

DÖNER KANATLI İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANARAK BÖLGESEL GÖZETİM AMAÇLI KİŞİ VEYA NESNE TAKİBİ

Rıdvan Özdemir*, Mustafa Kaya,§
Monier Elfarra,¶ Mehmet Önder Efe||
Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Ankara

ÖZET

Alçak irtifada uçan bir insansız hava aracı ile yukarıdan nesne takibi yapılması incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İnsansız hava aracı olarak daha önceden temin edilmiş dört rotorlu döner-kanat hava aracı kullanılmıştır. Bölgesel gözetim amaçlı nesne takibi, araç üzerine monte edilmiş hafif mikro kameralar vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Kamera ile merkez bilgisayar arasındaki iletişim RF donanımı ile sağlanmıştır. Gerçek zamanlı görüntü işleme için açık kaynak kodlu OpenCV kitaplık rutinleri kullanılmıştır. Hava aracının iç mekânda otonom uçuşu MATLAB-Simulink® ortamında geliştirilen bir yazılım ile sağlanmıştır. Laboratuvar içerisinde gerçekleştirilen bu ön çalışmada, işaretli cisimler/yüzler başarıyla takip edilmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında bölgesel gözetim amacıyla kalabalık ortamda nesne veya kişi takibinin deneysel olarak incelenmesi planlanmaktadır.

GİRİŞ

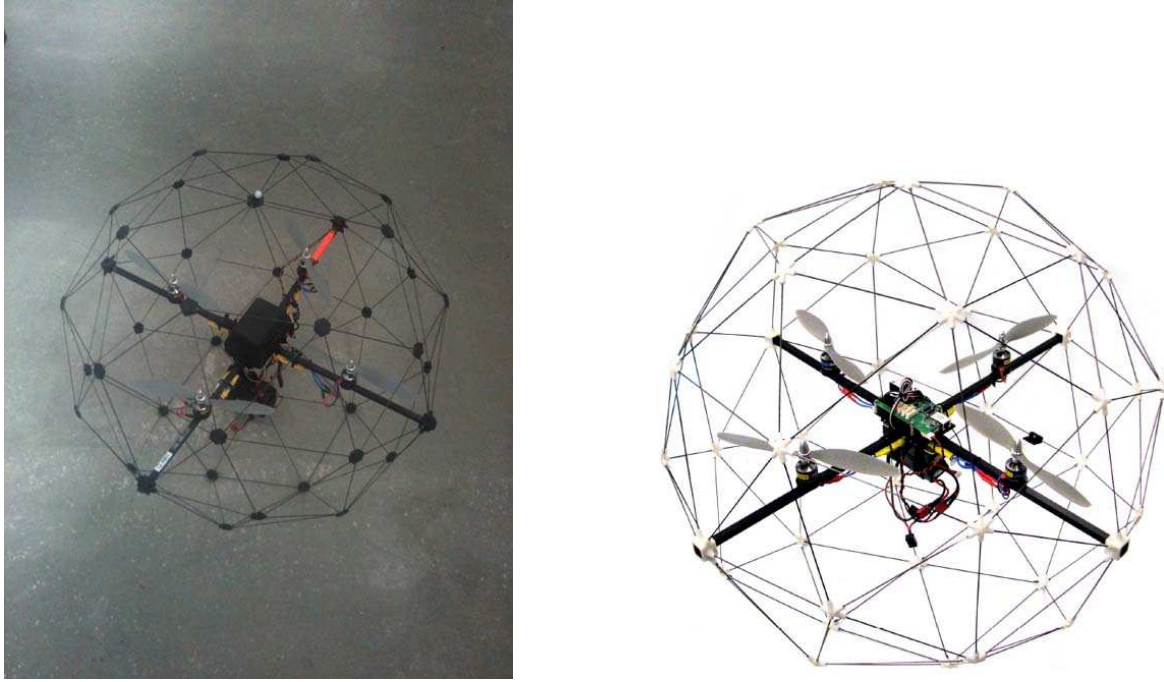
İnsansız Hava Araçlarının (İHA) çok çeşitli uygulamalarının olması her ülkeyi bu alanda araştırma ve teknoloji geliştirme konusunda motive etmektedir. İHA'lar, maliyet ve risk azaltma ile manevra ve operasyon kabiliyetlerini artırma gibi özellikleriyle insansız teknolojinin yaygınlaşmasında büyük bir örnek olarak gösterilmektedir. Ayrıca İHA'lar diğer insanlı uçan cihazlara kıyasla daha ucuz, hafif ve sessiz oldukları için, riskli durumlarda kullanılmaları oldukça yaygın ve desteklenen ürünlerdir. Günümüzde, İHA'lardan uzaktan algılama, taşıma, bilimsel araştırma, keşif ve gözetleme, hassas saldırılar, arama kurtarma gibi pek çok sivil ve askerî uygulama alanında yararlanılmaktadır. Daha önceden yürütülmüş çalışmaların ([1, 4]) devam niteliğinde olan bu çalışma kapsamında dört rotorlu döner-kanat bir insansız hava aracının (Şekil 1) nesne takip etmek üzere gözetleme görevi amacıyla kullanılabileceği incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

*Öğr. Gör., Ankara Havacılık MYO, E-posta: rozdemir@thk.edu.tr

§Yrd. Doç. Dr., Pilotaj Bölümü, E-posta: mkaya@thk.edu.tr

¶Yrd. Doç. Dr., Pilotaj Bölümü, E-posta: melfarra@thk.edu.tr

||Prof. Dr., Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, E-posta: moefe@thk.edu.tr



Şekil 1: Çalışmada kullanılan dört rotorlu döner-kanat insansız hava aracı (Quanser Qball-X4)

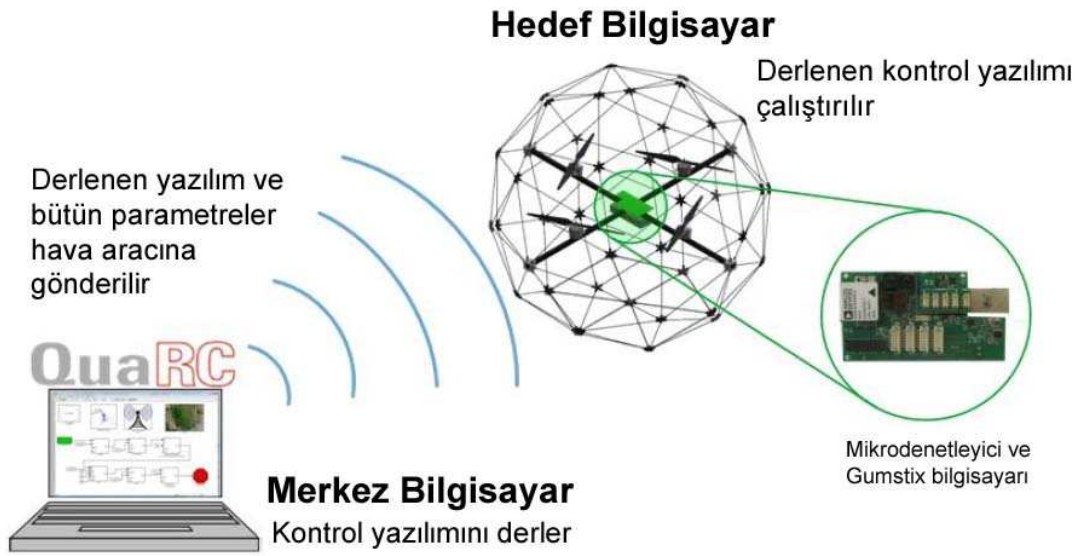
Gözetim amaçlı kişi ve nesne takibi ile kritik öneme haiz olan çeşitli bölgelerin kısa sürede geri dönüşümlü olacak şekilde havadan kontrolü hızlı ve güvenli bir şekilde sağlanabilir. Bu bağlamda, seçilen bölgedeki yerleşkelere sahip kamu kurumları ve açık meydanlar havadan düzenli olarak ya da gerektiği takdirde gözetlenebilir. Özellikle üniversiteler, orman işletmeleri, stadyumlar gibi toplu yaşama alanları ile trafik yoğun bölgeler, karayolları, gösteri-eylem alanları gibi insan yoğunluğunun hızla değiştiği bölgeler, havadan gözetleme ve takibin gerekli olduğu yerlere örnek olarak verilebilir.

Sabit bir nesnenin, sivil ve askeri amaçlar için havadan ve karadan takibi ile ilgili uygulamalarda görüntü işleme yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, hareketli bir nesnenin yine hareketli bir hava aracı üzerinden takip edilmesi ise göreceli olarak daha karmaşık bir problemdir. Hava aracının rüzgar ve motor titreşimleri gibi etkenlerden dolayı kamera (çözünürlük) algısını azaltması, görüntü işleme konusunda bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Sabit kamera kullanarak kalabalık bir tren istasyonunun gözlenmesi, akan trafiğin ve araçların tespiti, bir spor müsabakasında oyuncuların takibi gibi pek çok örneği olan görüntü işleme ve analiz yöntemleri literatürde yer almaktadır[2, 3, 5].

Bu çalışmada, döner kanatlı bir insansız hava aracı kullanılarak havadan nesne takibinin yapılabilirliği değerlendirilmiştir. Hava aracı, Quanser firmasına ([6]) ait Qball-X4 adlı bir dört rotorlu insansız hava aracı modelidir. Qball-X4, önceden belirlenmiş bir yörüngede kontrollü uçuşu için MATLAB-Simulink® ortamında geliştirilen bir yazılım kullanılmıştır. Görüntüler, hava aracı üzerine yerleştirilen mikro kameralar ve RF donanımı ile gerçek zamanlı olarak merkez bilgisayara iletilmiştir. Görüntü işleme, açık kaynak kodlu OpenCV kitaplık rutinleri ile yapılmıştır. Bu ön çalışmada, laboratuvar içerisine yerleştirilen işaretli cisimler başarıyla takip edilebilmiştir.

İNSANSIZ HAVA ARACI

Quanser Qball-X4 (Şekil 1), uygulamalı İHA araştırmaları için geniş bir kullanım alanı sunmak üzere özel olarak tasarlanmış döner kanatlı bir araçtır. Qball-X4'ün itkisi, her birine 2.5 cm uzunluğunda bir



Şekil 2: Merkez-Hedef bilgisayar yapılandırması

pervane monte edilmiş dört adet motor ile sağlanmaktadır. Hava aracı, emniyet ve koruma amaçlı olarak karbon-fiber yapılı bir kafesin içinde yer almaktadır.

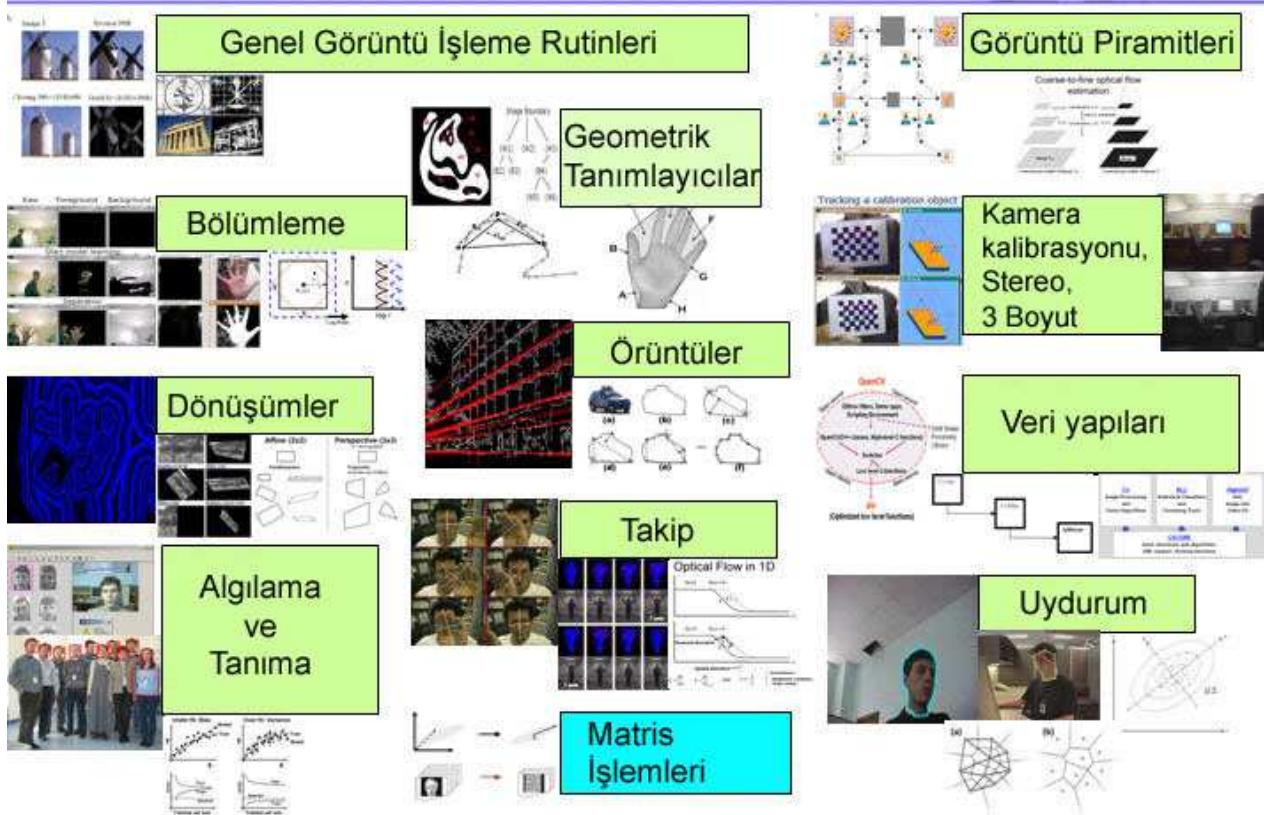
Qball-X4 üzerinde, ayrıca, bir veri toplama kartı (İng: *data acquisition card*), bir mikrodenetleyici (İng: *microcontroller*) ve gömülü (İng: *embedded*) Gumstix bilgisayarları ([7]) bulunmaktadır. Qball-X4 ile birlikte gelen QUARC yazılımı aracılığıyla gömülü Gumstix bilgisayarları bir hedef bilgisayar (İng: *target computer*) olarak kullanılabilir. QUARC'ın açık-mimarî donanım yapısına sahip olması ve MATLAB-Simulink ile arayüz sağlaması sonucunda hızlı ve güçlü kontrol uygulamaları kolayca geliştirilebilmektedir. Bu çalışmada da Qball-X4'ün belirlenen yörüngede kontrollü uçuşu, MATLAB-Simulink ortamında geliştirilen bir yazılımın QUARC aracılığı ile gömülü Gumstix bilgisayarında çalıştırılması ile sağlanmıştır. Geliştirilen yazılım, yörüngeyi tanımlayan değişkenler de dahil olmak üzere bütün kontrol parametrelerinin uçuş esnasında gerçek zamanlı olarak merkez bilgisayar kullanıcısı tarafından değiştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Merkez ve hedef bilgisayarlar ile oluşturulan yapılandırmanın şeması, Şekil 2'de gösterilmektedir.

GÖRÜNTÜ İŞLEME

OpenCV kitaplığı, hesaplama verimini yükselterek gerçek-zamanlı uygulama odaklı olarak tasarlanmıştır. C/C++ bilgisayar programlama dillerinde binlerce eniyilenmiş algoritma (İng: *optimized algorithm*) kullanılarak yazılmıştır (Şekil 3). Kitaplık, ayrıca, işlemci destekli çok çekirdekli işleme özelliklerini kullanabilmektedir. Dünyanın her yerinden yaklaşık 50000 kullanıcı tarafından oluşturulmuş bir sanal topluluk (İng: *community*) tarafından sürekli takip edilmektedir. Kitaplığın, bugüne kadar 5 milyondan daha fazla internet üzerinden indirildiği tahmin edilmektedir. Bilimsel araştırmaların yanı sıra kullanım alanı olarak etkileşimli sanat ve internet uygulamaları da yer almaktadır.

Laboratuvar ortamında uçurulan hava aracından nesne/kişi görüntüleri gerçek zamanlı olarak yer istasyonuna aktarılmaktadır. Yer istasyonunda açık kaynak kodlu (BSD lisanslı) OpenCV ([8]) kitaplık rutinleri kullanılarak geliştirilen bir yazılım ile alınan görüntü işlenmektedir. Yazılımın geliştirildiği zamanlarda en güncel sürüm olan OpenCV Sürüm 2.3.1 kullanılmıştır. Geliştirilen yazılım, nesne/kişi takibine ek olarak optik akış ve kenar tespiti problemleri için de kullanılabilir. Yazılımın örnek bir arayüzü Şekil 4'te

OpenCV Kitaplık Rutinleri > 500 rutin



Şekil 3: OpenCV kitaplığı uygulamalarının şematik özeti

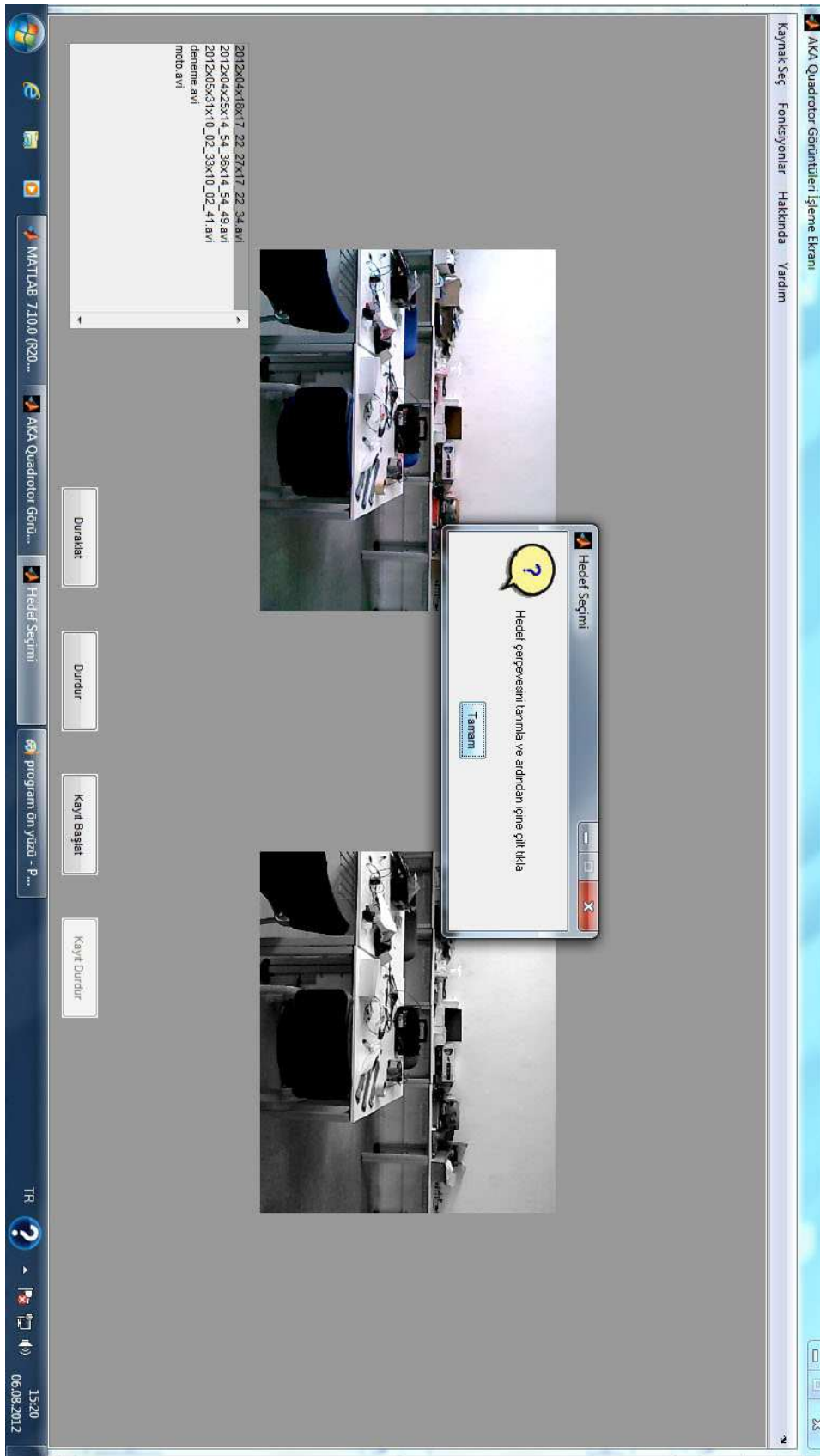
verilmiştir.

UYGULAMALAR

Uygulamanın ilk aşamasında insansız hava aracı Qball-X4'ün belirli bir yörüngede gitmek üzere kontrollü uçuşu sağlanmaktadır. Gerek duyulursa, uçuş esnasında yörünge değişkenlerinin değiştirilmesi ile hava aracı farklı bir yörüngeye yönlendirilebilir. Ayrıca, bir pilot, merkez bilgisayara bağlı kumanda aracılığıyla otonom uçuşa müdahale ederek de yörüngeyi değiştirebilir.

Daha sonraki aşamada, Qball-X4'e monte edilmiş olan kameranın görüş alanı içindeki herhangi bir sabit ya da hareket halindeki kişi/nesne, merkez bilgisayardaki kullanıcı tarafından işaretlenir. İşaretlenen kişi/nesne, kameranın gönderdiği görüntü çerçevesi içerisinde kaldığı sürece takip edilebilmektedir. Kişi/nesne, görüntü çerçevesi dışına çıktıktan sonra çerçeve içerisine tekrar girerse takip kaldığı yerden devam eder. Nesnenin çerçeve dışına çıkması, otonom uçuşa müdahale etme yetkisi pilotun kontrolü ile de kolayca engellenebilmektedir.

Kişi/nesne takibine örnek olarak Şekil 5'te, işaretlenen bir yüzün takibi verilmektedir. Takip edilen yüz, yaklaşıp uzaklaştıkça ya da hareket ettikçe işaretli olarak görüntü çerçevesinin içerisinde gerçek zamanlı olarak tespit edilmektedir. Bildirinin sunumu esnasında takip örnekleri video olarak gösterilecektir.



Şekil 4: Nesne takibi için geliştirilen yazılımın örnek arayüzü



Şekil 5: Örnek kişi takibi

DEĞERLENDİRMELER

Bu ön çalışmada, döner kanatlı insansız hava aracı laboratuvar ortamında kontrollü olarak uçurulmuştur. Laboratuvar içerisinde gerçekleştirilen bu çalışmada, işaretli cisimler/yüzler başarıyla takip edilmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, dış ortamda kalabalık içerisinde kişi ve/veya nesne takibi yapılması planlanmaktadır. Ayrıca, otonom uçuş yerine pilot kontrollü uçuş yapılması da sağlanacaktır.

Kaynaklar

- [1] Eresen, A., İmamoğlu, N. ve Efe, M.Ö., *Autonomous Quadrotor Flight with Vision-based Obstacle Avoidance in Virtual Environment*, Expert Systems with Applications, Cilt 39, 2012.
- [2] Dang, B., Tran, A., Dinh, T. ve Dinh, T., *A Real Time Player Tracking System for Broadcast Tennis Video*, Intelligent Information in Computer Science, Cilt 5991/2010, 2010.
- [3] Cezar, J., Jacques S. J., Musse, S. R. ve Jung, C. R., *Crowd Analysis Using Computer Vision Techniques*, IEEE Signal Processing Magazine, Cilt 1053-5888/10, 2010.
- [4] Önkol, M. ve Efe, M. Ö., *Experimental Model Based Nonlinear Control Algorithms for a Quadrotor Unmanned Vehicle*, 2nd Int. Symposium on Unmanned Aerial Vehicles, Haziran 8-10, Reno, Nevada, 2009.
- [5] Ozturk, O., Yamasaki, T. ve Aizawa, K., *Tracking of Humans and Estimation of Body/Head Orientation from Top-view Single Camera for Visual Focus of Attention Analysis*, IEEE 12th International Conference on Computer Vision Workshops, ICCV Workshops, 2009.
- [6] İnternet adresi, http://www.quanser.com/english/html/home/fs_homepage.html, Son ziyaret tarihi: Haziran 2012.
- [7] İnternet adresi, <http://www.gumstix.com>, Son ziyaret tarihi: Haziran 2012.
- [8] İnternet adresi, <http://opencv.org>, Son ziyaret tarihi: Haziran 2012.