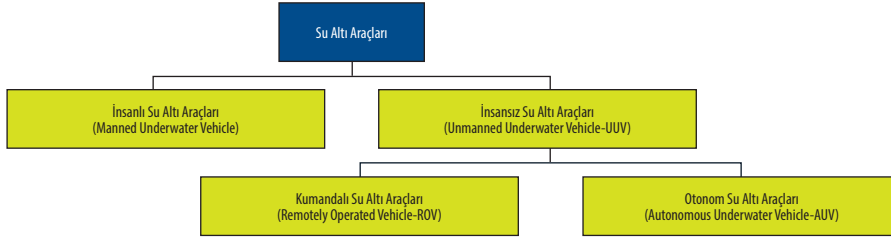


Maviliklerdeki Neferler

İnsansız Su Altı Araçları

UUV'ler de uzaktan kumandalı su altı araçları (Remotely Operated Vehicle-ROV) ve otonom su altı araçları (Autonomous Underwater Vehicle-AUV) olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir.

Su altı araştırmaları günümüzde doğal ve çevresel kaynakların korunması ve incelenmesi, kıyı ve ülke güvenliğinin sağlanması gibi farklı bakış açılarıyla, sivil ve askeri amaçlarla yürütülüyor. Özellikle son yirmi yıldır yapılan akademik ve endüstriyel araştırmaların büyük bir kısmı, insan hayatının riske atılmaması amacıyla insansız platformların kullanılması üzerine. - Deniz altındaki tuz ve basınç etkilerinden dolayı malzeme yıpranma etkilerinin çok yüksek olması, - Denizin içindeki dalga hareketlerinin pertürbasyona sebep olarak zorlayıcı bir ortam oluşturması, - Deniz suyunun elektromanyetik spektrum dâhilinde çok sınırlı bantlarda ve belirli ölçüde geçirgen davranıyor olması gibi birtakım fiziksel gerçeklerden ötürü, su altında çalışabilecek araçların tasarımı bilim insanları için zorlayıcı öte yandan bir o kadar da çekici bir hal alıyor. Gerçekten de, söz konusu araçların sistem çözümünde donanım tasarımlarının yanı sıra haberleşme, seyrüsefer, kontrol ve güdüm çözümlerinin oluşturulması gibi hususların her biri ayrı birer araştırma konusu.



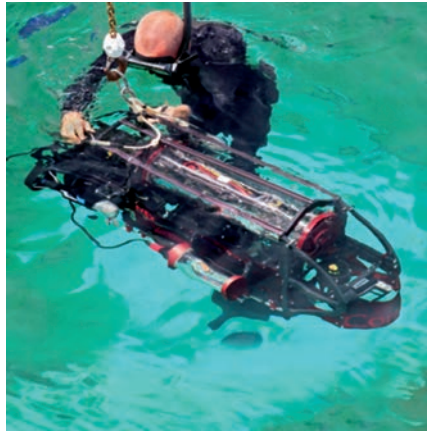
Su altı araçlarında temel sınıflandırma

Su altı araçları, yukarıdaki şekilde de görülebileceği üzere temel olarak insanlı ve insansız sistemler olarak sınıflandırılabilir. İnsanlı su altı araçlarına denizaltılar örnek verilebilir. İnsansız su altı araçları (*Unmanned Underwater Vehicle-UUV*) ise, su altına dalma ve su altında hareket etme kabiliyetleri olan, su geçirmez bir yapıya monte edilmiş faydalı yüklere (kamera, sonar vb.) sahip, kablolu ya da kablolu olarak yüzeyledeki unsurlara veri ileten araçlardır.

En genel tanımı ile uzaktan kumandalı su altı araçları, bir operatör aracılığıyla uzaktan kontrol edilerek su altında değişik amaçlara yönelik ve tehlikeli olabilecek bir dizi işlevi yerine getiren su altı robotlarıdır. Uzaktan kumandalı su altı araçları büyüklük ve işlev açısından, sadece izleme amaçlı olarak su altı kameraları vasıtasıyla görüntü almaya ve bazı ölçümler yapmaya yönelik, nispeten küçük ve basit araçlar olabilecekleri gibi, üzerinde yer alacak pek çok sensör (kamera, sonar vb.) yardımıyla büyük oranda otonom çalışma yetkinliğine sahip, robot kollar (manipülatörler) kullanarak hayli karmaşık işlevler yerine getiren büyük sistemler de olabilir. Özellikle iş sınıfı uzaktan kumandalı su altı araçları olarak adlandırılan, aslen insansız su altı iş makineleri olarak düşünülebilecek olan araçlar ise 260 m ile sınırlı olan insanlı dalışlarının kısıtlarını ve tehlikelerini bertaraf ede-

iş sınıfı ROV

rek 3000 m'yi aşan derinlikte, çok zor bazı inşa, bakım/idame görevlerini yerine getirebiliyor. Ağırlıkları 3-15 kg mertebesinde olan ve Mikro/Mini ROV olarak adlandırılan uzaktan kumandalı su altı araçları ise su altındaki dar dehlizlerde çalışmak için ekonomik çözümler önerileri sunuyor.



İnsansız platformların görevlerini başarıyla yerine getirmesinde seyrüsefer çok önemli bir unsur. Kara, hava ve suda görev yapan insansız platformlarda seyrüsefer sistemleri, uydu tabanlı konum belirleme teknolojilerine (örneğin *Global Positioning System-GPS*) dayanır. Ancak daha önce de belirtildiği üzere deniz suyunun, elektromanyetik spektrum dâhilinde sadece akustik ve optik bantlardaki frekanslara belirli ölçüde geçirgen davranıyor olması, insansız su altı araçlarında farklı yöntemler kullanılması zorunluluğunu doğurur. Uzaktan kumandalı su altı araçlarında seyrüsefer desteği için gereken konum bilgilerinin, GPS cihazı bulunan bir su üstü platformu ile yapılacak kablolu bağlantıyla veya akustik haberleşme bağlantısı üzerinden alınabilir.



Ancak otonom su altı araçlarına konum bilgilerini sağlayacak eşlikçi bir su üstü platformu ve bir veri bağlantısı kurulması, özellikle askeri uygulamalarda, taktik koşullar dolayısıyla çoğu zaman mümkün olmaz. Eşlikçi platformlar ile bağlantı, özellikle Kuzey Denizi'nde buz altında gerçekleştirilen bilimsel veya ticari uygulamalarda da çoğu zaman mümkün olmuyor. Dolayısıyla insansız su altı araçlarının görev esnasında çeşitli sensörlerden gelen ölçümleri kullanarak kendi konumlarını tahmin etmesi, elde ettikleri verileri (gerçek zamanlı olarak iletmeleri çoğu zaman mümkün olmadığı için) uygun formatta kaydetmesi gibi hususlar çok önemlidir.



Günümüzdeki Uygulamalar

Günümüz teknolojisiyle, insansız su altı araçlarının kendi seyrüsefer sistemleri ve güç üniteleri sayesinde tamamen bağımsız hareket etmesini sağlayan otonom su altı araçlarının tasarımı ve kullanımı da olanaklı. Otonom su altı araçları ile uzaktan kumandalı su altı araçları arasındaki en temel farklar otonom su altı araçlarının otonom/yarı otonom olması ve kendi güç kaynaklarının olmasıdır. Otonom su altı araçları önceden planlanmış rotalarda görev yapabilir, hatta otonomi seviyelerine göre görev esnasında önceden öngörülemediği durumlara da tepki verebilir. Gerçek uzaktan kumandalı su altı araçları, gerekse otonom su altı araçları ticari, askeri ve akademik amaçlarla kullanılabilir.



(fotoğraf: www.offshore-technology.com)

Ticari Uygulamalar

1970'li yıllarda insansız su altı araçları konusunda kaydedilen teknolojik gelişmeler, genellikle bu tür araçları açık denizlerdeki petrol araştırmalarında kullanmayı amaçlayan petrol şirketlerinden gelmiştir. Amerikan HydroProducts firması tarafından bu amaçla geliştirilmiş olan RCV-225 ve RCV-150 isimli uzaktan kumandalı su altı araçlarının ardından, birçok firma benzer çalışmalara yönelmiştir. Açık deniz petrol araştırmaları, günümüzde uzaktan kumandalı su altı araçlarının kullanımının yaklaşık % 60'ını oluşturuyor. Tüm dünyada petrol sondaj faaliyetlerinin en yoğun olduğu bölgeler, özellikle İngiltere'nin ve Norveç'in etkin olduğu Kuzey Denizi, ABD'nin etkin olduğu Meksika Körfezi ve Brezilya'nın etkin olduğu Campos Havzası'dır. Kuzey Denizi'nde ortalama derinlik 450 metre iken, Meksika Körfezi'nde bu değer 3000 metreye çıkmaktadır. Bu da, Meksika Körfezi'nde kullanılacak, daha karmaşık ve pahalı araçların tasarlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Deniz tabanındaki kablo ve boru hatlarındaki olası hasarlara karşı muayene, bakım ve tamir işlemleri de ticari uygulamaların önemli bir kısmını oluşturuyor. Günümüz teknolojisi uzun boru hatlarının insansız su altı araçları ile kesintisiz olarak muayenesini mümkün kılıyor. Subsea7 firmasının Geosub isimli otonom su altı aracı, 2006 yılında 22,2 km'lik bir boru hattını, saatte ortalama 4 deniz mili (yaklaşık 7,2 km) hızla, kesintisiz olarak muayene ederek bu alanda zamanın rekorunu kırmıştı. Fugro firmasının Gavia isimli otonom su altı aracı 2011'de bu rekoru 32 km'ye taşımıştır.

Askeri Uygulamalar

Soğuk Savaş sonrasında insansız su altı araçlarının askeri amaçla kullanılmasına ilişkin genel anlayışta çok büyük bir değişim olmuştur. Soğuk Savaş esnasında gerek ABD, gerekse SSCB, karşı taraftan gelmesi muhtemel bir denizaltı saldırısına karşı önlem almaya, dolayısıyla deniz altında gözetleme yeteneklerini artırmaya yönelik çalışmalar yürüttü. Bu dönemde ABD'nin devlet politikasının, 20.000 feet (yaklaşık 6100 metre) derinlikte sorunsuz olarak çalışabilen su altı araçlarının geliştirilmesine yönelik olduğu açık olarak biliniyor. Hedef olarak 20.000 feet değerinin seçilmesinin nedeni ise, söz konusu derinliğe inilebilmesi durumunda tüm dünya denizlerinin yaklaşık % 98'inde durum farkındalığı sağlanabilecek olmasıdır. Her ne

kadar ABD'ninki gibi açık olarak bilinmese de Soğuk Savaş döneminde SSCB'nin de benzer politikalar izlemiş olduğu tahmin ediliyor.

Soğuk Savaş sonrasında ise tüm dünya ülkeleri için deniz altından gelebilecek en büyük iki tehdit terörist faaliyetler ve uluslararası uyuşturucu kaçakçılığıdır. Dolayısıyla askeri amaçlı insansız su altı aracı geliştirme faaliyetlerinin temel amaçları, özellikle mayınları ve su altındaki başka küçük cisimleri tespit, takip ve imhaya yönelik yetenekler kazanılması olmuştur. Gerçekten de insansız su altı araçlarının günümüzde askeri amaçlı en önemli kullanım alanları mayın imha ve temizleme faaliyetleridir. Deniz mayınları düşük maliyetlerine rağmen yüksek tahrip gücüne sahip olmaları nedeniyle devletlerin yanı sıra terörist faaliyet gösteren örgütlerin de kullandığı, tehlikeli deniz savaşı unsurlarıdır. Kara mayınları gibi deniz mayınlarının da birçok türünün olması, tespitlerinin zor olması gibi hususlar deniz mayınları ile mücadelede de zorlaştırıyor.

Yakın geçmişte Süveyş Kanalı'nda yaşanan bir olay deniz mayınlarının ne kadar tehlikeli olabileceği, bu unsurlar ile mücadelenin ne kadar zor olduğu hakkında önemli bir örnektir. Kesin olarak kanıtlanamayan iddialara göre 6 Temmuz 1984'te Akdeniz'den Süveyş Kanalı'na giren Gant isimli Libya bandıralı ticari gemi, deniz trafiğinin çok yoğun olduğu Süveyş Kanalı'na gizlice deniz mayınları döşemişti. Kısa bir süre içinde 19 ticari gemi o mayınlara çarpmış, ancak mayınların tahrip gücünün düşük olması nedeniyle büyük kayıplar yaşanmamıştır. Fakat daha sonra kanalın bir süre deniz trafiğine kapatılması, Mısır hükümetinin mayın temizleme işlemleri için çok uluslu bir güçten yardım istemesi, problemin uluslararası girişimler sonucu çözülmesi hafızalarda yer etmiştir.

Günümüzde gerek otonom su altı araçları gerekse uzaktan kumandalı su altı araçları, mayın tespiti ve imhası konusunda insan hayatını tehlikeye atmadan çözüm oluşturan unsurlar. Uzaktan kumandalı su altı araçlarıyla mayın imhasında genel yaklaşım, mayının tespitinin ardından uzaktan kumandalı su altı aracının üzerindeki mayın imha şarjının mayının üzerinde bırakılması, imha şarjının otomatik olarak veya uzaktan kumandalı su altı aracını kontrol etmekte olan operatörün müdahalesiyle etkinleştirilerek mayının imha edilmesi şeklindedir. Ancak günümüzde çok düşük maliyetli uzaktan kumandalı su altı araçları üretilmediği için mayınla birlikte kendisini de imha eden ve tek atımlık uzaktan kumandalı su altı araçları (Single Shot ROV) olarak adlandırılan cihazlar da kullanılıyor.



A. Egemen YILMAZ
Lisans derecelerini ODTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği ile Matematik Bölümü'nden 1997'de almış olan Asım Egemen Yılmaz, yüksek lisans ve doktora eğitimlerini sırasıyla 2000 ve 2007'de ODTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. Halen Ankara Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olan Yılmaz, aynı zamanda amatör olarak resim ve fotoğraf sanatı ile ilgilenmektedir.



Kaiko (Üstte) Tiburon (Altta)

Japonya Deniz-Yer Bilimleri ve Teknoloji Ajansı'nın (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology-JAMSTEC) geliştirdiği Dolphin ve Kaiko isimli uzaktan kumandalı su altı araçları, Monterey Körfezi Akvaryumu Araştırma Enstitüsü'nün (Monterey Bay Aquarium Research Institute-MBARI) geliştirdiği Tiburon isimli uzaktan kumandalı su altı aracı, Fransız Deniz Araştırmaları Enstitüsü'nün (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer-IFREMER) geliştirdiği Victor isimli uzaktan kumandalı su altı aracı, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün (Massachusetts Institute of Technology-MIT) geliştirdiği Odyssey isimli otonom su altı aracı ve Woods Hole Oşinografi Enstitüsü'nün (Woods Hole Oceanographic Institution-WHOI) geliştirdiği Nereus isimli uzaktan kumandalı su altı aracı ile ABE isimli otonom su altı aracı gibi insansız su altı araçları, dalış rekorları ve görevde kalış süresi rekorları kırılmaları için kayda değer örneklerdir. Mart 1995'te Kaiko'nun, Dünya'nın en derin noktası olan Mariana Çukuru'nda 10.911 metre, Mayıs 2009'da ise Nereus'un aynı bölgede 10.902 metre derinliğe inmiş olması, söz konusu cihazların yetenekleri hakkındaki önemli ipuçlarıdır.





Bilimsel Uygulamalar

İnsansız su altı araçlarının akademik ve bilimsel amaçlı kullanımında, oşinografik ve sismik ölçümlerin yanı sıra deniz tabanındaki batıkların veya leşlerin ve arkeolojik kalıntıların incelenmesi önde gelir. Oşinografik ölçüm yapmak, özellikle Kuzey Denizi gibi buz altında çalışılan durumlarda hayli güçtür. Benzer şekilde, çok derin bölgelerde deniz tabanındaki fayların incelenmesini gerektiren sismik ölçümler de yüksek kabiliyetli uzaktan kumandalı su altı araçları veya otonom su altı araçlarının tasarlanmasını ve üretimini zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla birçok ülkedeki araştırma kuruluşlarının, 6000 metreye kadar sorunsuz dalabilen uzaktan kumandalı su altı araçları veya otonom su altı araçları vardır.

Akademik amaçlı uzaktan kumandalı su altı araçlarının ve otonom su altı araçlarının dikkat çeken bir diğer özelliği ise ticari ve askeri muadillerine göre çok daha düşük bütçeyle geliştirildikleri için maliyet etkin çözümler sunmalarıdır.

Ülkemizde İnsansız Su Altı Aracı Geliştirme Çalışmaları

Ülkemizde insansız sistem geliştirme çalışmaları, genelde insansız hava araçları etrafında yoğunlaşmış, son yıllarda insansız kara araçlarına da ilgi artmıştır. İnsansız su altı araçları geliştirmek için somut adımlar ise ancak 2006 yılında ve sonrasında atıldı. TÜBİTAK desteğiyle

Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilen Çok Amaçlı Ulusal İnsansız Su Altı Aracı (ULİSAR), 100 m'ye kadar dalması hedeflenmiş ve akustik bağlantı üzerinden kumanda edilen hafif sıklıkta bir uzaktan kumandalı su altı aracıdır. 1 Temmuz 2006-1 Temmuz 2009 tarihleri arasında devam eden bu proje, akademik ve kavramsal ispat anlamında Türkiye'de atılmış ilk önemli adımdır.

TÜBİTAK 1007 programı destekli olan Milli PAP (ROV) Cihazı Geliştirilmesi Projesi ise TÜBİTAK, Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) ve TÜBİTAK-MAM Enerji Enstitüsü arasında 26 Eylül 2006 tarihinde imzalanan sözleşme ile yürürlüğe girdi. Proje kapsamında geliştirilen askeri sınıf uzaktan kumandalı su altı aracı, üzerinde birçok farklı sensör taşıyan ve bir robot kolu olan bir araçtır.

14 Mayıs 2010 tarihinde ise, Milli AUV Cihazı Geliştirme Projesi sözleşmesi imzalanarak yürürlüğe girdi. Savunma Sanayii Müsteşarlığı Savunma Sanayii Destekleme Fonu (SSDF) desteğiyle yürütülen ve 36 ayda tamamlanması hedeflenen bu proje, üniversite-sanayi işbirliği modeli ile yürütülmüştür.

Halen Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının çeşitli destekleri ile insansız su altı aracı geliştirme faaliyetleri yürütmekte olan birtakım KOBİ'ler de var.

Bunların yanı sıra başta üniversiteler ve TÜBİTAK olmak üzere bazı kuruluşlardaki araştırmacılarımız da, özellikle insansız su altı aracı kontrolü üzerine genelde akademik çalışmalar yürütüyor. Kar-

maşık, ancak akademik anlamda bir o kadar da cazip olan bu problemin çözümüne ilişkin çalışmalar, spesifik bir hedef platform veya ürüne yönelik olmaktan çok, hareket modellerine ve özgün bir takım kontrol yaklaşımlarına ilişkin simülasyon çalışmaları şeklinde.

Sonuç

Günümüzde, en az 12 farklı ülkede 66 ayrı insansız su altı aracı projesinin yürütüldüğü biliniyor. Özellikle 1970'li yıllardan sonra kaydedilen gelişmelerle, tek bir insansız su altı aracının bir görevi başından sonuna sorunsuz olarak tamamlayabilmesi için gereken tecrübe kazanıldı. Dolayısıyla, birçok insansız su altı aracının büyük bir görevi, su üstü platformlarının da katılımıyla gerçekleştirmesi problemi de birçok yeni araştırmacının konusunu teşkil ediyor.

Ülkemizde de son yıllarda Ar-Ge temelli insansız su altı aracı geliştirme çalışmaları sürdürülüyor. Söz konusu çalışmaların sonuçlarının yakın gelecekte, dışa bağımlılığı en aza indireceği ve uluslararası düzeyde rekabet gücü sağlayacağı düşünülmüyor.

Kaynaklar

- Gökalp, B., Yıldız, Ö., Yılmaz, A. E., "İnsansız Su Altı Araçları: Güncel Teknolojiler ve Uygulamalar", *Savunma Sanayii Gündemi*, Sayı 12, s. 34-39, Eylül 2010.
 Yıldız, Ö., Yılmaz, A. E., Gökalp, B., "State-of-the-Art System Solutions for Unmanned Underwater Vehicles", *Radioengineering*, Cilt 18, Sayı 4, s. 590-600, Aralık 2009.
 Remotely Operated Vehicle Committee of the Marine Technology Society web sitesi, URL: <http://www.rov.org>.
 Suuçmez, E., "Milli ROV Projesi ve GATE/Maleri İş Ortaklığı", *Military Science & Intelligence-MSI*, s. 38-40, Mart 2009.
 Anonim, "Mayın Karşı Tedbirleri ve Türkiye", *Military Science & Intelligence-MSI*, s. 28-30, Nisan 2009.