. Dolayısıyla enkaz ortamlarında (olası bir şekilde) iletişim güvenilir değilse, hataların oluşması durumunda, ortam dinamik veya bilinmez ise de önerilen mimari ile robotlar dağıtılmış şekilde görev ataması ile tüm görevi başarıyla yerine getirir.
- **Tutarlılık:** Sistem tutarlılığı, robotların kendi dünya modellerinde tuttıkları bilgiler ve sistem tutarlılığı kontrol mekanizmaları ile sağlanır. Böylelikle bilgi eksikliği kaynaklı gereksiz iş yürütme durumları engellenir.
- **Probleme Bağlı olmayan genel tasarım bileşenleri:** Mimari sadece arama-kurtarma çalışmaları için değil aynı zamanda bir çok çoklu-robot uygulama alanı için çözüm üretebilmektedir.
- **Uygulanabilirlik:** Mimarinin bilgi-işlemsel kapasitesi çok sınırlı robotlar için bile hiçbir ek donanım veya yazılıma bağlı olmadan gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir.

Çoklu Robot Koordinasyonu ile ilgili araştırmalar belirli uygulamalar için belirli görevleri üstlenmek üzere tasarlanan robotlar için yapılmış olup tüm açık konulara cevap veren genel bir koordinasyon mimarisi henüz önerilmemiştir. Bu çalışma ile hem bu konuda genel bir mimari önerisi yapılması hem de çeşitli uygulamalar için bu mimarinin etkinliğinin sınırlanarak gerçek yaşama uyarlanabilecek uygulamalar geliştirilmesi hedeflenmektedir. Önerilen mimari kendi kendine özerk olarak koordineli çalışan robotlar için tasarlanacaktır. Bu mimarinin sağladığı alt yapı desteğinden yararlanan robotlar birbirleri arasında yürütme bağımlılığı olan görevleri etkin çözüm planları üreterek yerine getireceklerdir. Bu mimarinin aynı zamanda robotların gerçek zamanlı ve kesin olmayan, dinamik ortamlarda çalışması sonucu oluşan olası hatalara karşı dayanıklı bir yapı sunması hedeflenmektedir. Bu durumda mimari, yeterli kaynaklar olduğu sürece eldeki imkanlar ile çözüme ulaşmak üzere en uygun planları üretecek şekilde tasarlanacaktır. Ölçeklenebilir, hataya karşı dayanıklı ve etkin çözümler üreten bir sistemin gerçekleştirilmesi çalışmanın ana amacıdır.

Proje Kapsamı ve Bulgular

Arama-kurtarma çalışmaları için robotların kullanımı konusu önemli ve sosyal yararları olabilecek bir araştırma alanı yaratmıştır (Davids, 2002). Şimdiye dek bir çok arama-kurtarma robot sistemi önerilmiş olup (Kitano vd., 1999; Murphy, 2000; Erkmn vd., 2002, Sato vd., 2002), bunlara ek olarak 2001 yılından beri her yıl uluslararası bir platform olan Robocup - Arama-Kurtarma ligi yürütülmektedir (Takahashi ve Tadokoro, 2002). Bu çalışmalar çoğunlukla arama-kurtarma robot tasarımlarına yönelmiş olup yürütülmesi gereken stratejiler konusunda şimdiye dek az sayıda çalışma yapılmıştır. Bunun yanında yürütülen çalışmalar çoğunlukla merkezi olarak yönetilen robotlar için olup otonom arama-kurtarma robot stratejileri konusunda çok araştırma yapılmamıştır (Casper ve Murphy 2003).

Bu projede, arama-kurtarma çalışmalarında ele alınan yöntem, ortamın robotlar tarafından otonom şekilde taranarak enkaz altında canlı olduğu tahmin edilen enkaz alanlarının belirlenmesi ve daha sonra özel kurtarma robotları ile bu noktaların ziyaret edilerek canlıların kurtarılmasını hedefler.

Robotların bir kısmının ortamı tarayıp kurtarma yapılacak özel hedefleri belirlemesi, çalışmanın ilk aşamasını oluşturur. Daha sonra hedeflerin tek tek ziyaret edilip gerekli ilk yardımın sağlanması gerekmektedir. Problemin ilk aşaması standart tarama yöntemleri ile gerçekleştirilebilir. İkinci aşamadaki hedef ziyareti gerçek zamanlı olarak çözüm üretilip gerekli atamaların yapılarak bir an önce kurtarma operasyonunu yürütmeyi gerektirir. Bu problem, hedeflerin ilgili robotlara atanması problemi, literatürde iyi bilinen MTSP (Multi-Traveling Salesperson Problem) problemi olarak modellenilebilir. Problemi çözmek üzere şimdiye dek bir çok yöntem önerilmiştir. Çözüm yöntemleri, yöneylem araştırmalarındaki yöntemler ve robotlar üzerinde gerçekleştirilen yöntemler başlığı altında iki bölümde incelenecektir.

Yöneylem Araştırmaları Yöntemleri

En iyi çözümler, etkin bir Integer Programming (IP) formülasyonunun CPLEX gibi IP çözücü programlarla çözülmesi sonucu oluşturulabilir. Bir başka çözüm yöntemi de problemi Branch-and-Bound (BB) algoritmaları ile çözmektir. Bu algoritmada çözümleri içeren bir arama ağacı daha küçük ağaçlara bölünerek arama sürdürülür. Anlık incelenen ağaçta en küçük ve en büyük çözümler değerlendirilerek arama yönlendirilir. Aramaya tüm düğümler silinip tek bir çözüme ulaşılan dek devam edilir (Toth ve Vigo, 2001).

En iyi sonuçları üreten IP ve BB yöntemleri problemi çözmek için kullanılabilir fakat çok büyük olmayan veri kümeleri için bile çözüm süresi için bir garanti verilememektedir. Belirsizliklerden dolayı, hedefler arasındaki tahmini uzaklıkların değişmesi durumuyla sıkça karşılaşılabilir. Ortamda oluşabilecek ufak değişiklikler bile çözümü tümüyle değiştirebilir. Bu durumda problem yeniden çözülmelidir. Bu durumlara karşı hızlı çözümler üretmenin önemi özellikle gerçek zamanlı çalışan sistemler için artmaktadır.

Amaçlanan hızı sağlayabilmek üzere, çözüm kalitesinden belli bir oranda fedakarlık ederek yine de iyi sonuçların üretildiği sezgisel yöntemler uygulanabilir. Bu tür yöntemlerde, önce standart hedef ataması ve sonra atamalar üzerinde iyileştirme çalışmaları yürütülebilir. Arama, uzayın sadece belirli bir bölgesinde gerçekleşmektedir. Bir başka sezgisel yöntem olan yaklaşımsal (Metaheuristic) yöntemde, arama uzayı daha da geniş tutulabilir. Bu yöntemlere örnek olarak Evrimsel Algoritmalar, Tabu Araması (Tabu Search) ve Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing) yöntemleri sayılabilir. Yaklaşımsal yöntemlerde iyi sonuçlar alınabileceği gibi zaman karmaşıklığı da bağıl olarak artmaktadır. Ayrıca uygulanan işlemler genellikle bağlama dayalı olup, çoğunlukla iyi sonuçlar, ancak iyi belirlenmiş parametrelerle alınabilir (Toth ve Vigo, 2001).

Robotlar İçin Tasarlanan Yöntemler

GRAMMPS (Brumitt ve Stentz, 1998) bu problemi ele alan ve robotlar üzerinde gerçekleştirilen ilk çalışmalardan biridir. Bu çalışmada, atamalar merkezi olarak yapılır. İlk atamalar rastgele olarak yapıp, zaman içinde bu atamalar Benzetimli Tavlama algoritması ile iyileştirilir.

Prim Allocation yöntemi (Lagoudakis vd., 2004), Prim Algoritması üzerine kurulmuş bir çoklu-robot çoklu-hedef atama yöntemidir. Robotlar için ayrı ayrı Minimum Kapsayan Ağaç (Minimum Spanning Tree) ve tümünde Minimum Kapsayan Orman (Minimum Spanning Forest) oluşturulur. Hedef ağaçları, algoritmanın adım adım yürütülmesi ve her bir adımda atanmamış bir hedefin kendine en yakın yola sahip robota atanması ile gerçekleşir. İşlem, tüm hedefler atanana dek devam eder. Dolayısıyla, her bir yeni hedef atanması, ilgili hedefin robotların o ana dek oluşturdukları hedef ağaçlarındaki hedeflerine uzaklıkları dikkate alınarak yapılır. Robotun son konumu değerlendirilmez. Algoritmanın dağıtılmış versiyonunda, her bir robot kendisi için en uygun hedefle ilgili bir açık arttırma yapar ve en düşük istekte bulunulan hedef ilgili robot ağacına eklenir. Hedef atamalarının tümü robotların görevi yürütmesinden önce gerçekleşir. Ortam durumunun değişmesi halinde, kalan tüm hedeflerin atanması yeniden aynı yöntemle yapılır. Prim algoritması gibi Prim Allocation yöntemi çözümü de en iyi çözümün en fazla 2 katı ile sınırlıdır. Bu algoritmanın tüm gerçekleştirme ayrıntıları, ilgili makalede verilmiş olduğundan, deneyler için bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmiş çözüm ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Prim Allocation algoritmasının yer aldığı makalede robot benzetim ortamı üzerinde elde edilen sonuçlar bulunmakta, ancak algoritmanın gerçek robotlar üzerinde gerçekleştirilmiş bir versiyonu yer almamaktadır.

Literatürde bir anda çok-hedefli atamaların yapıldığı yöntemler de bulunmaktadır. Bu yöntemler belirli hedef kümelerinin robotlara atanması ile ilgilenir ve robotlar arasında kombinezonsal olarak bu hedef kümelerinin değişimini gerçekleştirirler. Bu yöntemi uygulayan robot sistemlerinin başında Dias ve Stentz (2002) ve Berhault vd., (2003) çalışmaları gelmektedir. Dias'ın çalışmasında ekonomi modeli ele alınıp robot grupları ve liderler ile kombinezonsal olarak hedef alışı-verişi ile sonuca ulaşılmıştır. Fakat bu yöntem, kombi-

nezonsal olarak hedef kümeleri üzerinde çalıştığından büyük hedef kümeleri için veya dinamik ortamlarda sık değişen maliyet değerlerine karşılık karmaşık bir sistem önermektedir ve bilgi işlemsel gereksinimleri oldukça büyük oranda artmaktadır.

Önerilen Mimari

Yürütme sırasında oluşabilecek durumlar nedeniyle, en iyi çözümleri elde etmek her zaman mümkün olmayabilir (Reinelt, 1994). Problemin tam olarak doğru şekilde modellenmemesi veya en iyi çözümü bulmak için gereken sürenin gerçekleştirilmede sağlanamaması, bu durumları destekler ve çoğunlukla da robot sistemlerinde bu durumlar olasıdır. Bu çalışmada, tüm gerçek zaman kısıtlamalarına karşın iyi sonuçlar üretebilen bir görev seçim ve atama yöntemi önerilmektedir. Tasarlanan ve gerçekleştirilen altyapı, robotların bir görevi yerine getirmek üzere görevin alt parçalarını üstlenip, koordinasyon içinde çalışmalarına olanak sağlayan dinamik ve artımlı bir görev yürütme mekanizması içermektedir. Sistem, robotların, merkezi bir otorite olmadan, dağıtılmış bir şekilde kendileri için uygun görevleri seçmelerine izin vermektedir. Çalışmanın özgün katkılarından biri olan geçici görev listesi oluşturma ve artımlı görev ataması yaklaşımı, dinamik ortamlarda görev atama ve yol planlama adımlarının, yürütme anında ve işlemsel yükü az olacak şekilde, bir arada gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Böylelikle, olağan dışı durumlara karşı sistemi dayanıklı kılan davranış biçimleri üretilerek, çözüm kalitesinin yürütme ile eşzamanlı olarak korunması amacına ulaşılır.

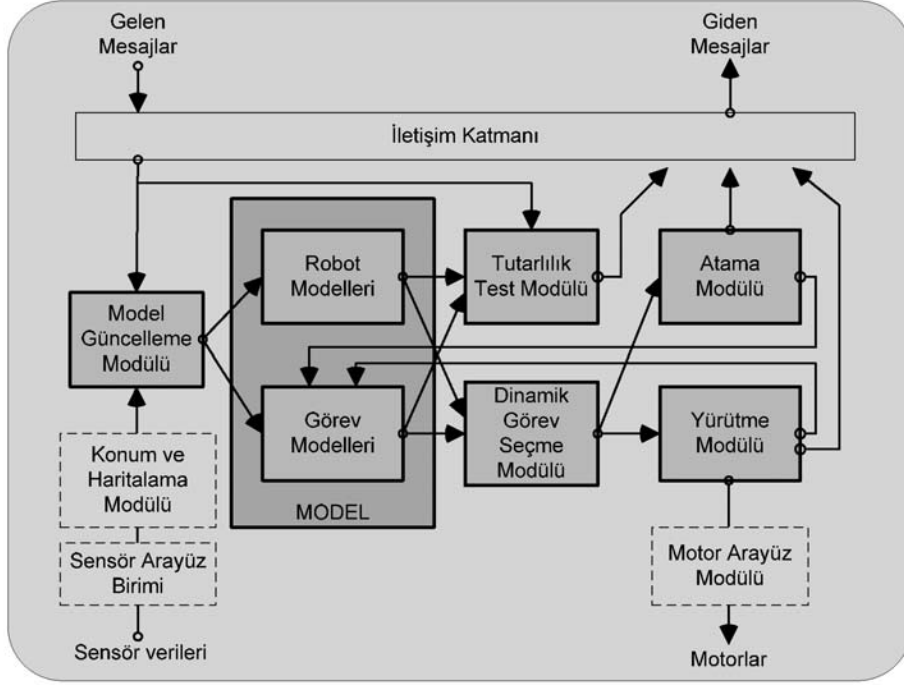
Bu projede, özellikle arama-kurtarma çalışmalarında kullanılmak üzere genel bir çoklu-robot koordinasyon mimarisinin - DEMiR-CF (Distributed and Efficient Multi-Robot-Cooperation Framework) - tasarımı önerilmektedir (Sariel, 2007). DEMiR-CF karmaşık bir ana işin başarılması için robotların ortaklaşa çalışmasını öngören bir mimaridir. Ortak çalışma, robotların dağıtılmış olarak karar alması ve görev paylaşımı yaparak bütün işin başarımına katkıda bulunması ile sağlanır. Adından da anlaşılacağı üzere, sistemin sağlam ve hatalara dayanıklı olması, tasarımını belirleyici unsurlardan biridir.

Ortak iş yürütme problemi, her bir robotun bütün bir problemi çözmek üzere kendisi için görev seçim problemini koordineli olarak çözmesi ile gerçekleşir. Bu problem tanımları ve formülasyonları genelleştirilmiş ortak görev yürütme problemini temsil etmek üzere ilk kez ilgili tezde (Sariel, 2007) ortaya konmuştur. Önerilen mimari de bu problemleri çözmek üzere tasarlanmıştır.

DEMiR-CF tasarımında özellikle şu problemler ve çözümleri üzerine çalışılmıştır: görevlerin etkin ve gerçekçi şekilde temsili, görevlerin genel amacı gerçekleştirmek üzere etkin şekilde atanması, sistem bütünlüğünün ve tutarlılığının robotlar tarafından korunması, robotların yürütme zamanı oluşabilecek olağan dışı durumlar, hatalar ve bozulmaları tespit edip uygun hata kurtarma yöntemlerini gerçekleştirmesi, gerekiyorsa görevlerin etkin şekilde yeniden atanması ve gerekli durumlarda takım üyelerinin yeniden organize olmaları.

DEMiR-CF en basit işlerden en karmaşık işlere kadar farklı tipte görevler üzerinde çalıştırılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Karmaşık işler birbirlerine bağımlı ve çoklu kaynak (robot) gereksinimi olan görevler içerebilir. Önerilen mimaride, görevler, yürütme sırasında gerçek dünya gereksinimlerini karşılayacak şekilde güncellenebilmesine açık şekilde temsil edilmektedir.

Mimari, çoklu-robot (etmen) sisteminin görev planlaması, ataması ve yürütmesini alt katman davranış modelinden bağımsız olarak fakat onu gözardı etmeyecek şekilde gerçekleştirme imkanı sunar. Mimarinin tümleşik bileşenleri ortak iş yürütme problemini hataya karşı dayanıklı ve etkin şekilde çözmek üzere tasarlanmıştır. Dolayısıyla genel planlama, görev ataması ve yürütmenin eş zamanlı şekilde gerçekleşmesi, DEMiR-CF mimarisinde tasarlanmış robotlar tarafından mümkün olmaktadır. Robotlar dinamik ve artımlı olarak görev seçimini yürütürler, ancak tüm işi etkin olarak tamamlayacak şekilde genel plan değerlendirilmesi yapılır.



Şekil 1. DEMiR-CF Mimarisi Bileşenleri

DEMiR_CF Bileşenleri ve Arama_Kurtarma Çalışmalarında Kullanımı

DEMiR-CF mimarisi, Dinamik Görev Seçimi Yordamı (DGYS), Dağıtılmış Görev Atama ve Dağıtılmış Hata Tanıma ve Kotarma bileşenlerini içerir. Mimarinin genel yapısı ve içinde bulunan modüller arası etkileşim Şekil 1’de görülmektedir. Bu bileşenler gerçek zamanlı yürütme için etkin sonuçlar üretmek üzere tek bir bütün halinde çalışırlar. Her bir robot ortamındaki diğer robotlar ve sistem görevlerine ilişkin bilgi tuttuğu bir modele sahiptir. Model güncellemeleri hem gelen mesajlardaki bilgi hem de robotun sensörleri aracılığıyla algıladığı verilere göre yapılır. Model Güncelleme, Sistem Tutarlılığı Testi and Dinamik Görev Seçme modülleri Plan B önlem mekanizmalarını yürütürler. Sistem Tutarlılık Test Modülü, sistemde tutarsızlık hissedildiği durumda gerekli uyarı ve hata kotarma yordamlarını yürütmekle sorumludur. Dinamik Görev Seçme modülü, artımlı olarak robot için en uygun görevi seçmekle yükümlüdür. Görev Atama Modülü, seçilen görevin dağıtılmış bir yordam ile en uygun robota atanmasını ve bunun için gerekli adımların yürütülmesini sağlar. Yürütme modülü senkronize yürütme adımlarını gerçekleştirir. Seçilen görev veya yürütülmekte olan göreve bağlı olarak model güncellenir. Mimaride yürütülen temel adımlar şu şekilde listelenebilir:

1. Robotlar yürütme öncesi görev tanımları hakkında bilgi sahibi olurlar.
2. Her bir robot kendisi için en uygun aday görevi uygun maliyet hesapları ile tüm işi göz önünde bulundurarak seçer.
3. Robotlar seçtikleri görevler için yürütme niyeti isteklerini yayınlarlar. Bu aşamada tutarsızlıklar varsa düzeltilir.
4. İlan edilen görevler için en uygun robotların görevlere atanması sağlanır.
5. Yürütme ile eş anlı olarak dinamik görev seçimi ve yeniden ataması devam eder. Böylelikle oluşabilecek hatalara karşı da artımlı atama ile düzenleme ve hata kotarma yordamları yürütülebilir. 2-4 adımları iş başarıyla tamamlanana dek devam eder.

Dinamik görev seçimi yordamı

Her bir robot (r_j), problemi bütün olarak ele alabilmek için ileride yürütebileceği hedefleri içeren geçici bir görev listesi (T_{R_j}) oluşturur. Bir sonraki adımda da, robotlar listelerinden kendileri için ilk olarak yürütülmesi en uygun olan görevi (t_S) seçerler. Geçici görev listeleri, Denklem 1'e göre ziyaret edilmemiş hedefler (T_U) arasından seçimle oluşturulur ve robota en yakın olan ziyaret edilmemiş hedefleri içerir. Bu denklemdeki $dist$ fonksiyonu iki nokta arasındaki Euclidean uzaklığını hesaplar.

$$reldist(r_j, t_i) = dist(r_j, t_i) - \min(dist(r_k, t_i)), \{\forall k \neq j\} \quad (1)$$

$$T_{R_j} = \cup t_i, reldist(r_j, t_i) < 0, \forall t_i \in T_U$$

Dolayısıyla, en uygun hedef seçilmeden önce her bir robot, geçici görev listesini oluşturur; ancak bu listede yer alan görevlerin ilgili robot tarafından mutlaka yürütüleceği anlamına gelmez. Aksine, geçici görev listeleri zaman içinde değişebilir. Bu listelerin oluşturulmasındaki amaç, görev ataması öncesinde probleme global olarak bakabilmek ve daha iyi atama planı oluşturabilmektir. Geçici görev listesi Algoritma 1 uygulanarak oluşturulur. Robot, daha sonra kendine ait görev listesi içinden en uygun görevi (t_S) yürütmek üzere seçer.

Algoritma-1. Geçici Görev Listesi Oluşturma, r_j

algoritma ismi: MTRP-FormRoughSchedule

giriş parametreleri: T_U

çıkış parametreleri: T_{R_j} ve t_S

$T_{R_j} = \phi$ (maliyet fonksiyonuna göre oluşan heap)

$t_S = \phi$

while ($T_U \neq \phi$)

if t_i geçici görev listesi (Denklem (1)) içindeyse

c_{ji} maliyetini t_i için hesapla

t_i 'yi T_{R_j} 'ye yerleştir

if $\|T_{R_j}\| > 0$

$t_S = top(T_{R_j})$

Algoritma 2, artımlı görev seçimini gerçekleyen temel döngüyü gösterir. Bu algoritma, görev yürütme başında ve robotun ortam bilgisi her değiştiğinde çağrılır. Her bir robot, ana görevin ziyaret edilmemiş bütün hedefleri ziyaret edilene kadar dağıtılmış bir şekilde aynı algoritmayı gerçekler ve ilgili görevleri yürütür. Önerilen algoritma tüm hedefleri tümüyle yeniden atamak için de kullanılabilir fakat bu çalışma, dinamik ortamlar için hedeflerin tümüyle değil, artımlı olarak atanmasını öngörmektedir. Bu sayede, yinelenen gereksiz atamalar ve bu adımların neden olacağı fazladan işlem yükü önlenmiş olur. Hedef seçimi için kullanılacak maliyet fonksiyonu karmaşıklığı, üzerinde gerçekleştirilecek robotların kapasitelerine göre belirlenebilir.

Algoritma-2. Artımlı Görev Seçimi Döngüsü, r_j

algoritma ismi: MTRP-DPTSS

giriş parametreleri: T_U

çıkış parametreleri: Robot davranışı

$[T_{Rj}, t_S] = \text{MTRP-FormRoughSchedule}(T_U)$

if $t_S \neq \phi$

if $t_S =$ yürütülmekte olan görev

görevi yürütmeye devam et

else

if t_S yürütülmüyor ise

yürütme isteği belirt

else görev değişimi yap

else boşta bekle

Maliyet fonksiyonu

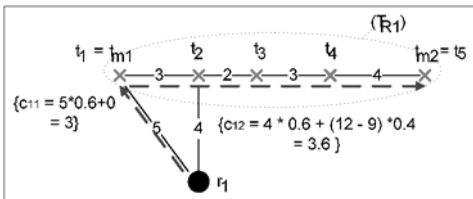
TSP için önerilmiş olan maliyet fonksiyonları çoğunlukla üçgen eşitsizliği özelliğini kullanır. Bu çalışmada önerilen fonksiyonlar da aynı prensibe dayanır. En Yakın Hedef (EYH) sezgisel maliyet hesabı basit şekilde, robot ve hedef arasındaki uzaklığı değerlendirir (Denklem (2)).

$$c_{ji} = \text{dist}(r_j, t_i), t_i \in T_{Rj} \quad (2)$$

Uzak Hedef Ekleme Maliyeti (UEM) bir başka maliyet hesap fonksiyonu olup (Denklem (3)), sınırda olan hedeflerin seçilmemesi durumu için ceza uygulayarak geçici hedef listesi içinde uygun bir rota çizmeye yarar.

$$c_{ji} = \alpha * \text{dist}(r_j, t_i) + (1-\alpha) * [\text{dist}(t_{b1}, t_{b2}) - \max(\text{dist}(t_i, t_{b1}), \text{dist}(t_i, t_{b2}))] \quad (3)$$
$$\{\text{dist}(t_{b1}, t_{b2}) = \max(\text{dist}(t_k, t_l)), t_{i,k,l} \in T_{Rj}\}$$

t_{b1} ve t_{b2} , T_{Rj} içinde birbirine en uzak olan iki hedef çiftidir. Fonksiyon, robotları bir dereceye kadar bu hedefleri öncelikle ziyaret etmeye iter çünkü bu hedefler ziyaret edilmesi gereken birbirlerine en uzak hedef çiftidir. Söz konusu olan en uzun mesafe, yoldaki diğer hedefler de ziyaret edilerek azaltılabilmektedir. Örnek bir robot yolu Şekil 2'de verilmektedir. Şekilde t_2 , r_1 'e daha yakın olduğu halde, yapılan maliyet hesabı ile, önce t_1 'i ziyaret etmenin maliyetinin daha düşük olduğu belirlenmiştir; robot önce t_1 'e gider, daha sonra da yol üzerindeki diğer hedefleri tek tek ziyaret eder. Yapılan deneysel ölçümler sonrasında α katsayısı için seçilen 0.6 değeri ile en iyi ölçümler elde edilmiştir.



Şekil 2. UEM ile bir maliyet hesabı

Dağıtılmış görev ataması

Çalışmada, robotlar arasında dağıtılmış görev ataması için en uygun yöntem olarak CNP (Contract Net Protocol) protokolü seçilmiştir. Protokolün önerilen sisteme uyarlanmış hali, robotların önce görev yürütme isteklerini yayınlaması, daha sonra da yayının hedefi olan görevin yürütülmesi için en uygun robotun seçilmesi adımlarını içermektedir. Önerilen yöntemde, farklı görevler için eş anlı olarak görev yürütme istekleri yayınlama ve robot seçimi mümkün olmaktadır. Eğer eniyileme fonksiyonu, toplam yolun kısaltılması ise, bir anda tek bir isteği sonlandırmak daha iyi sonuç vermektedir. Robotlar istek mesajları aldıklarında göreve ilişkin kendi maliyet değerlerini diğer robotlara yollarlar. Sistem bütünlüğünü bozan durumlar için sonraki bölümde ayrıntıları verilecek olan bir uyarı mesajı da yollayabilirler. Farklı durumlara karşılık asenkron olarak uygulanan adımlar Algoritma-3 ve içinde kullandığı altyardamlar Algoritma-3' ve Algoritma-3'' de verilmiştir.

Algoritma-3. Temel Adımlar (Asenkron), r_j

```
if istek için son cevap yollama süresi doldu
    isteği sonlandır
    en uygun robotu seç ve bildir ya da yürütmeye başla
if  $t_k$  için  $r_l$  'den istek mesajı geldiyse
    ilgili amaç fonksiyonuna göre
    MTRP-Response yürüt
if istek seçim mesajı geldiyse ve  $// T_{Rj} // = 0$ 
    görevi yürütmeye başla
if ortam durumu  $T_{Rj}$  'yi değiştirecek şekilde değişti ise
    yürütme veya istekleri iptal et
```

Algoritma-3'. Toplam Yolu Kısaltma Amacıyla t_k için r_l 'den gelen isteğe yanıt, r_j

```
algoritma ismi: MTRP-Response – Path
if yürütülmekte olan görev veya istek yayını varsa ve  $c_{ji} > c_{lk}$ 
    yürütme veya istek yayını iptal et
if  $c_{ji} < c_{lk}$ 
     $t_k$  için kendi maliyet bilgisini yolla
```

Algoritma-3''. Toplam Zamanı Kısaltma Amacıyla t_k için r_l 'den gelen isteğe yanıt, r_j

```
algoritma ismi: MTRP-Response – Time
if yürütülmekte olan görev veya istek yayını varsa ve  $c_{ji} > c_{jk} // c_{ji} > c_{lk}$  ve  $t_k$  veya  $r_l T_{Rj}$  'ye yakın ise yürütme veya istek yayını iptal et
if  $c_{ji} < c_{lk}$ 
     $t_k$  için kendi maliyet bilgisini yolla
```

Dağıtılmış hata tanıma ve kotarma

Sistemde yer alan hata tanıma ve kotarma mekanizması, yürütme zamanında oluşabilecek hataların tanınması ve bu hatalara karşı sistem bütünlüğü ve etkinliğinin korunmasını sağlar. Hata kotarma mekanizması, sistemin daha önce tanımlan görev atama bileşenlerine entegre şekilde tasarlanmış olup, sistemin etkin ve dayanıklı çalışır halde tek bir bütün olmasını sağlar. Hataya dayanıklılık iki bileşen ile sağlanır: *Model Güncelleme Modülü ve Sistem Bütünlüğü Kontrol Modülü*. *Model Güncelleme Modülü*, robotun kendi ortam/dünya modelini, iletişim yoluyla veya sensörlerine gelen bilgilere dayanarak, kendi karar mekanizması ile güncellemesini sağlar. Sistem Bütünlüğü Kontrol Modülü ise sistem tutarlılığını sağlamak üzere, robotun modeline göre uyarı mesajları yollamakla yükümlüdür. Olağandışı durumlara karşılık modelleri güncellemek veya hata kotarma için uygun tutarlılık kontrol ve güncelleme adımları, dağıtılmış bir şekilde uygulanır. Her bir robot, sistemdeki tüm görevler ve diğer robotlara ilişkin dünya modelini oluşturur ve gerektiğinde günceller. Bazı durumlarda robotların modelleri farklılaşabilir. Bunun nedeni iletişim problemlerinden kaynaklanan belirsizlikler, tümüyle tanımlanmamış bilgiler, varsayımlar, vb. olabilir. Dağıtılmış sistemlerde veya gerçek dünya sistemlerinde tüm bilginin her zaman tümüyle doğru bir şekilde tanımlı olması beklenemez. Görev modelleri, her bir görev için farklı sonlu durumlu makineler (Şekil 3) halinde tutularak gerçekleştirilir. Görev durum geçişleri, *Model Güncelleme Modülü* tarafından etkinleştirilir. Görevler, şu durumlarla temsil edilebilir: *başlangıç durumu, belirsiz, istekte bulunuldu, başka robotlar tarafından istekte bulunuldu, atanmış, yürütülüyor, başkaları tarafından yürütülüyor, tamamlandı ve yürütülemez*. Robot modelleri de sonlu durumlu makinelerde *boşta, yürütme aşamasında, bozuldu, istekte bulunuyor* durumlarından birinde olacak şekilde tutulur. Hata kotarma işlemleri, robotun kendi modelini güncellemesi ya da diğer robotları uyarması şeklinde olur. Robotların tamamlanmış, yürütülmekte olan veya istekte bulunulan görevlerden haberdar olmamaları durumunda tutarsızlıklar oluşur. Robotlar, sistem tutarlılığını korumak üzere birbirleri ile haberleşirler ve şu bilgileri yollarlar:

- yeni keşfedilen hedefler
- belli aralıklarla güncellenmiş maliyet bilgisi ile görev yürütme bilgisi
- görevi tamamladıklarında başarı bilgisi
- görev yürütme iptali bilgisi
- görev yürütülemez bilgisi

Sistemde bilginin mükemmel olmadığı göz önüne alınır ve robotlar görev atamasını ve hata kotarma mekanizmalarını dağıtılmış şekilde gerçekleştirirler. Bazı durumlarda robotlar, doğru olmayan yargılara ulaşabilirler. Örneğin, aslında bozulmamış olan bir robotun bozulmuş olarak modellenmesi gibi. Bu tip durumlarda paralel yürütme durumları (aynı görevin birden fazla robota atanması) oluşabilir. Görevin hiç yürütülmemesine karşı tercih edilebilecek bir durum olduğundan, buna izin verilmektedir. Fakat yine de bu tür durumlar, uygun hata kotarma mekanizmaları ile düzeltilir.



Şekil 3. Görev modelleri sonlu durum makinesi

Deneyler ve Bulgular

Mimarinin başarımını ölçmek üzere üç küme halinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Birinci küme, önerilen yöntem için maliyet fonksiyonlarının sınılanması hedefler. Elde edilen sonuçlar, Prim Allocation ve CPLEX ile gerçekleştirilen IP yaklaşımı ile karşılaştırılmıştır. Dinamik yürütme zamanı deneyleri Webots gerçekçi benzetim ortamı üzerinde yürütülmüştür. Üçüncü kümede yer alan deneyler ise Khepera II robotları üzerinde gerçekleştirilmiştir.

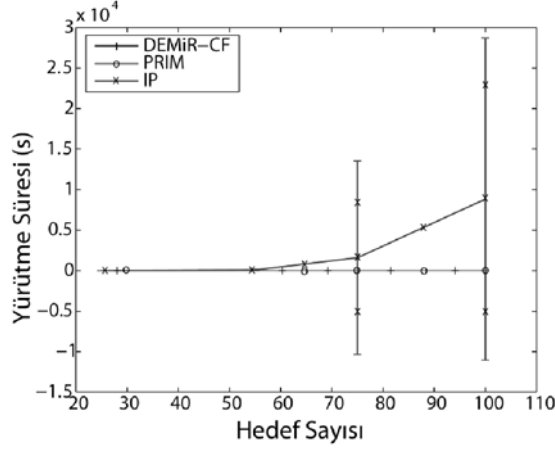
İlk küme deneylerinde algoritmalar, rasgele üretilen farklı sayıda robot ve hedef kümeleri üzerinde çalıştırılarak başarımları analiz edilmiştir. Deneyler 100x100 boyutlu ızgara yapısında bir ortam üzerinde, robotların sayısı 1-50 arasında, hedeflerin sayısı da 10-50 arasında değiştirilerek gerçekleştirilmiştir. 100 farklı çalıştırmanın her birinde robotlar rastgele belirlenmiş farklı konumlarda olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. UEM başarımları analizi TSPLIB’den alınan, bilinen TSP veri kümeleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ve eniyi değerden sapmalar Tablo 1’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en iyiden sapma 101 hedef içeren geniş ölçekli bir problem için en fazla %15.24 oranında olmuştur.

Tablo 1. TSP Veri setleri için UEM Başarımları Analizi

TSP Veri Seti	UEM	En iyi Sonuç	Sapma (%)
ATT48	33537.83	31470.4	6.5
EIL51	444.01	413.51	7.37
BERLIN52	8104.99	7305.38	10.94
EIL101	725.31	629.38	15.24

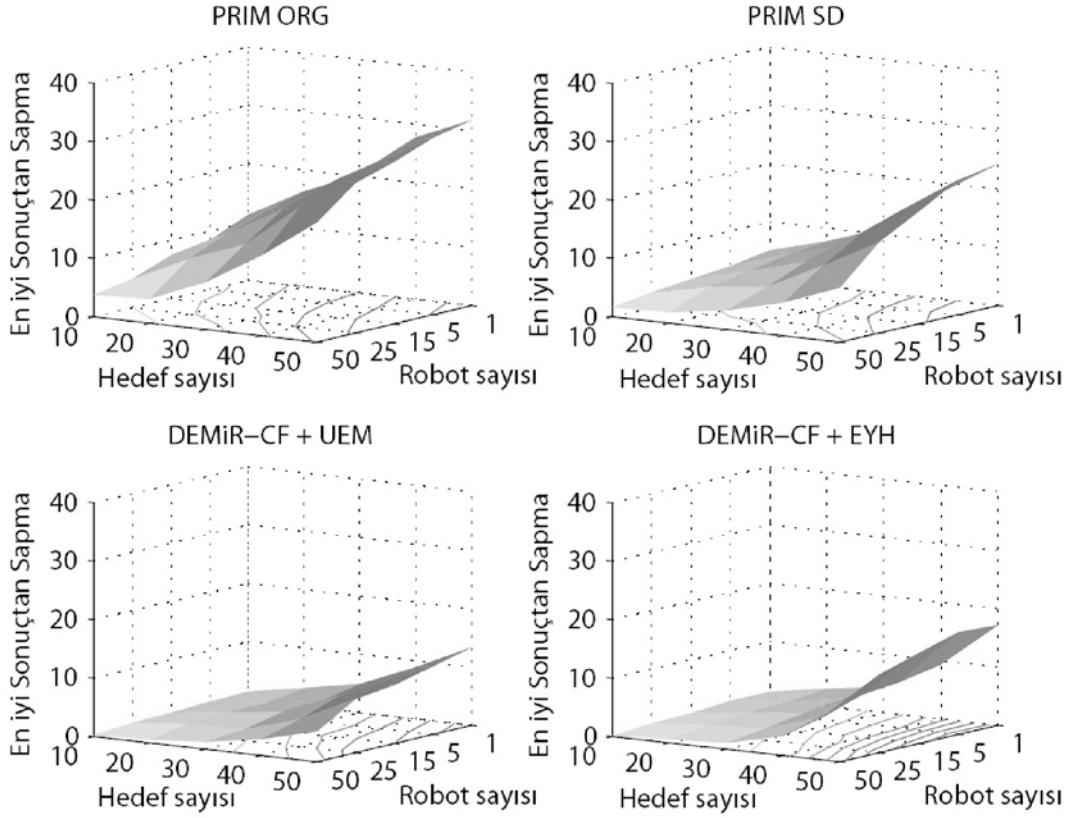
Algoritmaların yürütme zamanlarına ilişkin karşılaştırmalar Şekil 4’de görülebilir. Şekilde yer alan grafikte, tek bir robot için atama yapmak üzere seçilen yöntemlerin çözüm süreleri karşılaştırılmaktadır. Her zaman en iyi sonucu üretebilen IP yönteminin yüksek orandaki standart sapması, bu yöntemin çözüm süresinin veri kümesinin yapısına bağlılığını göstermektedir. Hatta bazı veri kümeleri için çözüm süresi, tek

bir makine üzerinde günleri aşmaktadır. Bu sonuç, bu yöntemin pratik olarak uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır. Sezgisel yöntemlerle yapılan atamalar, şekilde de görüldüğü gibi oldukça kısa sürede gerçekleşmektedir.



Şekil 4. Yürütme zamanı karşılaştırması

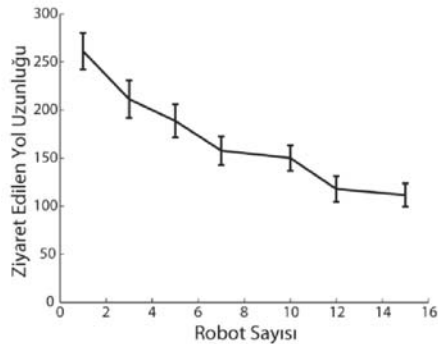
Tüm başarımların analizi sonuçları Şekil 5’de verilmektedir. PRIM Allocation yöntemi ile karşılaştırmalar yapılırken, ilgili makalede değinilmeyen ama çözüm kalitesini artırıcı etkisi olabileceği düşünülen bir iyileştirme aşağıdaki şekilde belirlenmiş ve bu iyileştirme de eklenerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu iyileştirme eklemeleri, problemin açık çevrim için tanımlı olmasından uygun görülmüştür. İyileştirme, ağaç taraması esnasında ilk olarak en kısa ağacın seçilmesi ile gerçekleşmiştir. Deneylerde PRIM-ORG sonuçları Prim Allocation algoritmasının iyileştirme olmadan orijinal versiyonun gerçekleşmesi ile oluşan sonuçlarını, PRIM-SD sonuçları ise bahsedilen iyileştirmenin gerçekleşmesi ile oluşan sonuçları göstermektedir. Çalışmanın ürünü olan DEMiR-CF yöntemi UEM ve EYH maliyet hesapları ile gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar ayrı grafiklerde sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde, artan robot sayısına karşılık çözüm kalitesinin de görev atamasına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. DEMiR-CF yönteminin, her iki maliyet fonksiyonu ile, en iyi sonuçlara yakın sonuçlar ürettiği gözlenmiştir. Hedef/robot yoğunluğundaki azalma, yöntemlerin en iyi sonuca yaklaşmasında etkili olmaktadır. Fakat, şekilden de görülebileceği gibi, Prim Allocation yöntemi sonuçları bu durumda bile en iyi sonuçtan sapma göstermektedir. Bu sonuca, hedef atamasının robotların son konumları göz önüne alınmadan gerçekleşmesi yol açmaktadır. Önerilen DEMiR-CF yönteminde görev listelerinin (T_{R_j}) dinamik olarak oluşturulması ile bu durum engellenmektedir.



Şekil 5. Yöntemlerin başarımlarını analiz

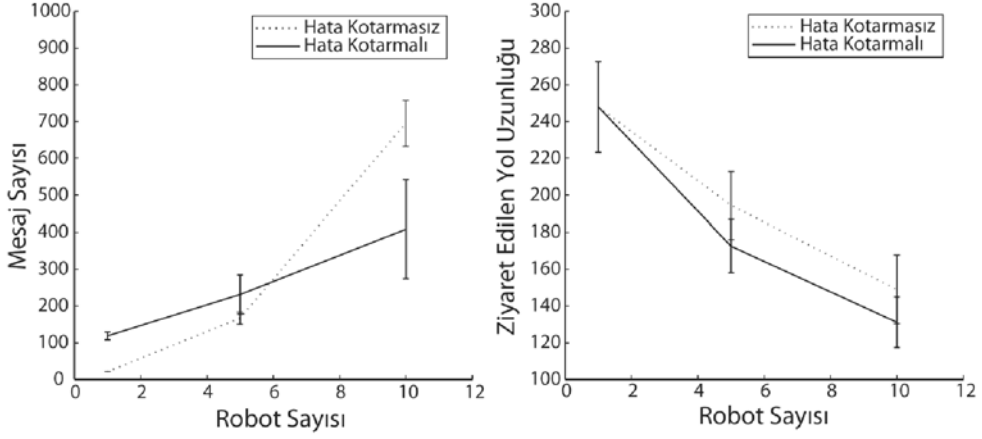
Benzetim ortamı (Webots) deneylerinde 25m²'lik 3B alan içinde robotların 70mm çapında ve nesnelerin hedef olarak modellendiği ortamlar oluşturulmuştur. Ortamlar, hedeflerin ve robot konumlarının rasgele belirlendiği VRML (Virtual Reality Modeling Language) dosyaları yaratılarak oluşturulmaktadır. Robot kinematik hesapları kodlayıcılardan gelen bilgilerle konum belirleme hesabı yapılarak gerçekleştirilmektedir. Robotlar, üst seviyede görev atamasının yanında, hem otonom olarak ortam haritasını oluşturmakta, hem de ortamda kendi konumlarını belirlemektedirler. Benzetim ortamında kayma ve kodlayıcı hataları modellenmiştir. Beklendiği gibi, diferansiyel sürümlü robotlarda kayma nedeniyle konum belirleme hataları oluşmaktadır. Bu durum da gerçek dünya probleminin bir parçasıdır.

İlk deneylerde 10 hedef için farklı robot sayılarına karşılık ölçeklenebilirlik testi yapılmıştır. Şekil 6'da görüldüğü gibi çoklu-robot sisteminden beklenen iyileştirme sağlanarak robotların toplam yolları kısalmıştır.



Şekil 6. Farklı robot sayıları için ölçekleme başarımlarını analiz

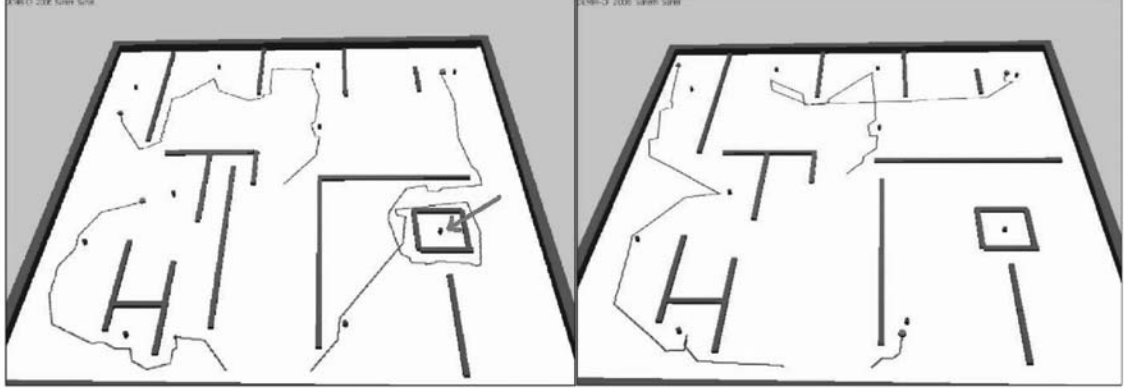
Şekil 7’de verilen grafiklerde “Hata kotarmasız” etiketli sonuçlar hata kotarma mekanizması etkin olmadığı durum için oluşturulmuştur. “Hata kotarmalı” etiketli sonuçlar hata kotarma mekanizması eklenmesi durumunda oluşan sonuçları gösterir. Hata kotarma mekanizmasının sisteme ek mesaj yükü getireceği düşünülebilirse de, deneysel sonuçlarda sistemde toplam yollanan mesaj sayısı analiz edilecek olursa, bu yöntemin ek mesajlaşma trafiğini azalttığı görülmektedir. Ayrıca, ikinci şekilde de görüldüğü gibi, hata kotarma mekanizması gereksiz ziyaret yollarının azalmasında da etkili olmuştur. Sonuçlar, hata kotarma mekanizmasının sistemin hataya karşı dayanıklılığını arttırmaya ek olarak, yolun kısaltılmasında ve mesaj trafiğinin azaltılmasına da katkıda bulunduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Hata Kotarma mekanizmasının ek katkıları

Ortam haritası bilgisine göre atamaların farklılaşmasına ilişkin bir senaryo Şekil 8’de görülmektedir. Bu senaryoda bulunan 3 robot, yerleri bilinen dokuz hedefi ziyaret etmekle görevlidirler. Şekil 8 (a)’da ortam haritası bilinmediğinden robotların yürütülemez olan görevleri (kırmızı ok ile işaretlenmiştir) ancak ortam haritası oluşturulduktan sonra belirlenmesi söz konusu olmuştur. Harita bilindiğinde, bu basit örnek için bile atamalar çok farklı olmaktadır (Şekil 8 (b)). Şekil 9’da ise Şekil 8 (a) senaryosu için oluşturulan konum tahmin haritası ve gerçek zamanlı oluşturulan ortam haritası görülmektedir.

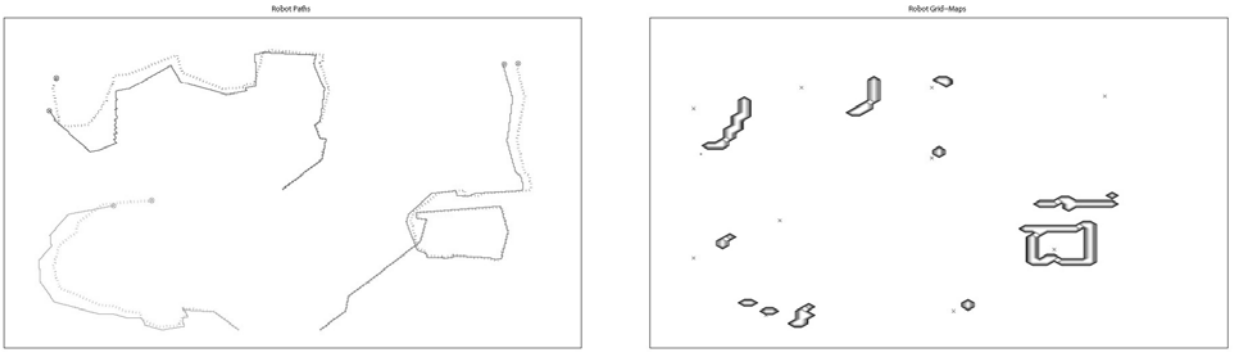
Gerçek ortam deneylerinde kullanılan KheperaII robotları 25MHz MC68331 mikro-kontrolörü, 512K Flash, 512K RAM ve 8 kızıl ötesi sensör ile donatılmışlardır. Robotlar arası iletişim, radyo hatları üzerinden kablosuz olarak gerçekleşmektedir. Robotlar, DEMiR-CF mimarisi ile donatılmışlardır. Görev atama modülleri, deney için gerçekleştirilen Algı modülü, Motor Arayüzü, Hareket Modeli Modülü ve Haritalama modüllerine çok iplikli (thread) bir yapı ile entegre edilmiştir.



(a)

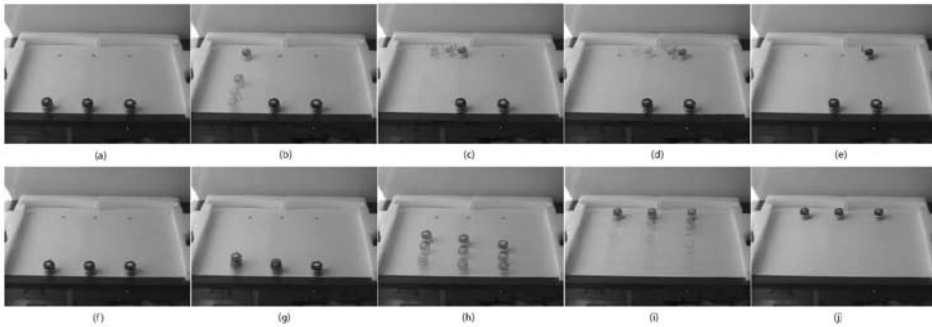
(b)

Şekil 8. Ortam haritasının bilinip bilinmemesi durumları ve ilgili atamalar

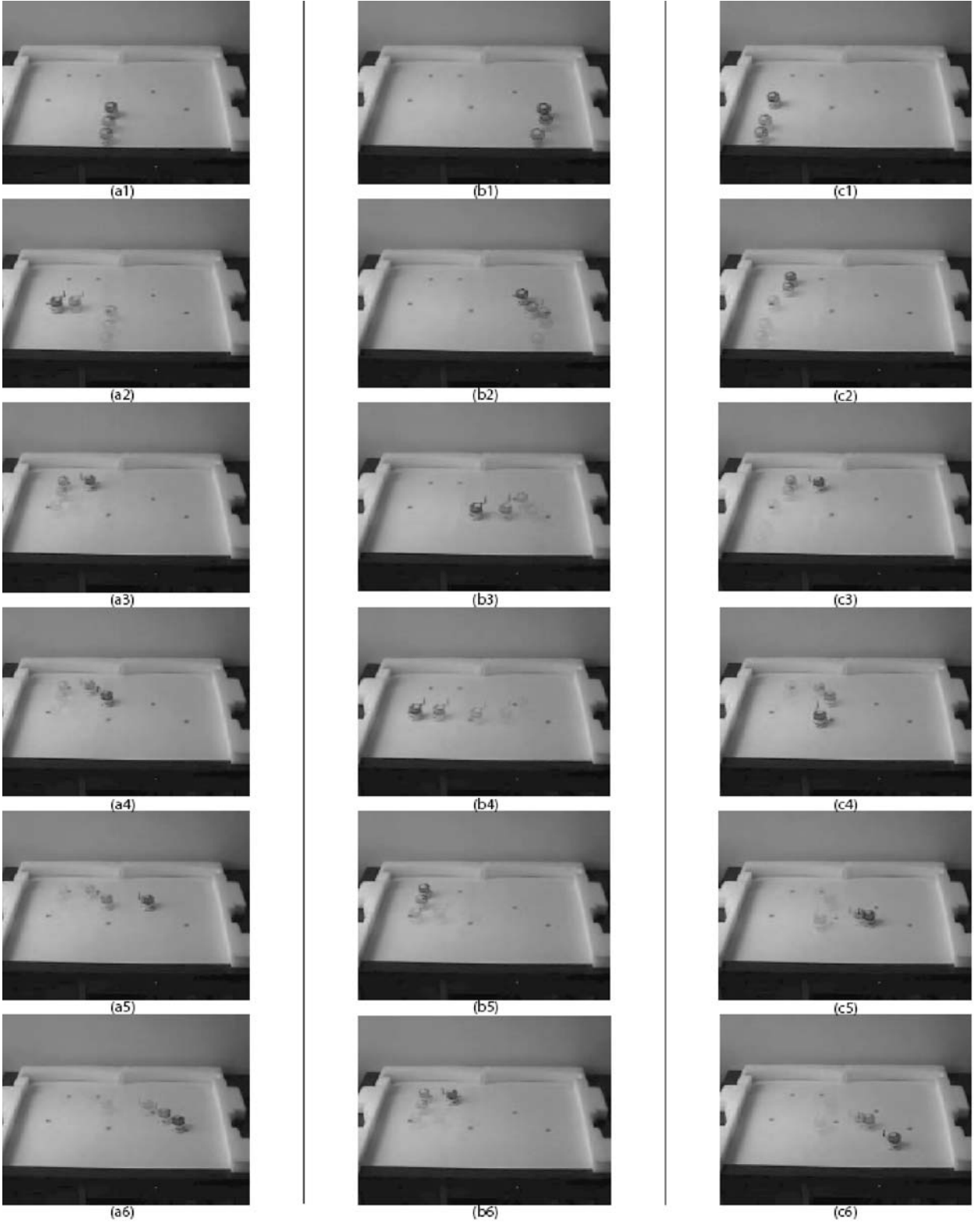


Şekil 9. (solda) Robotların kaymalardan kaynaklanan konum tahminlerinde oluşan hatalar (sağda) İzledikleri yola göre robotlar tarafından gerçek zamanlı oluşturulmuş harita

Hedefler ziyaret edilirken farklı en iyileme amaçları (örneğin, toplam yolu kısaltma veya ziyaret esnasında zamanı kısaltma) seçilebilir. Gerçek robotlarla gerçekleştirilen bir deneyde önerilen iki tür strateji ile, yolu kısaltma ve zamanı kısaltma amacıyla elde edilen sonuçlar Şekil 10'da görülmektedir. Arama-kurtarma çalışmaları, zamana karşı yarışılan ortamlar olduğundan ve başarım, enkaz altındaki canlıların mümkün olan en kısa zamanda bulunması ve kurtarılmasına bağlı olduğundan, bu uygulama alanı için zamanı kısaltma amacı seçilmiştir.

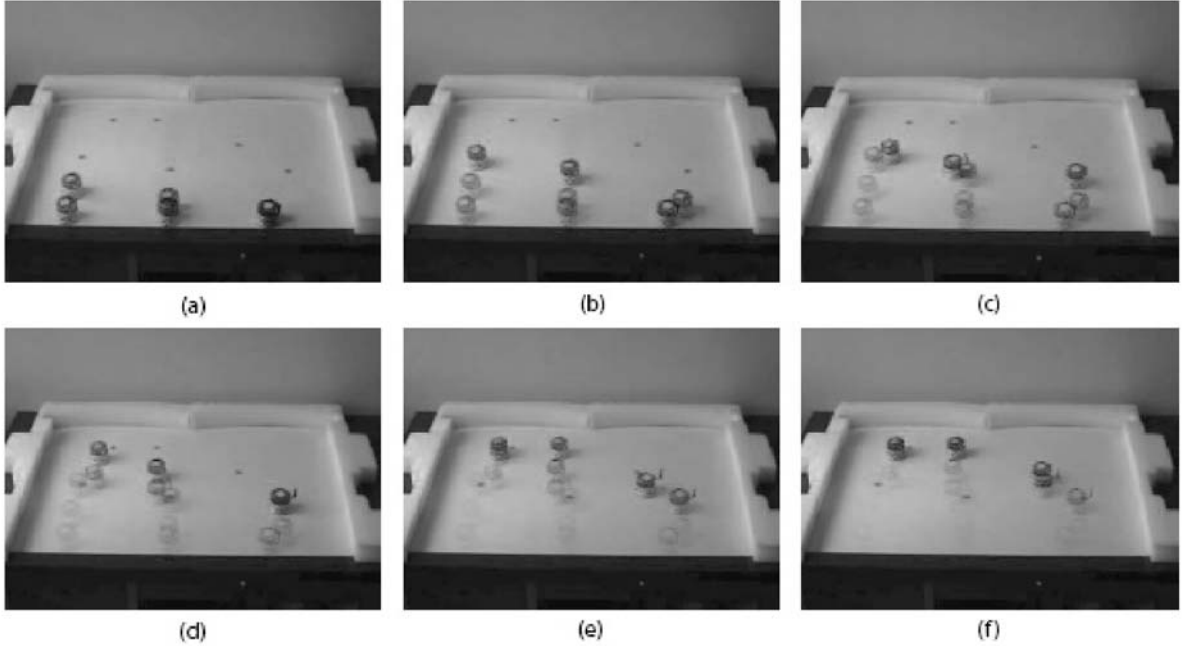


Şekil 10. (üst) Robotlar hedefleri ziyaret ederken tüm yolu kısaltmaya çalışırlar (alt) Robotlar, hedefleri ziyaret ederken zamanı kısaltmaya çalışırlar



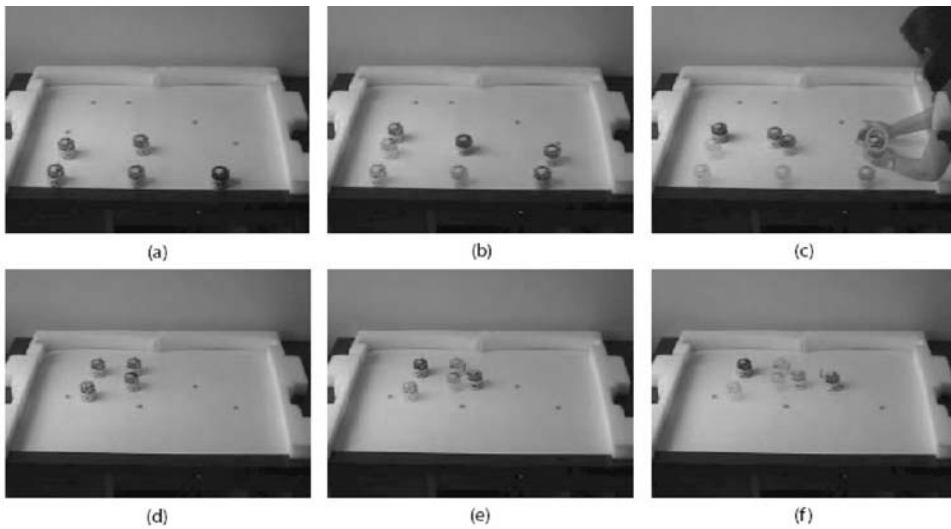
Şekil 11. Tek bir robotun tüm hedefleri ziyaret ederek bütün işi tek başına yürütmesi

Ziyaret edilmesi gereken altı hedefin tek bir robot ile ziyaret edilmesi söz konusu olduğunda, robotların farklı noktalardan işe başlaması durumunda önerilen mimari ile oluşturulan yollar Şekil 11’de görülmektedir. Her bir sütun, ilgili robotun yolunu adım adım göstermektedir. Aynı işi üç robot DEMİR-CF mimarisi ile donatıldığında çok daha kısa sürede tamamlamaktadır (Şekil 12).

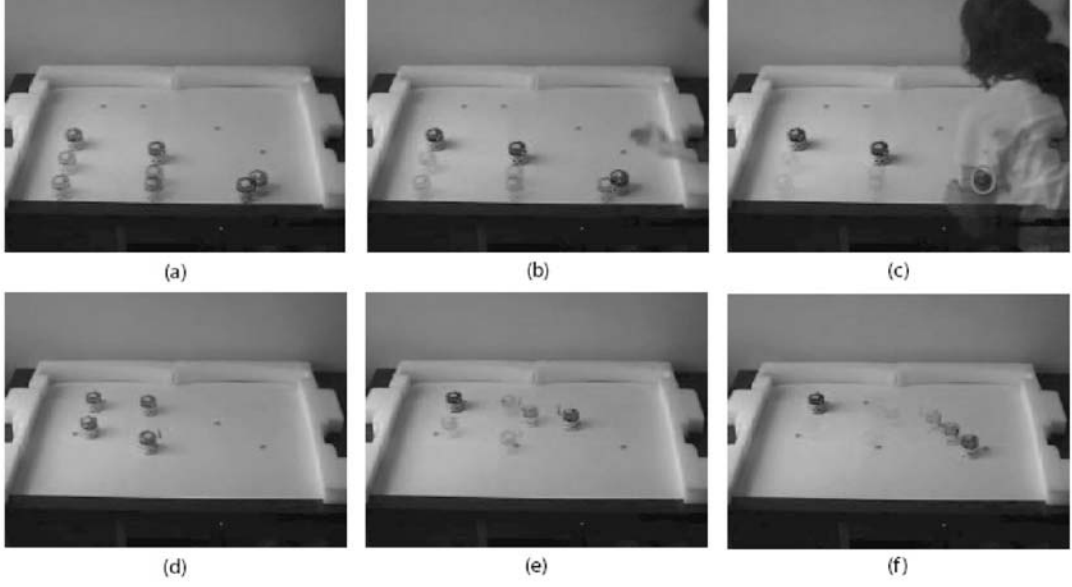


Şekil 12. Altı hedefin DEMİR-CF mimarisi ile donatılmış bir çoklu robot sistemi ile yürütülmesi

Aynı deneyde bir robotun diğerlerinden yalıtılması ile modellenmiş bir robot bozulması yürütme aşamasında gerçekleşmiş ve yeni senaryo test edilmiştir. Bu senaryoda bozulan üçüncü robotun Şekil 12’deki senaryoda yürüttüğü görev, kendisi bozulduğundan ikinci robot tarafından ele alınıp tüm iş başarıyla tamamlanmıştır. Bu senaryoda üçüncü robot bozulmadan önce ilk hedefini ziyaret edebilmiştir.

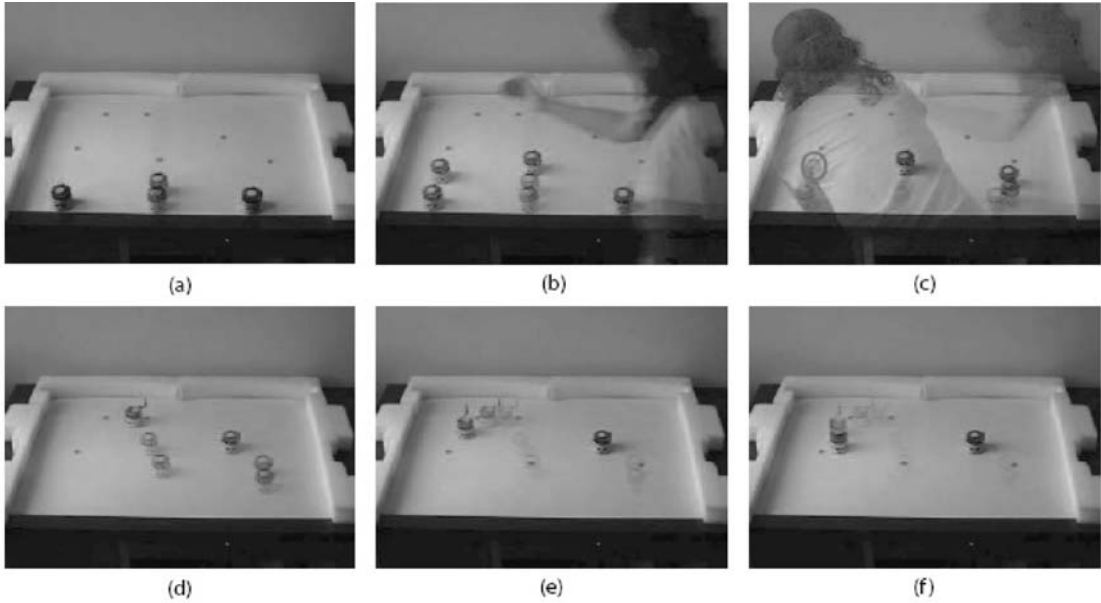


Şekil 13. Üçüncü robotun diğerlerinden yalıtılarak oluşturulan robot bozulmasına karşı sistemin tepkisi

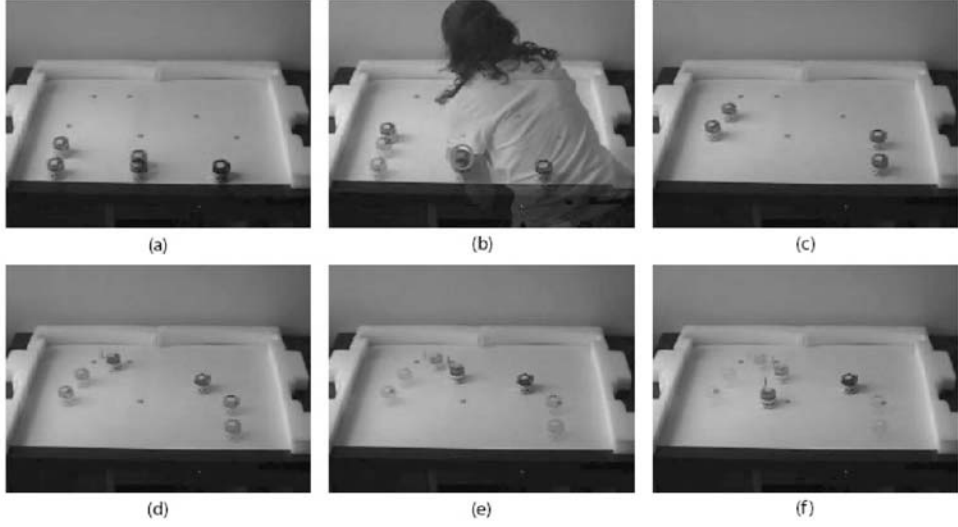


Şekil 14. Üçüncü robotun görevini yürütmekteyken bozulması durumunda robotların işi başarıyla tamamlaması

Üçüncü senaryoda üçüncü robot kendisine atanan görevini yürütmekte iken sistemden yalıtılmıştır (Şekil 14). Bu durumda hem bir önceki senaryodaki gibi üçüncü robotun ileride yürüteceği görevler diğer robotlar tarafından yürütülür hem de üçüncü robotun tamamlayamadığı görev ikinci robot tarafından ele alınıp tüm görev başarıyla tamamlanır. Birinci ve ikinci robotların bozulması sonucu diğer robotların işi tamamlamak üzere çizdikleri yollar sırasıyla Şekil 15 ve Şekil 16'da görülmektedir.

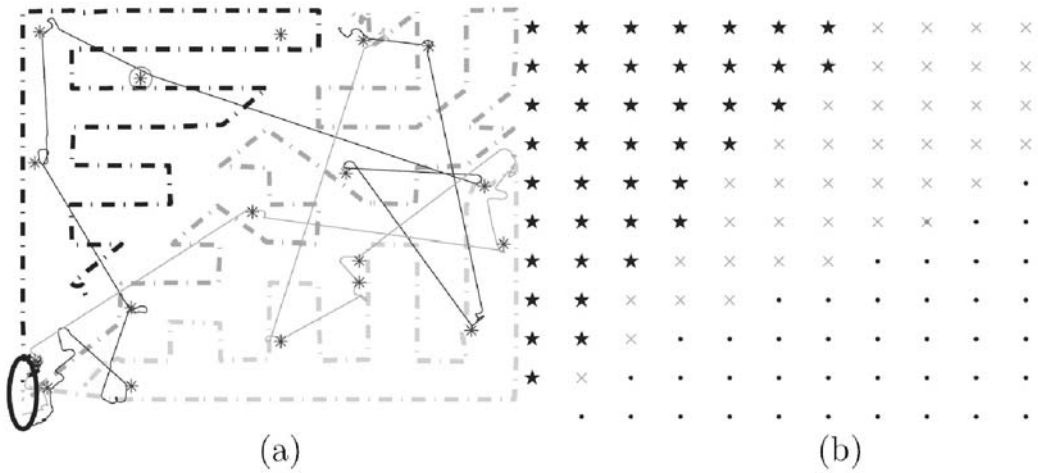


Şekil 15. Birinci robotun bozulması ve tüm işin diğer robotlar tarafından tamamlanması



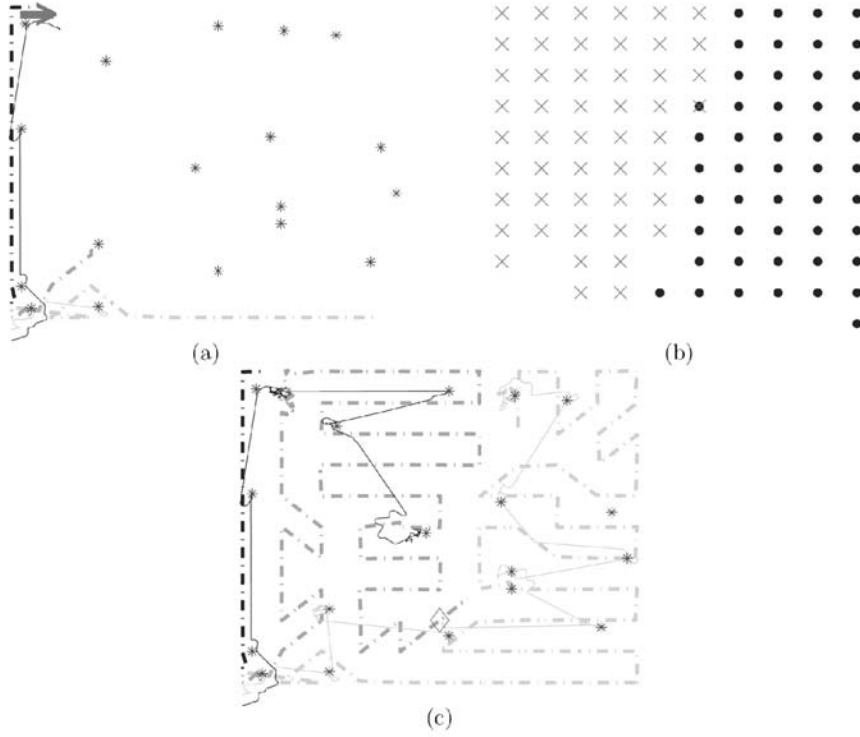
Şekil 16. İkinci robotun bozulması ve tüm işin diğer robotlar tarafından tamamlanması

Şimdiye dek enkaz altındaki tahmini canlı konumlarının önerilen mimari kullanılarak etkin şekilde ziyaret edilmesi ve ilk yardımın götürülmesi için önerilen çözümler sunulmuştur. Tahmini canlı konumlarının belirlenmesi için ortamın standart yöntemlerle taranması ve taramayla eş zamanlı olarak canlı konumlarının belirlenip ilk-yardım robotlarının ilgili konumlara yönlendirilmesi mümkündür. Buna ilişkin bir benzetim senaryosu Şekil 17’de verilmektedir. Şekildeki kesikli çizgiler tarama robotlarının yollarını, düz çizgiler ilk yardım robotlarının yollarını belirtmektedir. Bu senaryoda robotlar anlık belirlenen tahmini canlı konumları için DEMiR-CF mimarisi ile acil çözüm oluşturmakta ve robot yolları bu şekilde belirlenmektedir. Ortamdaki canlı sayısı önceden bilinmemekte ve yeni keşfedilen canlı konumları (şekilde mavi yıldızlarla gösterilmiştir.) tarama yapan robotlar tarafından diğer robotlara bildirilmektedir. Şekil 17(b)’de tarama robotlarının DEMiR-CF mimarisini kullanarak yine yürütme zamanlı belirledikleri tarama alanları gösterilmektedir. Bu tarama alanları da zaman içinde değişen şekilde hatalara da dayanıklılığı artıracak şekilde etkin bilgi-işlemsel hesaplamalar ile dinamik olarak robotlara atanır.



Şekil 17. Tarama ve eş anlı ilk yardımın yürütüldüğü bir benzetim senaryosu

Benzetim ortamındaki bir başka senaryoda (Şekil 18) tarama robotlarından birinin bozulduğu (kırmızı okla belirtilmiştir.) ve buna karşılık diğer robotların tarama alanlarını buna bağlı olarak tüm işi tamamlayacak şekilde değiştirdikleri görülmektedir.



Şekil 18. Tarama robotlarından birinin arızalanması sonucunda diğer robotların tarama işlemini tamamlayacak şekilde tarama alanlarını dinamik bir şekilde güncellemesi

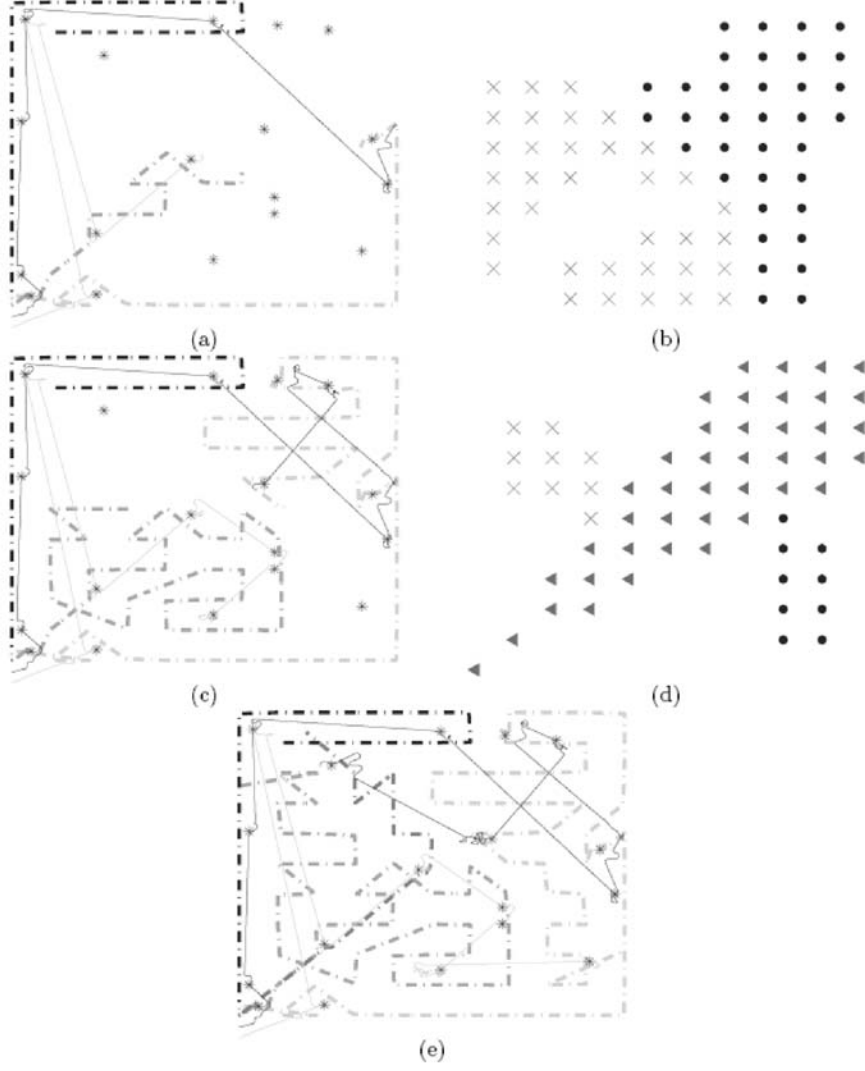
Bir başka senaryoda hem robot bozulması hem de ortama yeni robot eklendiğinde bu durumun başarımı artıracak şekilde kullanılması durumları test edilmiştir. Senaryoda ilk tarama robotu bir süre sonra bozulur. Diğer robotlar tarama alanlarını tüm işi tamamlayacak şekilde yeniden oluşturur. Tarama ve canlı konumlarına ilk yardım götürülmesi işlemleri sürerken sisteme yeni bir tarama robotu eklenir. Bu durum da iyi bir mimari tarafından kullanılmalıdır. Nitekim, DEMiR-CF mimarisi ile sisteme yeni eklenen bir robot birbirleri ile iletişim alanı içine girdiklerinde diğer robotların işlerini hafifletecek şekilde sistem başarımını artırır.

Böylelikle mimarinin hem benzetim ortamlarında hem de gerçek robotlar üzerinde arama-kurtarma çalışmaları için etkinliği, yürütme zamanında oluşabilecek bir çok olağanüstü durum için tepkisi sınanmış ve etkin çözümler ürettiği görülmüştür.

Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi

Proje kapsamında önerilen çoklu-robot koordinasyon mimarisi tasarımı gerçekleştirilmiş ve benzetim ortamlarında ve gerçek robotlar üzerinde başarımı sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tasarım hedefleri tümüyle gerçekleştirilmiş ve etkin sonuçlar alınmıştır. Özellikle mimarinin etkin sonuçlara ulaşmak üzere gerekli olan bilgi-işlemsel hesaplamalardaki yükünün az olması, mimariyi çok küçük robotlar üzerinde bile (Khepera II) gerçekleyebilmeyi mümkün kılmaktadır. Bu da sistemin uygulanabilirliğini açıkça göstermektedir. Önerilen mimari, literatürde sadece araştırma makalelerinde kalan sistemlerden farklı olarak, gerçek dünya problemlerini çözmek üzere birebir kullanılabilir. Özellikle arama-kurtarma çalışmalarına

yönelik olmak üzere insanlık yararına hizmet sunacak bir çok uygulamada kolaylıkla uygulanabilir ve kullanılabilir bir sistem oluşturulmuştur. Bunun yanında, yürütülen deneyler gerçekçi benzetim ortamları ve robotlar için dış dünya ortamında yürütüldüğünden sistem başarımının gerçek enkaz ortamlarında da deney sonuçlarındaki gibi yüksek olması beklenmektedir.



Şekil 19. Tarama robotlarından birinin arızalanması ve bir süre sonra sisteme yeni bir tarama robotu eklenmesi durumu

Projenin şimdiye dek gerçekleştirilen kısmında Khepera II robotları kullanılmıştır. Mimarinin gerçek arazide kullanımı daha uygun olan robotlar üzerinde gerçekleştirilmesi üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Özellikle enkaz arazisinin içine girip ilk yardım malzemeleri götürecek robot tasarımları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

Hedeflenen Katkıları ve Etkileri

Bu projede amaç, doğal afetler ya da insan kaynaklı hata veya kötüye kullanma sonucu oluşan enkaz ortamlarında mahsur kalan canlıların, konumlarının bulunarak kurtarılması için herhangi bir merkezi karar

birimine bağımlı olmayan, otonom bir çoklu robot sistemi için hataya dayanıklı ve bütünleşik bir görev atama ve yürütme mimarisi ortaya koymaktır. Bu sayede kötü sonuçlarını engelleyemediğimiz deprem ve taş ocağı patlaması gibi beklenmedik olaylarda canlı kaybının olabildiğince en az seviyede olmasının sağlanması ve arama-kurtarma çalışmaları robotlar ile yürütüldüğünden, ilgili personelin sağlığı veya hayatının tehdit altına alınmaması amaçlanmıştır. Robotların kullanımı ile yürütülen arama-kurtarma çalışmalarının kesintisiz bir şekilde sürdürülebilmesi hedeflenmiştir. İnsan ve arama köpekleri yardımıyla yürütülen arama çalışmalarının bilimsel olarak kamera, sıcaklık veya oksijen sensörü yardımıyla daha hassas şekilde gerçekleşmesi, enkaz ortamında kurtarma takımında yer alan insanların ulaşamayacağı bir çok yere ulaşabilecek nitelikte robotlar kullanımı ile de başarımın daha da artması beklenmektedir,

Çoklu Robot Koordinasyonu ile ilgili araştırmalar belirli uygulamalar için belirli görevleri üstlenmek üzere tasarlanan robotlar için yapılmış olup tüm açık konulara cevap veren genel bir koordinasyon mimarisi henüz önerilmemiştir. Bu çalışma ile hem bu konuda genel bir mimari önerisi yapılması hem de çeşitli uygulamalar için bu mimarinin etkinliğinin sınırlanarak gerçek yaşama uyarlanabilecek uygulamalar geliştirilmesi hedeflenmektedir. Önerilen mimari, kendi kendine otonom olarak koordineli çalışan robotlar için tasarlanacaktır. Bu mimarinin sağladığı alt yapı desteğinden yararlanan robotlar birbirleri arasında yürütme bağımlılığı olan görevleri etkin çözüm planları üreterek yerine getireceklerdir. Bu mimarinin aynı zamanda robotların gerçek zamanlı ve kesin olmayan, dinamik ortamlarda çalışması sonucu oluşan olası hatalara karşı dayanıklı bir yapı sunması hedeflenmektedir. Bu durumda mimari, yeterli kaynaklar olduğu sürece eldeki imkanlar ile çözüme ulaşmak üzere en uygun planları üretecek şekilde tasarlanacaktır. Ölçeklenebilir, hataya karşı dayanıklı ve en iyiye yakın çözümler üreten bir sistemin gerçekleşmesi çalışmanın ana amacıdır.

Bu konuda yapılan çalışmalar ile hem ülkemize yararlı bir hizmet sunacak bir sistem geliştirilmesi hem de uluslararası akademik düzeyde katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Her ne kadar canlıların yaşamını tehdit eden doğal veya insan kaynaklı enkaz ortamlarının oluşması hiçbir koşul altında istenen veya beklenen durumlar olmasa da mevcut bir robot sistemi ile canlı kaybını en aza indireyecek bir sistemin varlığının önemli katkılar sağlayacağı açıktır.



Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

Arama-kurtarma çalışmalarını bir çoklu-robot takımı ile otonom bir şekilde yürütmek üzere istenen özellikte sonuçlar üreten bir mimari tasarlanmıştır. Mimari, bütünleşik görev atama ve yürütme yetenekleri ile kaynakları etkin şekilde kullanarak istenilen görevi yerine getirir ve oluşabilecek hatalara karşı dayanıklı olarak görevin başarıyla gerçekleşmesini sağlar. Mimari, birbirleri ile sıkı bağı ve farklı türde robot yetenekleri ile ortak ve eşzamanlı yürütülmesi gereken görevler için de uygundur. Mimarinin tasarımında özellikle şu problemler ve çözümleri üzerine çalışılmıştır: görevlerin etkin ve gerçekçi şekilde temsili, görevlerin genel amacı gerçekleştirmek üzere etkin şekilde atanması, sistem bütünlüğünün ve tutarlılığının robotlar tarafından korunması, robotların yürütme zamanı oluşabilecek olağan dışı durumlar, hatalar ve bozulmaları tespit edip uygun hata kurtarma yöntemlerini gerçekleştirmesi, gerekiyorsa görevlerin etkin şekil-

de yeniden atanması ve gerekli durumlarda takım üyelerinin yeniden organize olmaları.

Proje kapsamında tasarlanan mimari, hem benzetim ortamlarında (Webots) hem de gerçek robotlar (Khepera II) üzerinde gerçekleştirilmiş ve başarımları analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, önerilen mimarinin etkin, gerçek zamanlı yürütmeye uygun ve hataya dayanıklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mimarinin literatürde bilinen yöntemler ile karşılaştırılması yapılarak yeni ürün olarak katkısı sınanmış ve onaylanmıştır.

Khepera II robotları üzerinde yürütülen deneylerin yakın gelecekte gerçek arazide kullanımı daha uygun olan robotlar üzerinde gerçekleştirilmesi için çalışmalar yürütülmektedir. Hedefleri gerçekleyen bu mimari tasarımın, robot bilimine hem teorik hem de pratik düzeyde katkılar sağlayacağı ve ileri çalışmalar için uluslararası geçerli ve yararlı bir kaynak oluşturacağı düşünülmektedir. Mimarinin ülke yararına katkıda bulunabilecek daha farklı endüstriyel ve askeri uygulamalar için de kullanılabilir tasarım sunması planlanmaktadır.

Referanslar

1. Berhault, M., Huang, H., Keskinocak, P., Elmaghraby, W., Griffin, P., ve Kleywegt, A., (2003). Robot exploration with combinatorial auctions, *Proceedings, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 1957-1962, Las Vegas, Nevada, USA.,
2. Brumitt, B.L. ve Stentz, A., (1998). Grammps: A generalized mission planner for multiple robots in unstructured environments, *Proceedings, IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 1564-1571, Leuven, Belgium.
3. Casper J. ve Murphy R.R., (2003). Human-Robot Interactions During the Robot-Assisted Urban Search and Rescue Response at the World Trade Center, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics- Part B*, Vol. 33, No.3.
4. Davids, A., (2002). Urban Search and Rescue robots: from tragedy to technology, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 17, No. 2, 81-83.
5. Dias, M.B. ve Stentz, A., (2002). Opportunistic optimization for market-based multirobot control, *Proceedings, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2714-2720, Switzerland.
6. Erkmen I. ve diğ., (2002). Snake Robots to the Rescue!, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, Vol. 9 No.3.
8. Lagoudakis, M. G., Keskinocak, P., Kleywegt, A., ve Koenig, S., (2004). Simple auctions with performance guarantees for multi-robot task allocation, *Proceedings, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 698-705, Sendai, Japan.
9. Kitano, ve diğ., (1999). RoboCup-Rescue: Search and Rescue in Large Scale Disasters as a Domain for Multi-Agent Research, *Proceedings, IEEE Conference on Man, Systems, and Cybernetics*.
10. Lagoudakis, M. G., Keskinocak, P., Kleywegt, A., ve Koenig, S., (2005). Auction-based multi-robot routing, *Proceedings, Robotics: Science and Systems (RSS)*, 343-350, Cambridge, Massachusetts, USA.
11. Lawler, E. L., Lenstra, J. K., Kan, R., ve Shmoys, D. B., (1985). *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
12. Michel, O., (1998). Webots: Symbiosis between virtual and real mobile robots. *Proceedings of the First International Conference on Virtual Worlds*, 254-263, Paris, France.
13. Murphy R.R., (2000). Marsupial and shape-shifting robots for urban search and rescue, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 15, No. 2, 14-19.
14. Reinelt, G., (1994). *The Traveling Salesman: Computational Solutions for TSP Applications*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
16. Sariel S., (2007). An Integrated Planning, Scheduling and Execution Framework for Multi-robot

Cooperation and Coordination, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007.

17. Sato M., ve diğ., (2002). Serpentine locomotion with robotic snakes, *IEEE Control Systems Magazine*, Vol. 22 No. 1, 64 –81.
18. Takahashi T. ve Tadokoro S, (2002). Working with robots in disasters, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, Vol. 9, No. 3, 34 –39.
19. Toth, P., ve Vigo, D., (2001). *The Vehicle Routing Problem*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA.
20. CPLEX: CPLEX -10.0 (ILOG) User Manual. <http://www.ilog.com/> (2007).
21. TSPLIB:<http://elib.zib.de/pub/Packages/mp-testdata/tsp/tsplib/tsp/index.html> (2007).
22. Webots: Webots User Guide 5.1.11. <http://www.cyberbotics.com/cdrom/common/doc/webots/guide/guide.pdf> (2006).

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

**SAVUNMA SANAYİ, TERÖRLE MÜCADELE
UZAYSAL ARAŞTIRMALAR, DOĞAL AFETLER
VE MADENCİLİK ALANLARINDA
HİZMET SEKTÖRÜNE YÖNELİK**

“SLEGS”

Servet SOYGÜDER, Talip KORKUSUZ, Hasan ALLİ

İÇİNDEKİLER

1. Giriş ve Özet Tanıtım
2. Literatür Araştırması
3. Projenin Amacı
4. Proje Kapsamı ve Bulgular
5. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi
6. Hedeflenen Katkılar ve Etkileri
7. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler
8. Proje Kapsamında Gerçekleştirilmiş Önçalışmalar

1. Giriş ve Özet Tanıtım

Neden çok bacaklı robotlar? Çünkü çok bacaklı robotlar doğadaki çok bacaklı örümceklerden esinlenerek dizayn edilmektedirler. Doğadaki çok bacaklı örümcekler her türlü engebeli arazi şartlarına uyum gösterebilecek ve dengeli yürüyebilecek bir mekanizmaya sahiptirler. Bu canlıların kum, çakıl, çukur, tepe, yukarı doğru tırmanma ve hatta merdiven basamaklarını inip-çıkma gibi birçok arazi koşullarında rahatlıkla dengeli bir şekilde yürüyüş işlevlerini yapabilmektedirler. Doğadaki canlıların bu muhteşem olağanüstü fiziksel olayları, insanların yaşam zorluklarını aşmada bir yol göstericisi olmuştur. Bu amaçla en başta insanlar bu çok bacaklı robotları uzaysal çalışmalarda, deprem gibi felaketler sonucunda canlıların yaşamsal bilgilerinin tespitinde, savunma sanayisinde, mayın ve bomba gibi patlayıcı maddelerin tespit ve imhasında, terörle mücadelede, madencilikte, tıpta ve daha birçok alanda **“iyi bir iş çıkarma ya da istenilen işleri daha kolay ve daha pratik bir şekilde yapabilme yetenekleri sayesinde”** çağdaş robot teknolojisinin temel aygıtları olarak kullanmaya başlamışlardır. Ama burada en önemli olan şey, bu gibi robotların bu belirtilen işlevleri yüksek performans ve başarı ile yerine getirmeleridir. Bu başarıda, robotun çok daha kolay bir şekilde kontrolünün yapılmasını sağlayacak mekanizma tasarımının gerçekleştirilmesine bağlıdır.

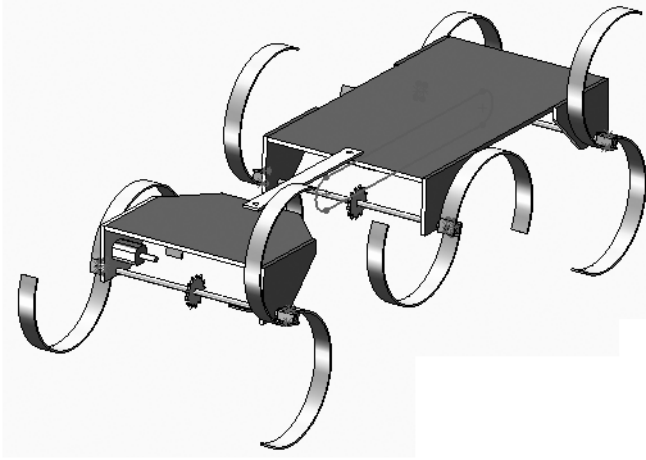
Bu amaçla bu çalışmada, endüstride ve birçok teknolojik faaliyetlerde kullanılmak amacı ile 6 adet ‘S’ şekilli bacadan oluşan **“SLEGS”** isimli bir örümcek robotun üç-boyutlu ortamda modeli, tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir (Şekil.1-2-3-4). Bacakların ‘S’ şeklinde tasarlanması ile robotun performansının, literatür araştırmasında adı geçen robotlara göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Robot bacaklarının her bir tam devri esnasında 180° lik faz gecikmesi ile her bir bacağın yer temas yüzeyinde iki defa doğrusal moment kolu oluşturmasına sebep olmaktadır. Bacaklarda; 180° lik fazlarda oluşan bu moment kolları, tekerlekli robotlarda istemediğimiz spin hareketini önleyerek yüksek bir performansta yürüme işlevini gerçekleştirmektedir. Böylelikle bacaklarda moment kolunun oluşturulması ile robota daha iyi bir tırmanma, tırnaklı-pençeli dört-bacaklı kediler gibi yer yüzeyini daha iyi kavrama, merdiven basamaklarını kolaylıkla çıkabilme ve her türlü engebeli arazi şartlarında dengeli-yürüyebilme kabiliyeti kazandırmıştır. Bu da mobil robotlarda aranan en önemli özelliklerdir. Aynı zamanda bu çalışma günümüz çok bacaklı robot teknolojisinde yapılan bir ilktir.



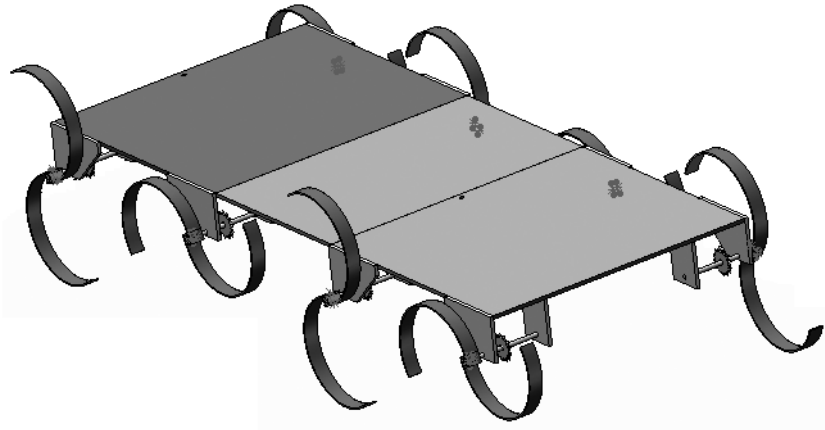
Şekil 1 "SLEGS"



Şekil 2 "SLEGS"



Şekil 3 "SLEGS" 6 bacaklı

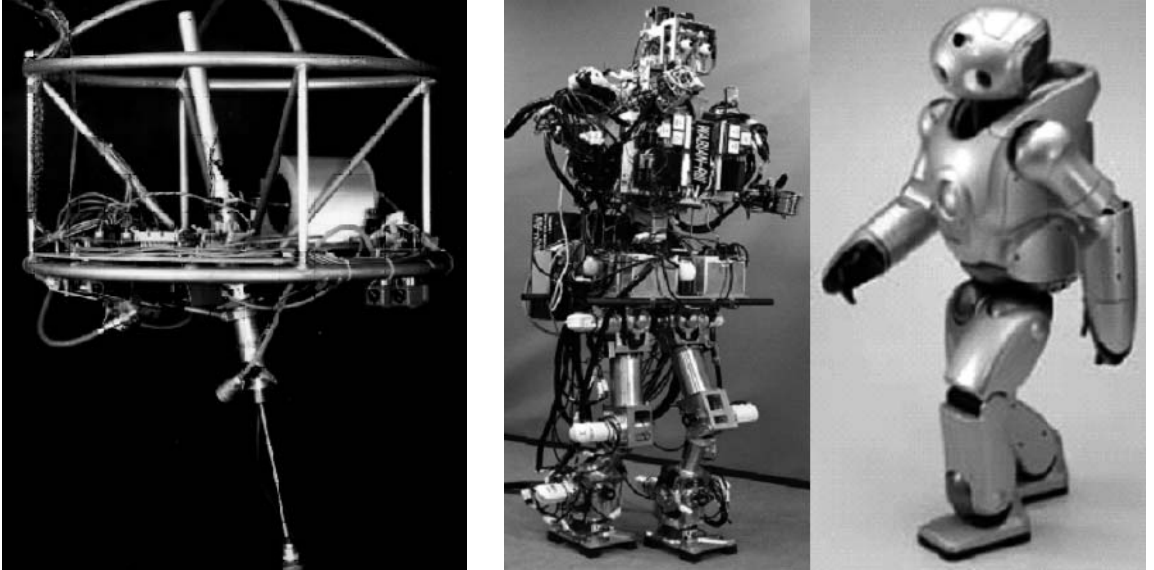


Şekil 4 "SLEGS" 8 bacaklı

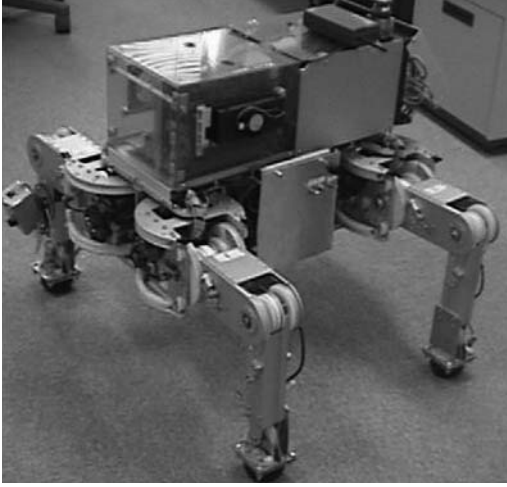
2. Literatür Araştırması

Önerilen proje kapsamında geniş çaplı bir literatür araştırması yapılarak gelişen robot teknolojisini bir adım daha ileri attırmak, yeni ve performansı yüksek mekanizmaların tasarım ve imalatını gerçekleştirmek ana hedef ve amacımız olmuştur. Çok bacaklı robotlar artık günümüz teknolojisinin en önemli uğraş alanlarından. Robotik alanda kendini kanıtlayan birkaç ülkeye ait kuruluşlar ve üniversiteler mevcuttur. Bu kuruluş ve üniversitelerin robotik alanda böyle başarılı çalışmaları ve buluşları onları tüm dünyada bir güç göstergesinin sembolleri haline getirmiştir. Örneğin 6 bacaklı RHEX isimli robot(Şekil 13); Michigan University-ABD, 6 bacaklı GENGHIS örümcek robot; MIT(Massachusetts Institute of Technology)-ABD, 6 bacaklı LAURAN-II örümcek robot; GERMANY, 8 bacaklı ROBUG örümcek robot(Şekil 12); JAPAN gibi ülkeler bu güç sembollerinin olduğu yerlerdir.

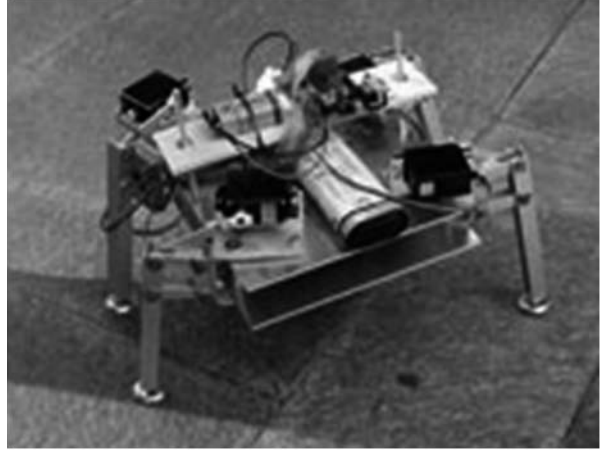
İlk olarak dünya çapında yapılan örümcek robot çalışmaları incelenecek ve daha sonra bizim gerçekleştirdiğimiz “SLEGS” örümcek robotun birçok yenilikçi buluş özellikleri belirtilecektir. En tanınmış tek-bacaklı robot Raibert hopper isimli robottur (Şekil 5). Tek bacaklı robotlar bacak sayısının minimize edilmiş halindedir. Bu robotlarda en önemli olay robotun dengesidir. Raibert hopper isimli robot’ da tahrik elemanı olarak hidrolik pompa kullanılmıştır. Tek bacak üstünde sıçrama ile hareket etmektedir. Bundan dolayı büyük bir güç gerekmektedir. Aynı zamanda iki bacaklı yaratık olan insansı robot çalışmalarına örnek olarak Wabian-RIII ve ASIMO adlı robotları örnek verebiliriz (Şekil 6). Wabian-RIII robotu 135 kg ağırlığında olup 1.88 m boyundadır. Bu insansı robotunun her ayağı 3 serbestlik dereceli bir mekanizma olup 3 adet motor ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca dört ayaklı robot olarak TIT(Tokyo Institute of Technology) gerçekleştirdiği Titan VIII ve Small Spider isimli robotları örnek olarak verebiliriz(Şekil 7-8). Titan VIII robotun her bir bacağı 2 eklemli olup 2 serbestlik dereceli bir mekanizmadır. Robotun her bir bacağı 1 adet motor ile tahrik edilerek toplam 4 motor kullanılmıştır. Altı ayaklı örümcek bir robotun dizayn ve kontrolünü gerçekleştirdiğimiz robot çalışmasına benzer çalışma olarak FZI(Forschungszentrum Informatik) grubunun gerçekleştirdiği Lauron II, MIT(Massachusetts Institute of Technology) üniversitesinin gerçekleştirdiği Genghis ve Beetle(karaböcek) Robot robotlarını (Şekil 9-10-11) örnek olarak verilebilir. Lauron II robotunun her bir bacağı 2 serbestlik dereceli bir mekanizmadan oluşmaktadır. Robot toplam olarak 12 adet tahrik elemanı ile denetlenmiştir. Genghis robotunun her bir bacağı 1 serbestlik dereceli bir mekanizma olup sistem toplam olarak 6 adet motor ile denetimi gerçekleştirilmiştir.



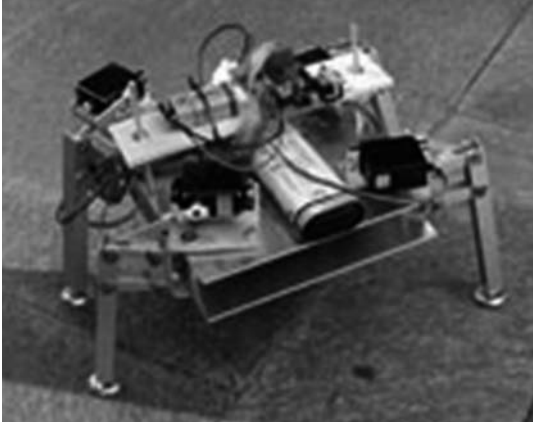
Şekil 5 Raibert Hopper Robotu



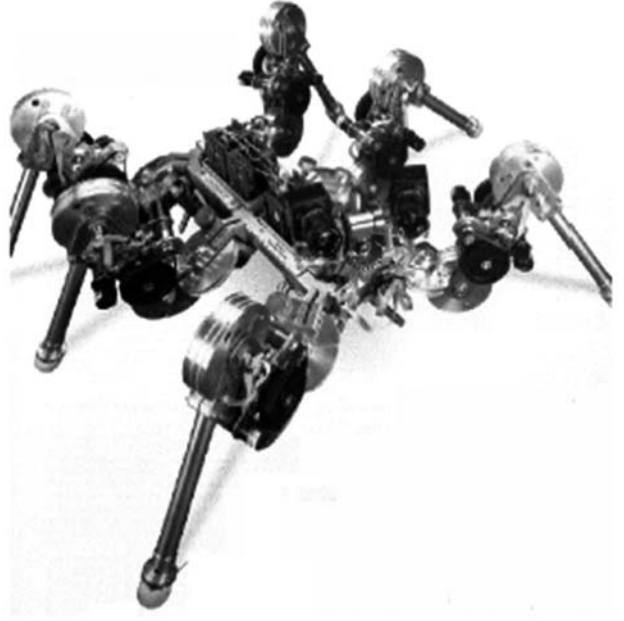
Şekil 6 Wabian-RIII ve ASIMO



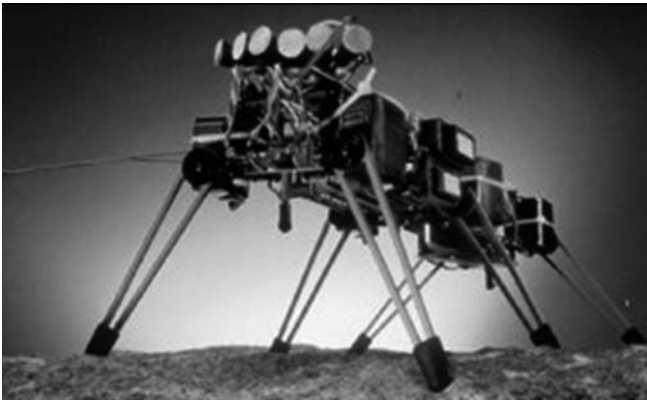
Şekil 7 Titan VIII Robotu(TIT)



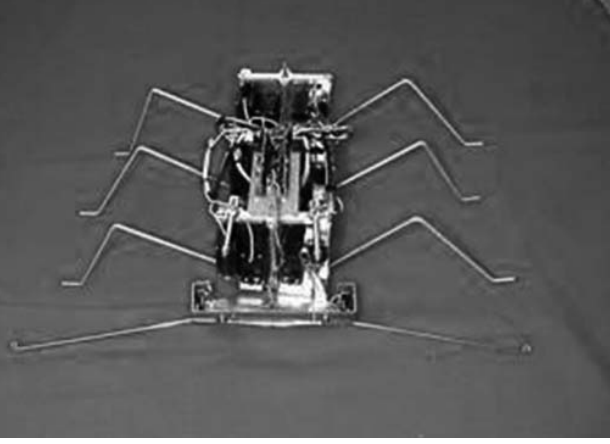
Şekil 8 Small Spider Robotu



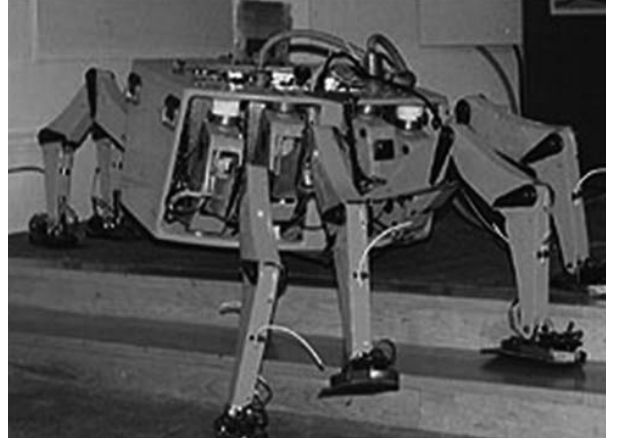
Şekil 9 LauronII Robot(FZI)



Şekil 10 Genghis Robot(MIT)



Şekil 11 Beetle Robot



Şekil 12 Robug



Şekil 13 Rhex

3. Projenin Amacı

Gerçekleştirilen projenin amacı literatür araştırmalar kısmında verilen, dünya çapında yapılan çok bacaklı robotik çalışmalarını daha esnek hale getirilerek hem performansını yükseltmek hem de yeni bir tasarım ve model gerçekleştirerek, çok zor işlevleri yerine kolaylıkla getirebilecek çok basit mekanizma tasarlayarak çok bacaklı bir robot dizayn etmektir. Bu şekilde robotun hem kontrolünü çok daha kolay hale getirmek hem de değerleri milyonlarca dolar olan bu robotların maliyetini indirerek insanlığa iyi bir hizmet sunmaktır. Bu çalışmada gerçekleştirilen “S” şeklindeki 6 ayaklı “SLEGS” isimindeki örümcek robotun diğer 6 ayaklı ya da çok bacaklı robotlardan en önemli farkı; ayak mekanizmasının tasarımı ve kullanılan tahrik elemanı sayısıdır. “SLEGS” robotunda çok basit bir mekanizma tasarımı gerçekleştirilmesine rağmen çok yüksek bir performans elde edilmiştir. Özellikle arazi ortamlarında, engebeli alanlarda, uzaysal ortamlarda(Ay-Mars) ve en önemli olanı da merdiven basamaklarını rahatlıkla inip-çıkma başarılı bir performans elde edilmiştir. Robotların merdiven inip-çıkabilme yetenekleri, büyük kentlerde terörle mücadele de büyük bir sorunun çözümü olacağından şüphemiz yoktur. “SLEGS” robot sadece 2 adet tahrik elemanı ile denetlenmiştir. Sonuç olarak gerçekleştirdiğimiz 6 ayaklı örümcek robotumuzu 2 adet tahrik elemanı kullanarak, 2 serbestlik dereceli bir mekanizma oluşturulmuştur.

4. Proje Kapsamı ve Bulgular

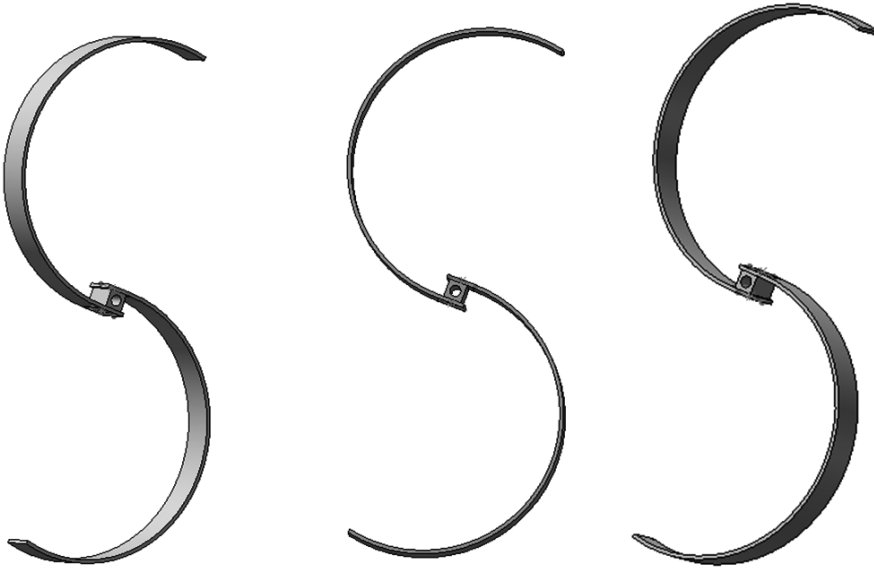
4.1. “SLEGS” Nedir?

“SLEGS” dünya çapında -MIT(Massachusetts Institute of Technology) ve NASA(National Aeronautics and Space Administration) vb- yerlerde yapılan çok ayaklı örümcek robot çalışmalarına rakip olabilecek ve çok daha fazla yenilikler eklenerek gerçekleştirilen çok ayaklı örümcek robota verilen isimdir. Bu robotun bacakları tamamen “S” harfine benzemektedir. “SLEGS” ismini baş harfi bunu simgelemektedir. İkinci hece olan “LEG” ya da “LEGS” kelimesi ise İngilizce’de bacak-bacaklar anlamına gelmektedir. Bu iki hecenin birleştirilmesi ile robotumuzun ismi olan “SLEGS” adını oluşturmaktadır. “SLEGS” örümcek robotta gerçekleştirilen yenilikçi buluşlar şunlardır;

- * Yeni bir ayak mekanizması
- * Tahrik eleman (motor) sayısı
- * Bacaklarda kas görevi yapan esnek malzemenin yerleştirilmesi
- * Bacakların adım atma karakterlerinin doğadakilere aynı olması

4.1.1 Mekanizmanın Tasarımı

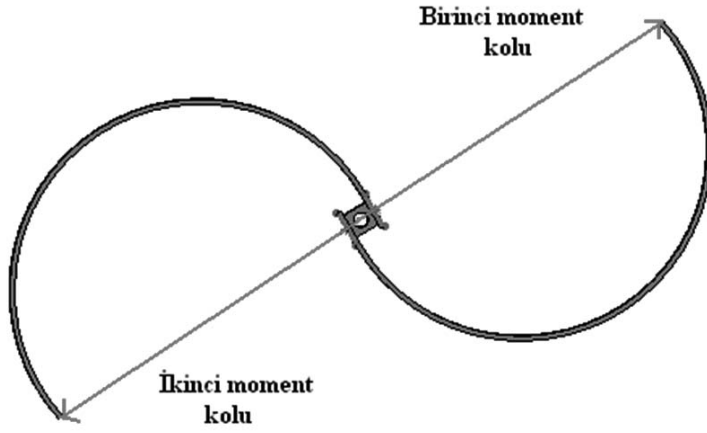
Mekanizmanın tasarımında en büyük hedefimiz çok ayaklı robot teknolojisinde, robotların yürüme kapasitelerindeki eksiklikleri giderebilmektir. Modern çağımızın gereksinimlerini karşılayabilecek bir dizayn ve tasarımının oluşturulmasıdır. Günümüz teknolojisinde çok ayaklı robotlardan istenilen en önemli özellik, robotun her türlü fiziksel ortamlarda kolay bir şekilde yürüyebilme ya da adım atabilmesidir. Kısacası biz robotların insanlar gibi engebeli arazilerde dengeli yürüyebilme, bir tepeye rahatlıkla çıkabilme ya da tırmanabilme ve en önemlisi merdiven basamaklarını çok kolay bir şekilde inip-çıkabilmesidir. Bu ihtiyaçlar göz önüne alınarak yeni bir ayak mekanizması gerçekleştirilmiştir. Bilindiği gibi paletli robotların merdiven basamaklarını tırmanması imkansız gibidir. Ya da tekerlekli bir robotun merdivenleri çıkması ya da tırmanması günümüz teknolojisinde hala görülememiştir. Biz bu sorunun ortadan kaldırmak için “S” bacaklı bir robotun tasarımı ve modellenmesi ile çözüm bulunmaya çalışılmıştır (Şekil.14-15-16-17).



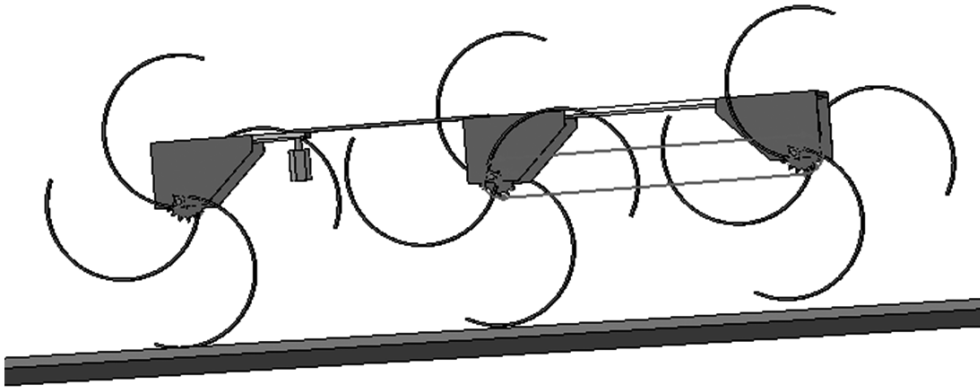
Şekil 14 “SLEGS” robotuna ait “S” bacak üçboyutlu katı model resmi



Şekil 15 “SLEGS” robotuna ait “S” bacak üçboyutlu katı model resmi

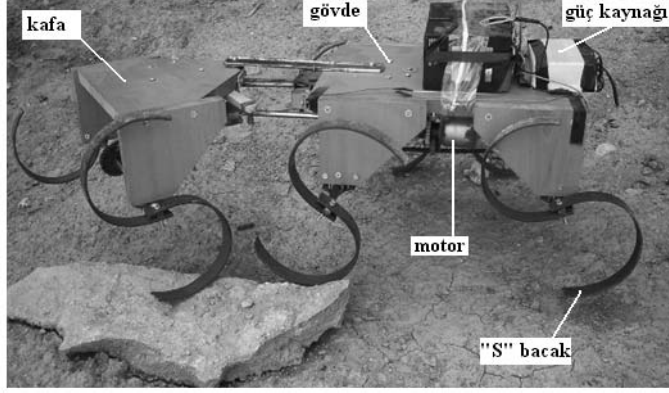


Şekil 16 “S” bacak da 180°lik faz farkı ile oluşan doğrusal moment kolları

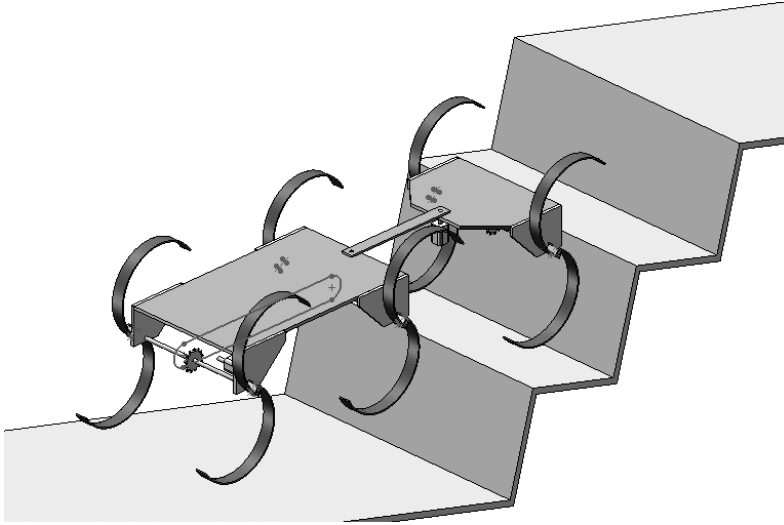


Şekil 17 “S” bacakların sol taraftan üç boyutlu katı model görünümü

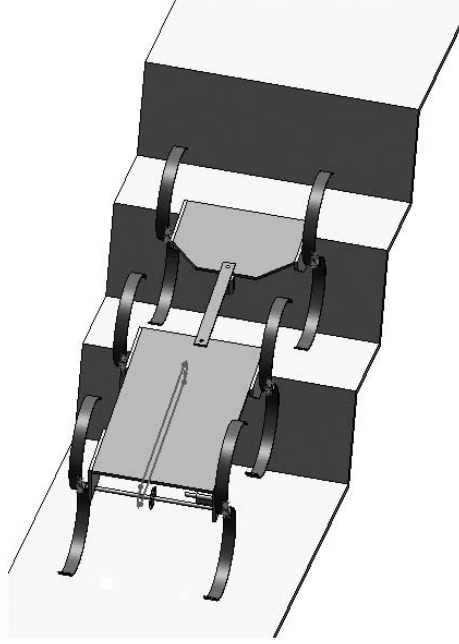
Robot bacaklarının her bir tam devri esnasında 180° lik faz gecikmesi ile her bir bacağın yer temas yüzeyinde iki defa doğrusal moment kolu oluşturmasına sebep olmaktadır. Böylelikle bacaklarda moment kolunun oluşturulması ile robota daha iyi bir tırmanma, tırnaklı-pençeli dört-bacaklı kediler gibi yer yüzeyini daha iyi kavrama, merdiven basamaklarını kolaylıkla çıkabilme ve her türlü engebeli arazi şartlarında dengeli-yürüyebilme kabiliyeti kazandırmıştır (Şekil.18-19-20).



Şekil 18 "SLEGS" robotuna sol taraftan resmi



Şekil 19 "SLEGS" merdiven çıkarken

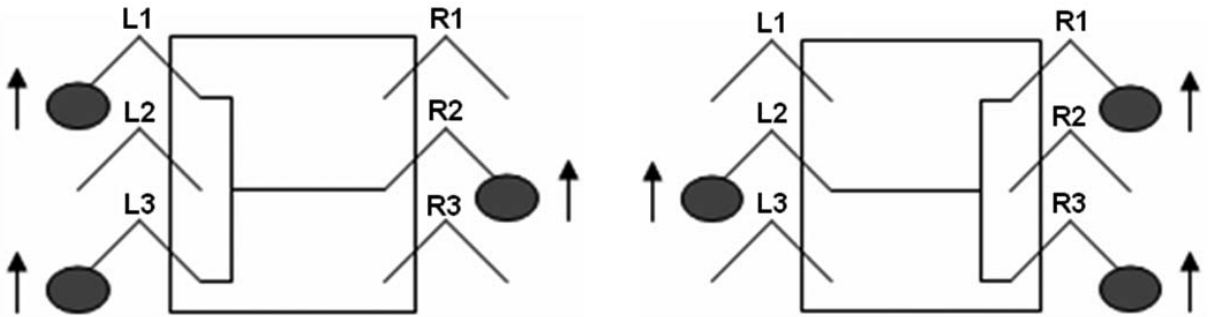


Şekil 20 “SLEGS” merdiven çıkarken

4.1.2 Robotun Yürüme Karakteri

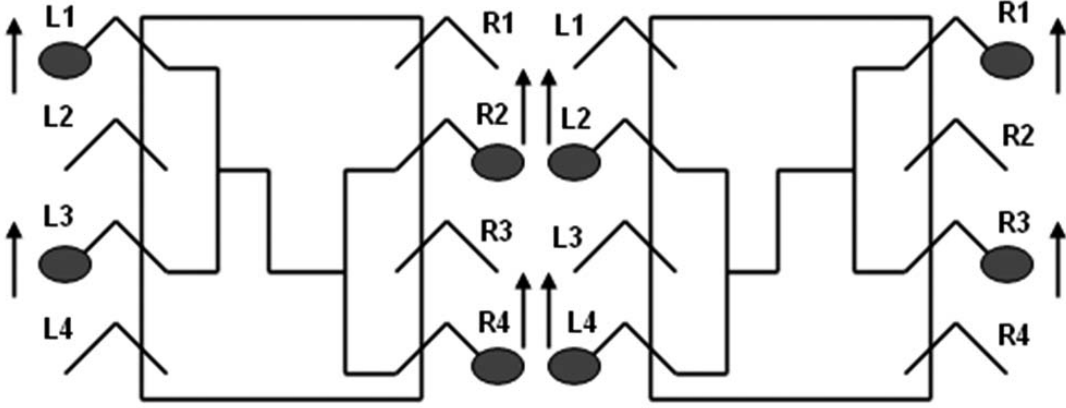
“SLEGS” robotunun yürüme karakteri doğadaki örümceklerin yürüme karakteri ile aynıdır. Doğadaki örümceklerin yürüme karakterleri bize, robotun tasarımında büyük kolaylık sağlamıştır. Çünkü canlıların doğada karşılaştıkları zorlukları aşabilme kabiliyetleri bizlere robot teknolojisinde önderlik yapmıştır. “SLEGS” robotu hem 6 bacaklı (böcek) hem de 8 bacaklı (örümcek) olarak iki farklı modeli gerçekleştirilmiştir. Tabii ki 6 bacaklı böcekler ile 8 bacaklı örümceklerin yürüyüş karakterleri farklıdır.

Altı bacaklı örümcek robotta her adım döngüsünde üçayak sürekli yerde kalarak denge sağlanmaktadır. Şekil.21’de de görüldüğü gibi birinci adımda sol tarafta 1 ve 3 nolu bacaklar ve sağ tarafta 2 nolu bacak yerde iken ikinci adımda sol tarafta 2 nolu bacak yerde iken sağ tarafta 1 ve 3 nolu bacaklar yerde temas halindedir. Bu döngünün sürekli tekrarlanması ile yürüme işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 21 Altı bacaklı “SLEGS” robotun yürüyüş karakteri

Sekiz bacaklı örümcek robotta ise her adım döngüsünde dört ayak sürekli yerde kalarak denge sağlanmaktadır. Şekil.22’ de de görüldüğü gibi birinci adımda sol tarafta 1 ve 3 nolu bacaklar ve sağ tarafta 2 ve 4 nolu bacaklar yerde iken ikinci adımda sol tarafta 2 ve 4 nolu bacaklar yerde iken sağ tarafta 1 ve 3 nolu bacaklar yere temas halindedir. Bu döngünün sürekli tekrarlanması ile yürüme işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 22 Sekiz bacaklı “SLEGS” robotun yürüyüş karakteri

5. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi

Projemiz laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş olup, dünya çapında yapılan benzer çalışmalara nisbeten çok daha esnek olup ve yenilikçi ürün önerileri ile örümcek robotumuz teknolojiye bilimsel katkı sağlamıştır. Ayrıca projenin yürütülmesinde ve başarılı bir sonuç alınmasında önemli olan diğer bir konu ise, projenin yönetimi ve yapılabilirlik analizidir. Bu amaçla çeşitli ön çalışmalar yapılmış ve projenin gerçekleştirilmesi için izlenecek bir yöntem geliştirilmiştir.

Bu çalışmayı gerçekleştirirken aşağıda belirtilen yöntemler izlenecektir;

1. Üretilmesi planlanan “SLEGS” robotu için kapsamlı bir literatür araştırması yapılacak ve robotun teorik analizi gerçekleştirilecektir.
2. Tasarlanan bu robotun kinematik ve dinamik ve denetim açısından incelenerek, gerekli tüm analizler yapılacaktır.
3. Tasarım bütün bu açılardan incelendikten sonra sistemin son haline karar verilmesi ve parçaların hızlı prototiplenmesi, kompozit ve diğer imalat yöntemleriyle üretimi ve parçaların montajı yapılarak tasarımın üretimi gerçekleştirilecektir.
4. Ortaya konan ve üretilen tasarımın denetimine geçmeden önce sistemin kontrolü ve hareket planlaması için gerekli formülasyonlar yapılacaktır.
5. Robotun denetimi için gerekli olan elektronik donanım geliştirilen mekanizmaya uygun olarak oluşturulacaktır.

6. Hedeflenen Katkılar ve Etkileri

Çok bacaklı robotik teknolojisi uygulamaları daha önce de belirttiğimiz gibi, özellikle endüstride, uzaysal çalışmalarda, deprem gibi felaketler sonucunda canlıların yaşamsal bilgilerinin tespitinde, savunma sanayisinde, mayın ve bomba gibi patlayıcı maddelerin tespit ve imhasında, terörle mücadelede, madencilikte, tıpta ve daha birçok alanda “iyi bir iş çıkarma ya da istenilen işleri daha kolay ve daha pratik

bir şekilde yapabilme yetenekleri sayesinde” kullanılan çağdaş otomasyon teknolojisinin temel aygıtlarıdır. Bu alanlarda elde edilen başarılar o milletin çağdaş ve gelişen bir ulus olmasının kanıtıdır. Bu sebepten robot teknolojisi artık gelişen ülkeler arasında bir yarış haline gelmiştir. Bu yarış içerisinde var olabilmek hedef amacımızdır.

7. Sonuç, Beklentiler ve Öneriler

Tasarımını ve prototipini gerçekleştirdiğimiz “**SLEGS**” örümcek robot, tasarım ve dizayn yönünden yenilikçi bir ürün olarak dünyada bir ilk olarak gerçekleştirilmiştir. Bu literatür taraması ile de kanıtlanmıştır. Bu çalışmadaki amaç ve beklentilerimiz; **çok zor işlevleri yerine kolaylıkla getirebilecek çok basit mekanizmalar tasarlamak ve robot teknolojisini insanların ihtiyaçlarını karşılayacak hale getirmektir.** Ve sonuç olarak ta bu çok basit mekanizmalar ile elde edilen bu robotları endüstride çok daha kolay kullanılmasını sağlamaktır. Ayrıca tasarlanan mekanizmanın basitleştirilmesi ile sistemin denetimi de oldukça kolaylaşmaktadır.

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

KAYNAK ROBOTU

Serdar SÜRÜCÜ

Projenin Adı: Kaynak Robotu

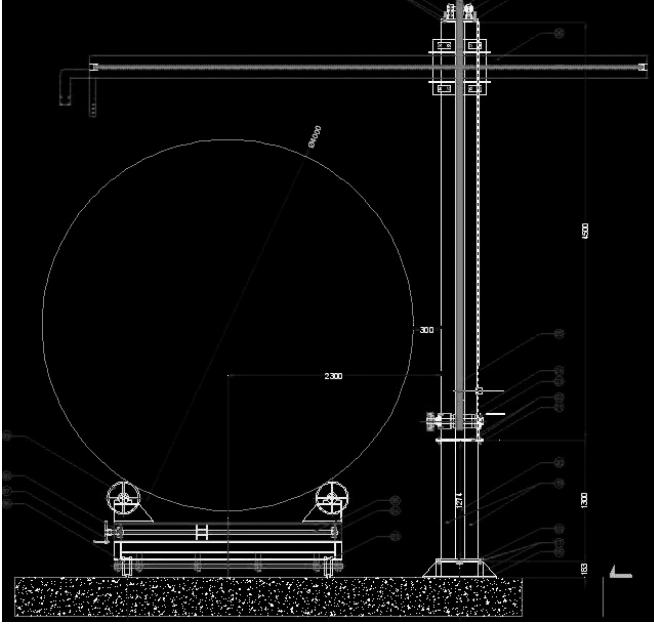
El emeği ile yapılan işler, yerini 20.yüzyıl ilk yarısında fabrikalarda makinalara,ikinci yarısında ise büyük bir hızla gelişen robot teknolojisine bırakmıştır.Ancak özellikle robotların kullanımının en önemli getirisi kalite, verimlilik ve iş güvenliğidir.Biz mühendisler, bu doğrultu da hareket ederek teknoloji yarışında yerimizi almalıyız.

Projenin Amacı

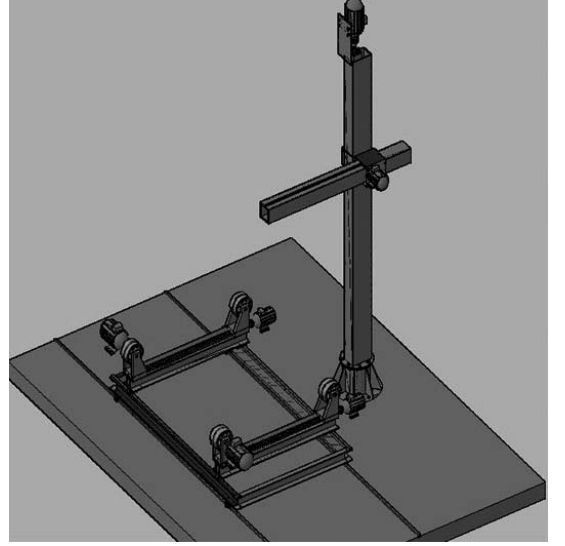
Üretim de büyük bir yer kaplayan kaynak teknolojisinde son yıllarda kaynak ustasının yerini bu doğrultuda geliştirilen kaynak robotları almıştır.Bizim projemizde aynı doğrultuda olup,toz altı kaynak teknolojisini kazan,tank,silo,inşaat makinaları... imalatı yapan firmalarda robotik uygulamalı hale getirmeye yardımcı olmaktır.Projede belirtilen kaynak robotu silindirik parçalar ve düz metal levhaların kaynağına göre tasarlanmıştır.

Projenin Tanıtımı Ve Kapsamı

Bir ön bilgi olarak projeye ait teknik resimler,üç boyutlu çizim ve teknik özellikler aşağıda belirtilmiştir.



Resim-1 Ön Görünüş



Resim-2 3 Boyutlu Görünüş

TEKNİK ÖZELLİKLERİ		
1	KOLON	
1.1	DÜŞEY VE YATAY HAREKET EDEBİLMEKTEDİR.	
1.2	TÜM HAREKETLERDE LİMİT SWİCHH İLE DURDURMA ÖZELLİĞİ	
1.3	ÇALIŞMA ARALIĞI	Ø1000 - Ø3200
1.4	DÜZ KAYNAK UZUNLUĞU	4000 mm
1.5	DÜZ KAYNAK HIZI	0-500 m m /dak AYARLANABİLİR
1.6	DIKEY HIZ	900 m m /dak
1.7	TAŞIMA ARABASI HIZI	5000 m m /dak
1.8	ÇEVRESEL HIZ	200 m m /dak (360 EKSENEL HAREKET)
1.9	TAŞIMA ARABASI HAREKETİ	2000 m m /dak
1.10	TOPLAM YÜKSEKLİK	6000 mm
1.11	MAKSİMUM ESNEME	1.8 mm
1.12	KAYNAK AĞZI TAKİBİ	OPERATÖR TARAFINDAN
2	ROTATÖR	
2.1	DİRESEL VE YATAY HAREKET EDEBİLMEKTEDİR.	
2.2	ÇALIŞMA ARALIĞI	Ø1000 mm - Ø4000 mm
2.3	ÇALIŞMA ARALIĞI (TONAJ)	15.000 kg
2.4	RAY UZUNLUĞU	8000 m m
2.5	TEKERLER YÜZEY KAPLAMASI	POLIÜRETAN

Tablo 1 Teknik Özellikler

Bu proje daha çok kazan ve tank imalatı yapan büyük ölçekli işletmelerde hayata geçirilebilir. Yüksek kalite ve verimlilik bu tarz bir robot teknolojisi ile sağlanabilir. Bu robotda kullanılan kaynak toz altı kaynağıdır. Kullanılan elektronik aksam plc kontrollü ve hız ayarlı olup, tecrübeli bir operatör ile istenilen verime ulaşılabilir. Robot kontrolü elektronik bir panel ile sağlanmaktadır.

Robot arabası üzerine yerleştirilen silindirik parçalar, redüktör tahrikli tekerler sayesinde, istenilen hızda döndürülüp kaynağı yapılır. Tekerlerin bulunduğu alt şaseler kaynak edilecek parçanın boyutuna göre ayarlanabilir. Aynı şekilde robot lifti de ayarlanabilir. Düz metal plakaların kaynağında ise, araba üzerine yerleştirilen plaka redüktör tahrikli arabanın hareketi ile hareket ettirilerek istenilen kaynak yapılabilir. Özet olarak projenin çalışma ilkesi bunlara dayanmaktadır.

Bu, hayata geçirilmiş bir proje olup, talaşlı, talaşsız, kaynak ..imalatının ve projesinin her aşamasında imzam vardır. Bu proje, bu tarz robotların en son ve en verimli halidir...

NECDET ERASLAN PROJE YARIŞMASI

2007

PATLAYAN LASTİĞİ DEĞİŞTİREN ROBOT

Fatih YUMUK

Bu metinde, insanların araçlarıyla seyir halindeyken lastiklerinin patlaması üzerine, lastiğin yenisi ile değiştirilmesi görevini üstlenmiş robot projesi sunulmuştur.

1. Giriş ve Özet Tanıtım

Bu proje yarışmasında, çok iyi bir derece aldığım da kendi şahsımın değil bu ülkedeki her bir fert adına dereceye girdiğimi, bunun sonucu olarak ta, önce ülkem adına, sonrada tüm insanlık adına daha büyük projeler geliştireceğime ve bunu yaparken de amacımın şan, şöhret sahibi olmak ya da çok paralar kazanmak olmadığını asıl zenginliğimin arkamda bırakacağım yüzlerce icat, kitap, makale ve iyi yetişmesine vesile olacağım insanlar olduğunu açıkça belirtmek isterim.

1.1 Özet Tanıtım

Düşünün ki arabanızla seyahat ediyorsunuz, hava yağmurlu ve soğuk. Derken aracınızın lastiklerinden biri patlıyor. Şimdi yapmanız gereken araçtan inip bagajı açıp aletleri ve yedek lastiği çıkarıp bu yağmurlu havada patlayan lastiğinizi değiştirmek. Giysilerinizin kirlenip ıslanması, zamanınızın boşa gitmesinin yanında bir de eğer uyarı için reflektörü koymamanızın sonucu olarak bir başka aracın size çarparak ölümünüze(1) sebep olduğunu varsayalım. Basit bir lastik değiştirme işlemi başınıza dert oldu, hem de yaşamınızı sona erdirecek kadar ileri giderek. İşte tam burada bu olayları ortadan kaldıran, bizi bu zahmetli işten kurtaran robot sistemin nasıl çalıştığına bir bakalım:

Robot aracın bagaj kısmına alttan açılan bir kapak sayesinde yerleşiyor. Siz lastiğin patladığını anladığınızda güvenli bir yere park ediyorsunuz. Sistemin çalışması için bir düğmeye basmanız yeterli oluyor ve robot bulunduğu yerden kapağın açılmasıyla dışarıya çıkıyor. İlk işi araçtan 10 metre uzağa reflektörü bırakmak daha sonra sistemin ona bildirdiği lastiğin yanına gidip krikoyu sabitlemek. Kriko sabitlendikten sonra üzerinde bulunan yedek lastik bir kol yardımıyla yine üzerinde bulunan bir bölüme doğru kaldırılıyor ve robot patlayan lastiğe yaklaşip vida sökücü kafa yardımıyla vidaları söküyor ve lastiği yakalayıp geriye çekiliyor, geriye çekildikten sonra olduğu yerde bir yarım tur atıp yedek lastikle beraber araca yaklaşıyor. Sökücü kafa bu defa vidaları sıkmaya başlıyor ardından sökücü kafa kendi yerine geri dönüyor. Patlayan lastik altındaki motor sayesinde olduğu yerde yarım tur dönüp az önce lastiği bu bölüme kaldıran kol tarafından yakalanıp robotun üstüne kapanıyor. Robot krikoyu ve reflektörü alıp çıktığı yere geri dönüyor ve kapak kapanıp işlem tamamlanmış oluyor.

2. Projenin Amacı

İnsanların günlük hayatta karşılaştıkları araçlarının patlayan lastiklerini değiştirme işini bir robota yükleyerek, bazı zorlu iş koşullarında (kimyasal ortamlar, deprem enkazları, su altı araştırma çalışmaları, atmosfer dışı çalışmalar, başka gezegenler v.b.) insanlar yerine robotların kullanılması örnek alınarak, basit gibi görünen ama gerçekte zahmetli bir iş olan bu işi hiç zahmete girmeden üstelik oturdukları yerden kameralar yardımıyla izleyebilecekleri, gelişen robot teknolojisinin örneklerinden olan bu sistemi günlük hayatımıza sokabilmek.

Bir başka açıdan bakılacak olursa robotları her bir ferdin basitçe kullanabileceği seviyeye taşıyıp, bunu yaparken de robotların vazgeçilemez bir teknoloji olduğunu, gerçekte herkesin bir kişisel robotu olması gerektiği gerçeğini insanlara bunun gibi projelerle anlatmak misyonunu taşımak.

3. Proje Kapsamı ve Bulgular

Proje hayata geçtikten sonra üretilen tüm araçlara uygun tasarım yapılarak entegre edilebileceği için dünya üzerinde araç kullanan tüm insanları yakından ilgilendirmektedir. Yani proje dünyamızı ilgilendirmektedir ve büyük araba firmaları bu projeye müşterilerine ciddi bir alternatif sunarak hem teknolojinin gelişmesine hem de rekabeti canlandırarak teknoloji odaklı pazar payını artırma yoluna gideceklerdir.

Böyle bir teknolojiyi barındıran aracı hem erkekler hem de bayanlar tereddütsüz alıp kullanmak isteyecek, bu noktada tüm insanlar böyle bir robottan faydalanmış olacaklar. Haberler bölümünde konunun gerçek ayrıntıları bulunmaktadır.

4. Proje Yönetimi ve Yapılabilirlik Analizi

Projede ek maliyeti getiren unsurlar:

- Step motorların fazlalığı
- Gövde ağır yük taşıyacağı için sağlam metallere oluşması (titanyum ya da çelik)
- Uygulanacak araçta yapılan tasarımlar
- Yazılımın hem araçla hem de robotla senkronize olmak zorunda oluşu

Bu çerçevede büyük firmalar bu maliyetleri en aza indirme yöntemlerini bildikleri için firmalar bazında bakıldığında maliyetlerinin düşürülmesi, eğer varsa birtakım eksikliklerinin giderilmesi ve sistemi kullanılabilir hale getirmesi konusunda biz geliştiricilerden daha etkin düşündükleri bir gerçektir. Bu noktada sistemin henüz yeni oluşu biraz daha geliştirilip kullanılabilirliği, zamanla gelişiminde maliyetinin düşeceği ve çok sayıda insanın kullanımına sunulabileceği ortadadır.

5. Hedeflenen Katkılar ve Etkileri

En büyük katkısı insan-robot ilişkisine getireceği katkı olacaktır. Çünkü nerdeyse her eve bir robot girmiş olacaktır. Bu bağlamda bazı devletlerin her eve bir robot projelerini biz farklı açıdan yakalamış olacağız hem de onları taklit etmeden yapmış olacağız.

Tabi böyle bir projenin Türkiye’de geliştirilip yurt dışı piyasalara pazarlanmaya başlaması, Türkiye’yi robotikte bir anda dünya üzerinde sözü dinlenir bir ülke konumuna taşıyacağı da su götürmez bir gerçektir. Çünkü devamında Türkiye’nin genç beyinleri özendirilerek böyle projeler hazırlanması sağlanacaktır. İşte görülmektedir ki projenin hedefi ileriye dönük Türk robotiğinin gelişip ülkeler bazında hak ettiğimiz yere gelmemiz temel alınmaktadır.

6. Sonuç Beklentiler ve Öneriler

Sizlerden ve sizler gibi böyle projeleri destekleyenlerin desteklerini her daim devam ettirmeleri, bazen ödüllerin çeşitlendirilmesi örneğin eğitimler verilmesi, fuarlara geziler düzenlenmesi, firmaların projeleri tanınmasına yönelik sementler verilmesi yönünde çalışmalarınıza devam etmeniz temennimizdir.

Bu projeden iyi bir sonuç alıp bunun sonucu olarak kendimi bilgisayar konusunda daha da geliştirip, vereceğiniz ödülü tamamen projelerde harcamak üzere kaynak olarak ayırmak istiyorum.

7. Dip Notlar;

- Projeyi amatör olarak çizdiğimi belirtmek isterim. Bunun nedenin daha yeni mezun olmuş bir öğrenci olmam, maddi durumumun yetersiz oluşu ve sizinde bildiğiniz gibi çok ciddi çizimlerin ve prototiplerin ciddi paralara yapılmasıdır.

8. Projeyle Alakalı Haberler

1- Patlayan lastik 2 kişiye ölüm getirdi

2006-05-19 14:59:05



Sakarya'nın Akyazı ilçesinde lastik değiştiren park halindeki otomobile başka bir araç çarptı, kazada 2 kişi öldü, 1 kişi yaralandı.

AA muhabirinin aldığı bilgiye göre, sürücüsü henüz belirlenemeyen 34 HMZ 42 plakalı kamyon, TEM Otoyolu'ndan Ankara yönüne giderken Akyazı'da lastiği patlayan ve park halindeki 34 PU 704 plakalı otomobile, ardından da otomobilin lastiğini değiştirmeye çalışanlara çarptı . Kazada lastik değiştirmeye çalışan 2 kişi olay yerinde öldü. Hafif yaralanan Rukiye Yaşar ToyotaSa Acil Yardım Hastanesine kal-

dırıldı. Otomobilde bulunan Özgür ve Özge Yaşar adındaki çocuklar ise kazadan yara almadan kurtuldu. Kazada ölenlerin kimlikleri tespit edilmeye çalışılıyor. Olay sonrası kaçan kamyonun sürücüsünün yakalanması için çalışmanın sürdürüldüğü bildirildi.

Kaynak: **Haber7**

2- Lastik, cinsiyete bakmıyor kimse değiştirmek istemiyor

01 Nisan 2005 Cuma

Son dönemde içindeki hava tamamen boşalsa da, yolda bırakmayan ya da içine köpük enjekte edip yol alabildiğiniz lastiklere kadar birçok yeni ürün piyasaya çıktı.

Bu akıllı lastiklerin piyasada yer almasıyla otomotiv firmaları da yeni modellerinde stepneyi aksesuar listesinden çıkarmaya başladılar. Sonuçta yeni akıllı lastikler, lastik değiştirme durumunu tamamen ortadan kaldıracak olsa da, bugün özellikle Türkiye’de birçok sürücü hala bu problemle karşı karşıya. Biz de Oto yaşam olarak bu problemde yola çıktık, lastik değiştirmenin kadınlar ve erkekler tarafından kolay mı zor mu olduğunu araştırdık. Sonuçta lastik değiştirmenin cinsiyete bakmadığını her iki tarafında bu işi yapmak istemediğini ve başka birine havale ettiğini gördük.

Oto yaşam olarak lastik değiştirmeleri için geçtiğimiz hafta Turizmci Filiz Bayrak (27), Psikolog Çiğdem Tiryaki (28), Bankacı Seçkin Güven (30) ile Mali Müşavir Erdoğan Kapan (36) olmak üzere farklı meslek gruplarından iki kadın ve iki erkeği bir araya getirdik. Denemelerin sonunda erkeklerin lastik değiştirme ortalaması 4 dakika 15 saniye olurken, kadınların ortalaması 7 dakika 5 saniye oldu.

İşi çok ciddiye alan bazı erkek sürücülerin lastik değiştirmede kadın sürücülere fark atabilmek için önceden pratik yaptıkları kulağımıza geldi. Kadın sürücülerden biri ise ‘kroki’nin nerede olduğunu bilmediğini söyledi. ‘Kriko’ demeye çalıştı. Ancak, yarışmanın galibi 3 dakika 12 saniye ile Erdoğan Kapan’a yardım etmek için gelen koruma görevlisi Kenan Kapan oldu. Erkek sürücülerin de lastik değiştirme işini mümkünse başkalarına bırakmak istedikleri ortaya çıktı.

FİZİKSEL GÜÇ GEREKTİRİYOR

Maçka’da bir araya gelen 4 sürücü önce birbirleriyle rekabete tutuşsa da sonra yardımlaşmayı ve dayanışmayı benimsediler. Kadın ve erkek sürücülerin trafikteki becerileri ve tavırları kıran kırana tartışılırken, günün sonunda ortaya çıkan ortak fikir şu oldu: ‘Herkes her şeyi mükemmel yapmak zorunda değil. Hele lastik değiştirmek gibi ciddi anlamda fiziksel güç gerektiren bir işi...’

Günün heyecanı ile ben de ilk defa lastik değiştirmeyi denedim ve özellikle vida sıkıştırma işinin çok zor olduğunu söyleyebilirim. Krikoyla aracı kaldırma kısmı çok fazla fiziksel güç gerektirmediğinden eğlenceli. Bir gün lastiğim patlarsa, bu kadar zahmete girip ellerimi kirletmek yerine sanırım bir centilmenin yardım etmesini beklerim. Önceliği kadınlara vererek kimin nasıl bir tecrübe yaşadığını aşağıda aktardık.

KADINLAR VIDA SIKIŞTIRAMIYOR

Filiz Bayrak 6 yıldır araç kullanan bir sürücü. Hiç kaza yapmamış ve daha önce hiç lastik değiştirmek zorunda kalmamış. Oto yaşam’ın düzenlediği organizasyonun içinde yer almak istemiş, çünkü çok iyi bir sürücü olduğuna inanıyor. Lastik değiştirme işini sevmediğini kabul eden Bayrak şöyle konuşuyor:

‘Lastik değiştirme konusunda daha önce hiç tecrübem yoktu. Buna gerek de olmadı. Bugün burada oldukça eğlendim ve çok şey öğrendim, ama yarın gerekli olsa lastiği değiştireceğimi sanmıyorum. Gerçekten fiziksel güç gerektiren bir iş bu. Krikoyla aracı kaldırıyorsunuz. Bu kısmı çok zor değil, ama vidaları açmak çok zor. İş bitirip, vidaları tam olarak sıkmak ise neredeyse mümkün değil. Vidaları yeterince sıkıştıramıyoruz. O halde trafiğe çıkmak çok tehlikeli olur. Lastik değiştirmek gibi bir ısrarım yok, ama erkek-

ler bu konuda alaycı tavırlarını bir kenara bırakmalı. Bugün ilk kez lastik değiştirdim. Tabii diğer arkadaşların yardımlarıyla oldu, ama çok eğlendik.’

Diğer kadın sürücü Çiğdem Tiryaki ise 7 yıldır araç kullanıyor ve sadece birkaç kere sürtme gibi küçük kazalar yapmış. Kadınların lastik değiştirmek gibi bir zorunluluğu olmadığını söyleyen Tiryaki, daha önce hiç lastik değiştirmedini belirterek anlatıyor:

‘Böyle bir sorunum olduğunda ya babamı ya tamircimi arıyorum. Gelip sorunu çözüyorlar. Denemek ve öğrenmek için bugün buraya geldim. Kadınlar neden lastik değiştirmek zorunda olsun ki? Arabalarla ilgili her şeyi bilmek zorunda değiliz. Bir kere kadın ve erkeğin farklı olduklarını kabul etmemiz gerek. Eşitliğimiz sadece yasalar önünde olabilir. Dolayısıyla, farklı beceri ve yeteneklerimiz var. Kadınlar erkek becerilerine sahip olacağım diye diretmemeli ve erkeklerde bu konularda dalga geçmeyi bırakmalı. Önyargılı yaklaşımlardan kurtulmalıyız.’

DEĞİŞTİRECEK BİRİNİ BULURUM

Erdoğan Kapan 15 yıldır araç kullandığını söylüyor. Kaza yapmadığını, ancak bir kere aracına çarpıldığını anlatan Kapan, lastik değiştirme işinden çok hoşlanmadığını dile getiriyor. Yarışmaya kuzeni Kenan Kapan’la birlikte gelen Erdoğan Kapan, mümkünse bu yorucu işi başka birine (Kenan’a) bırakmayı tercih ettiğini belirterek şöyle konuşuyor:

‘Birkaç kez lastik değiştirmek zorunda kaldım, ama bu kimsenin çok büyük bir zevk alarak yaptığı bir iş değil. Dürüst olmak gerekirse, eğer yapabilecek biri varsa işi ona bırakırım. Hiç elimi sürmem. Kadınlar da lastik değiştirmek konusunda zorlanmamalı bence. Mevzu becerip becerememek değil. Onlar da tabii ki yapabilir, ama yapabilecek biri varsa o zahmetli işi başkasına bırakabilirler.’

ZOR BİR İŞ DEĞİL

12 yıldır araç kullanan Seçkin Güven, lastik değiştirme işini en az dert eden sürücü oldu. Daha önce birçok kere lastik değiştirdiğini söyleyen Güven, lastik değiştirme işini zor değil, ama keyifsiz bulunduğunu belirterek şöyle devam etti:

‘Bugün buraya gelirken fark ettim ki Fiat Panda’ların yedek lastiği yok. Onun yerine pratik lastik tamir seti var. Gelirken kullanma kılavuzunu okudum. Bu iş keyifli değil, ama zor da değil. Nasıl yapılacağını biliyorsanız birkaç dakikada halledersiniz. Kadınlar kendini lastik değiştirmek zorunda hissetmemeli. İhtiyaç olması ihtimaline karşılık nasıl yapıldığını bilmelerinde fayda var, ama umarım bu işi onlara bırakmayacak kadar centilmen erkek sürücülerde vardır.’

KİM DAHA İYİ SÜRÜCÜ

Yarışmanın sonunda dinlenirken 4 sürücü trafikteki kadın ve erkek sürücü davranışlarını değerlendirerek kıran kırana bir tartışmaya tutuştu. Sürücülerin yaşadığı diyalogu olduğu gibi aktarıyoruz.

Çiğdem: Ben en çok 120 km sürat yaparım. Daha üstüne çıkmam. Güvenli sürüşten yanayım, ama kadınların güvenli sürüş dediği şeye erkekler ‘aheste aheste gitmek’ diyorlar.

Filiz: Bir kez 140 km yaptım. Sürat sevmiyorum. Genellikle 80–100 km arasında bir süratle araba kullanıyorum. O kadar sürat yapmaya, sürekli şerit değiştirmeye, sollamaya gerek yok. Bu yüzden kadınlar daha az büyük kaza yapıyor.

Erdoğan: Kadınlar kaza yapmaz. Yaptırır. Kadınların trafikte algıları biraz düşük.

Filiz: Algımız düşük değil, sadece kurallara uyuyoruz. Erkekler kurallara uymuyorlar. Bu algımızın yüksek olduğu anlamına mı gelir? Siz tabelalara bakmıyorsunuz ki algılayasınız.

Çiğdem: Bu algı zayıflığına ben de katılmıyorum. Erkek ve kadın farklı, rollerimiz farklı. Becerilerimiz farklı.

Seçkin: Kadınların yaptığı ilginç kazalar olabiliyor. Örneğin, bir kadın sürücü arabasından inip kapısını açık bırakmış. Oradan geçen belediye otobüsü de kapıyı alıp götürmüş. Kadınlar öldürücü kazalar yapmıyor.

Çiğdem: Erkekler hep iyi sürücü olmakla anılmak istiyorlar. Kendilerini bununla tamamlıyorlar. Manevra ve hızı iyi sürücü olmanın bir sonucu hatta şartı gibi görüyorlar. Bu yanlış bir algılama.

Filiz: Bir de erkekler kaza yapmamışlardır. Onların araçlarına çarpılmıştır hep. 'Arabayı fena halde çarp-tım' diyen bir erkek sürücü, şahsen ben hiç görmedim. Hep çarpılmıştır onlara. Ya da bir kadın sürücü sebep olmuştur.

Seçkin: Trafikte kadınlar tedirginlik ve güvensizlik nedeniyle küçük kazalar yaparlarken erkekler fazla güven sebebiyle büyük kazalar yapıyorlar.

Erdoğan: Erkek sürücülerin daha çok kaza yaptığı doğru değil. Rakam yüksek, çünkü erkek sürücü sayısı da yüksek.

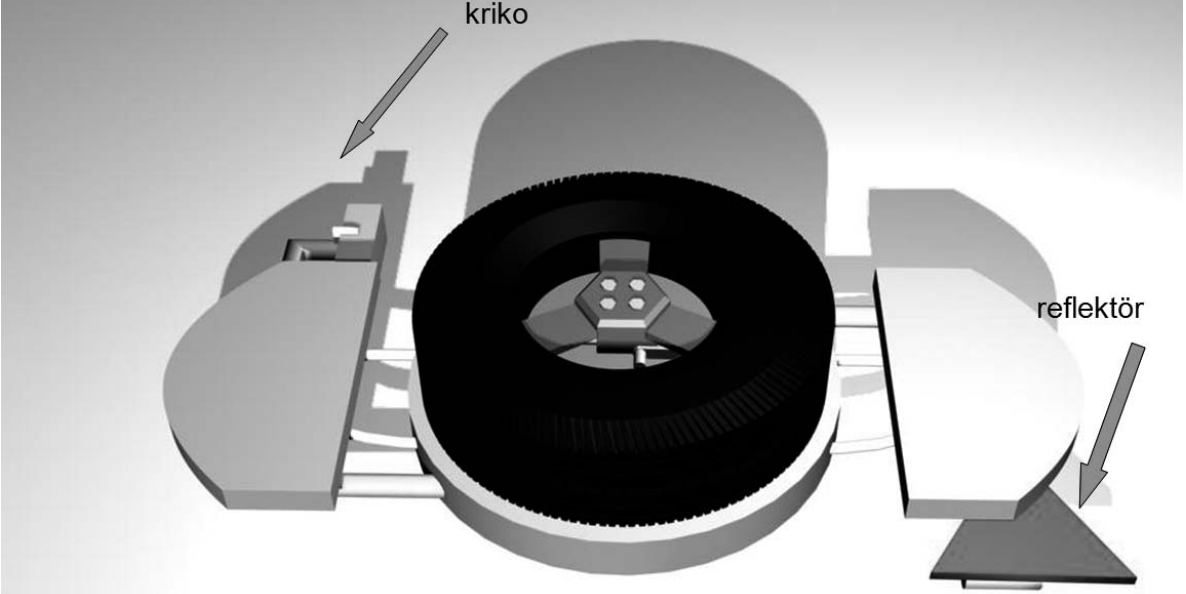
Çiğdem: Kendini erkek sürücülere karşı ispatlamaya çalışan kadın sürücüler var. Onların davranışları da doğru değil.

Filiz: Kadın sürücüler trafikte tacize uğruyor. Bu hiç adil değil!

Seçkin: Buna ben de katılıyorum. Ne yazık ki trafikte bazıları kadın sürücülerini zor durumda bırakıyor. Erdoğan: Ama bazen 'kapınız açık', 'farınız kapalı' gibi iyi niyetli bir uyarıda bulunmak isterken bile kadın sürücüler bizi yanlış anlayıp tersleyebiliyorlar.

Kaynak: <http://www.araconline.com/h/haber.asp?id=3689>

SUNUM

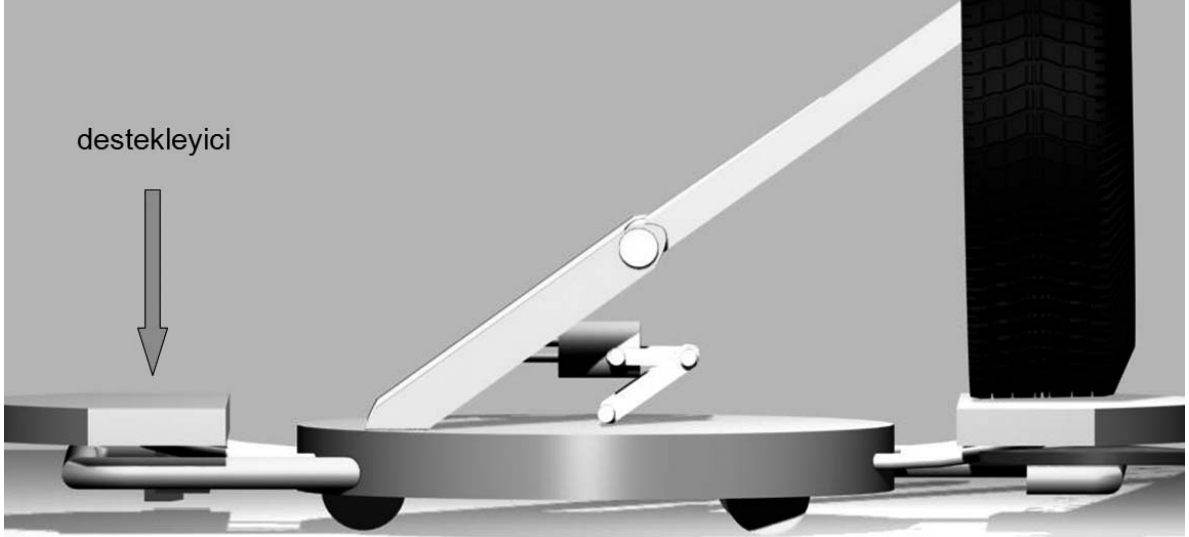


Robottan genel bir görüntü. Robot yedek lastiği resimde de görüldüğü üzere üstünde taşımaktadır. Kriko ve reflektör ise yanlardan birer kol yardımı ile tutulmaktadır. Ön ve arkada ise hem yedek lastiği hem de patlamış olan lastiği taşıyan iki destekleyici görülmektedir. Tüm mekanizma lastiğin iç boşluğunda gizlenmektedir. Robot ilk önce reflektörü araçtan 10 metre uzağa götürüp bırakır, Sonra elektrikli krikoyu hangi lastik patladıysa oraya götürür ve çalışmasını sağlar.



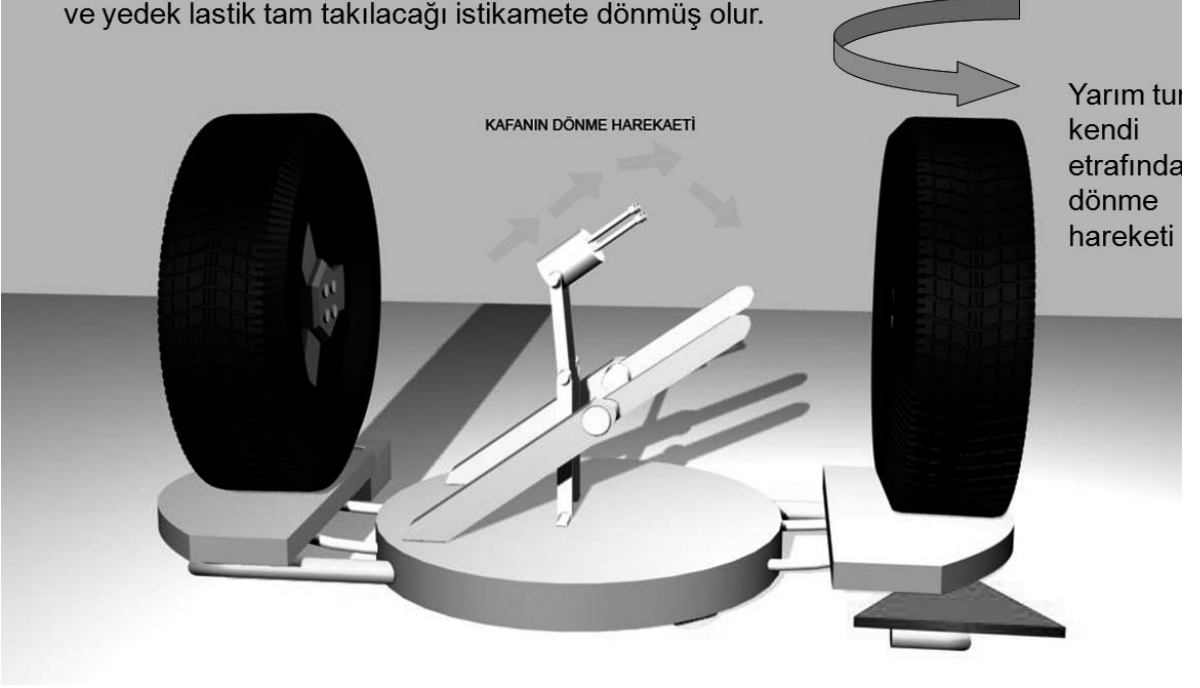
Bu resim de ise lastiğin kollar yardımıyla destekleyicinin üzerine doğru hareketi görülmektedir. Lastik dik konuma gelinceye kadar kaldırılır ve destekleyicinin üzerine sabitlenir. Bir de burada robotun kendi tekerlekleri görülüyor, bir önde iki arkada olmak üzere üç tekerleği vardır.

Burada lastiğin tamamen doğrulduğunu görmekteyiz. Bu işlem bitince robot diğer destekleyici patlamış lastiğin tam altına gelene kadar araca doğru ilerler. ve destekleyicinin üstündeki mekanizma sayesinde sabitlenir.



Lastiğe yaklaştıktan sonra sökücü kafa harekete geçer ve vidalara doğru ilerler, vidaları söker ve geri çekilip terse doğru döner bu sırada sökülen vidalar sökücünün içinde tutulmaktadır.

Burada kafa tam tersine döner, ve yedek lastikte olduğu yerde bir yarım tur atarak patlamış lastiğin yerine takılacak konuma göre kendini ayarlar. Bu sırada sökücü kafa yedek lastiğe doğru tam olarak dönmüş ve vidaları sabitlemeye hazırdır. Bu konumdayken robot araçtan bir miktar uzaklaşır ve yarım bir tur atar ve yedek lastik tam takılacağı istikamete dönmüş olur.



Sonra yedek lastik kafanın yardımıyla araca sabitlenir ve sökücü kafa görevini bitirmiş kendi yerine geçmiştir. Daha sonra robot araçtan bir miktar daha uzaklaşır. Yedek lastiği tutan kollar bu defa patlak lastiği tutacaktır, yedek lastikte kendi etrafında bir yarım tur atar ve kollar tarafından yakalanır. ve robotun üzerine doğru kapanır. Şimdi artık krikoyu ve reflektörü yandaki kollar sayesinde tekrar geri alır. Ve bagajın altından açılan kapağa doğru gidip üstüne biner ve kapak kapandıktan sonra robot araca geri dönmüş olur.

