

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EV ORTAMINDA ÇOCUK GÜVENLİĞİ AMAÇLI AKILLI
GÖZETLEME SİSTEMİ**

Bilgisayar Mühendisi Elif DANDAN

**FBE Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. M. Elif KARSLIĞİL

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Önceki Çalışmalar	2
2. EV ORTAMINDA ÇOCUK GÜVENLİĞİ.....	5
2.1 Temel Kavramlar	5
2.1.1 Renk Uzayları	5
2.1.1.1 RGB Renk Uzayı	5
2.1.1.2 YIQ Renk Uzayı	7
2.1.1.3 YCbCr renk uzayı	8
2.1.1.4 HSI, HLS ve HSV renk uzayları.....	8
2.1.2 Nesne Takibi	11
2.1.3 Nesne Takibi Yöntemleri.....	11
2.1.3.1 Kalman Filtresi	12
2.1.3.2 Arka Plan Çıkarımı İle Nesne Takibi Yöntemi	12
2.1.3.3 Ortalama Kayma (Mean Shift)	15
2.1.3.4 Sürekli Uyarlamalı Ortalama Kayma (Camshift)	19
2.1.4 Perspektif	20
3. EV ORTAMINDA ÇOCUK GÜVENLİĞİ SİSTEMİ TASARIMI.....	21
3.1 Uygulama Mimarisi	21
3.1.1 Tehlikeli Bölge Belirleme Katmanı.....	23
3.1.2 Takip Katmanı	24
3.1.3 Tehlike Durumlarının Tespit Edilme Katmanı	32
3.1.3.1 Tehlikeli Bölge Tespiti	32
3.1.3.2 Düşme Durumunun Tespit Edilmesi	34
3.1.3.3 Hareketsiz Kalma Durumunun Tespit Edilmesi	35
3.1.4 Alarm Üretilme Katmanı	36
3.2 Uygulama Yöntemleri	37
3.2.1 Tekli Kamera Yöntemi	37
3.2.2 Çoklu Kamera Yöntemi	38
4. UYGULAMA TESTLERİ.....	43
4.1.1 Tekli Kamera Sistemi İle Tehlikeli Bölgenin Tespit Edilmesi.....	43

4.1.2	Düşmenin Tespit Edilmesi.....	49
4.1.3	Farklı Renk Tonları İle Çocuğun Takip Edilmesi	51
4.1.3.1	Sari Renk	51
4.1.3.2	Mavi Renk	53
4.1.3.3	Turuncu Renk	54
4.1.3.4	Kırmızı Renk	56
4.1.4	Hareketsiz Kalma Durumunun Tespit Edilmesi	57
4.1.5	Çoklu Kamera Sistemi İle Tehlikeli Bölgenin Tespit Edilmesi	58
5.	SONUÇ.....	65
KAYNAKLAR.....		67
ÖZGEÇMİŞ.....		69

KISALTMA LİSTESİ

PDF	Probability Density Function
SAD	Sum Of Absolute Differences
RMI	Remote Method Invocation
SOAP	Simple Object Access Protocol
WSDL	Web Services Description Language
OpenCV	Open Computer Vision
JNI	Java Native Interface
API	Application Program Interface
DLL	Dynamic Link Library
MVC	Model View Controller
Camshift	Continuously Adaptive Mean Shift
HSV	Hue Saturation Value
CCTV	Closed Circuit Television
FPS	Frame Per Second
HRR	Highest Redundancy Ratio
MMSC	Multimedia Messaging Service Center
MMS	Multimedia Messaging Service
SMSC	Short Message Service Center
SMS	Short Message Service
PPG	Push Proxy Gateway
VAS	Value Added Services
VASP	Value Added Service Provider
MM7GW	MM7 Gateway

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 RGB Renk Uzayı (Taşkın, 2007)	6
Şekil 2.2 UV renk bileşenleri (Taşkın, 2007)	7
Şekil 2.3 I ve Q renk bileşenleri (Taşkın, 2007)	8
Şekil 2.4 HLS renk uzayı (Taşkın, 2007)	9
Şekil 2.5 Altıgen huni şeklinde HSV renk uzayı (Taşkın, 2007)	10
Şekil 2.6 Çift altıgen huni şeklinde HSI Renk Modeli (Taşkın, 2007)	10
Şekil 2.7 Nesne temsili (Yılmaz vd., 2006) . (a) ağırlık merkezi, (b) çoklu nokta, (c) dikdörtgen bölge, (d) eliptik bölge, (e) parça tabanlı çoklu bölge, (f) nesne iskeleti, (g) nesne dış noktalar, (h) nesne dış çizgi, (i) nesne silueti.....	11
Şekil 2.8 Ortalama kayma yoğun bölge tespiti (Ukrainitz ve Sarel)	16
Şekil 2.9 Ortalama kayma nesne takibi hedef temsili (Ukrainitz ve Sarel).....	18
Şekil 2.10 Ortalama kayma nesne takibi hedef belirleme (Ukrainitz ve Sarel)	19
Şekil 3.1 Durum diyagramı	22
Şekil 3.2 Uygulama mimarisi blok diyagramı.....	23
Şekil 3.3 “Evde Çocuk Güvenliği” sistemi ara yüzü – Tehlikeli bölge	23
Şekil 3.4 Tek kamerada tehlikeli bölge belirlenmesi	24
Şekil 3.5 Camshift kapalı kutu yaklaşımı (François, 2004)	25
Şekil 3.6 Camshift takip adımları (François, 2004).....	28
Şekil 3.7 Camshift 3. adım detayı (François, 2004)	30
Şekil 3.8 Çocuğun renk istatistiği.....	31
Şekil 3.9 Geriye izdüşüm	31
Şekil 3.10 Çocuğun takip edilmesi.....	32
Şekil 3.11 Tehlikeli bölge toleransı	33
Şekil 3.12 Düşme adımları	35
Şekil 3.13 MMS uygulama mimarisi.....	37
Şekil 3.14 Kameraların konumlandırılması.....	39
Şekil 3.15 Çoklu kamera yöntemi uygulama mimarisi	41
Şekil 3.16 RMI ile Uzak Metot Çağırımı	42
Şekil 4.1 “Evde Çocuk Güvenliği” uygulaması ara yüzü.....	44
Şekil 4.2 Test odası.....	45
Şekil 4.3 Tehlikeli bölgelerin belirlendiği test odası.....	46
Şekil 4.4 “Tehlikeli Bölge” tanımlanması	46
Şekil 4.5 (a), (b), (c), (d) Çocuğun takip edilmesi.....	47

Şekil 4.6 (a) Tehlikeli bölge belirleme ekranı (b) Çocuğun takip edilmesi (c) 1. tehlikeli bölgede tespit edilmesi.....	48
Şekil 4.7 (a) Tehlikeli bölge belirleme ekranı (b) Çocuğun takip edilmesi (c) 2. tehlikeli bölgede tespit edilmesi.....	49
Şekil 4.8 (a), (b), (c), (d) Çocuğun düşme adımları (e) düşme lambasının yanması.....	49
Şekil 4.9 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun düşme durumunun tespit edilmesi (a) (c) 1 numaralı kamera ile takip, (b) (d) 2 numaralı kamera ile takip, (e), (g) 1 numaralı kamera sonucu, (f), (h) 2 numaralı kamera sonucu	50
Şekil 4.10 Sarı renk ile çocuğun takip edilmesi	51
Şekil 4.11 (a) Çocuğun takip edilmeye başlanması. (b) Çocuğun olasılık-renk istatistiği (histogram) grafiği	52
Şekil 4.12 (a) Çocuğun normal görüntüsü (b) Takip esnasında çocuğun geriye izdüşüm görüntüsü.....	52
Şekil 4.13 (a) Çocuğun normal görüntüsü (b) Takip parametreleri güncellenen çocuğun geriye izdüşüm görüntüsü	53
Şekil 4.14 Mavi renk ile çocuğun takip edilmesi	53
Şekil 4.15 Mavi renk ile çocuğun takip edilmesi (a) Çocuğun takip için işaretlenmesi (b) Çocuğun olasılık-renk histogram grafiği (c) Televizyonun takip için işaretlenmesi (d) Televizyonun olasılık-renk histogram grafiği.....	54
Şekil 4.16 Turuncu renk ile çocuğun takip edilmesi (a) Çocuğun takip edilmeye başlanması. (b) Çocuğun yoğunluk-renk istatistiği (histogram) grafiği. (c) Parke zeminin takip olarak seçilmesi, parke zemin alanı d) Parke zemin renk histogramı.....	55
Şekil 4.17 Turuncu renk ile çocuğun takip edilmesi	56
Şekil 4.18 Kırmızı renk ile çocuğun takip edilmesi (a) Çocuğun takip edilmeye başlanması. (b) Çocuğun yoğunluk-renk histogram grafiği	56
Şekil 4.19 Kırmızı renk ile çocuğun takip edilmesi	57
Şekil 4.20 Tehlike oluşturabilecek bir durumda hareketsiz kalma durumu	57
Şekil 4.21 Düşme sonrası hareketsiz kalma durumu	58
Şekil 4.22 Uyuma esnasında hareketsiz kalma durumu	58
Şekil 4.23 Tehlikeli bölgelerin belirtilmesi 1. kamera görüntüsü (sol), 2. kamera görüntüsü(sağ).....	59
Şekil 4.24 Çoklu kamera sistemi ile birinci tehlikeli bölgenin tespit edilmesi	60
Şekil 4.25 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun ikinci tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu	61

Şekil 4.26 Tehlikeli bölgelerin belirtilmesi 1. kamera görüntüsü (sol), 2. kamera görüntüsü(sağ).....	61
Şekil 4.27 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun birinci tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu	62
Şekil 4.28 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun ikinci tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu	63
Şekil 4.29 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun üçüncü tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu	63
Şekil 4.30 Çoklu kamera sistemi : tehlikesiz durum . (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu	64

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Küp köşegenlerinde bulunan RGB renk tonları	6
Çizelge 4.1 Tekli kamera sistemi tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri I.	43
Çizelge 4.2 Tekli kamera sistemi tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri II	43
Çizelge 4.5 Çoklu kamera sistemi ile tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri I.....	59
Çizelge 4.6 Çoklu kamera sistemi ile tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri II.....	59

ÖNSÖZ

Bu çalışma ile ev ortamında çocuk davranışlarını analiz eden bir sistem tasarlanarak, çoğunlukla çalışan ebeveynlerin ev ortamını sürekli olarak gözlemleme ihtiyaçlarını en aza indirmek amaçlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca, değerli önerileri ve destekleriyle her türlü katkıyı esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Elif KARSLIGİL'e, hayatım boyunca her zaman pozitif enerjisiyle bana güç veren aileme, beni sürekli motive eden ve desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Cüneyd Murad ÖZSERT ve Mehmet Cengiz ULUBAŞ'a, göstermiş olduğu anlayış ve desteği için yöneticim Nuri BÜKREK'e ve son olarak çalışmamın en önemli bölümünde katkılarını esirgemeyen küçük oyuncularım Mert Anıl KARAMELEK ve Ali ALTIN'a sonsuz teşekkürler.

Ayrıca yüksek lisans eğitimin boyunca destek olan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışmada günlük hayatta ev içerisinde çocukların karşılaşabileceği tehlikeli durumları ebeveynlerin uzaktan takip edebilmesini sağlayan hareketli görüntü işleme tabanlı bir sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Takip işlemi, odayı farklı açılardan görebilecek şekilde yerleştirilmiş iki kamera ile yapılmıştır. İki kamera kullanılması sayesinde, görüş alanındaki nesnelerin birbirlerine göre konumlarını değerlendirmek mümkün olmuştur. Geliştirilen sistemde çocuğun hareketleri sürekli izlenerek, önceden belirlenmiş tehlikeli bölgelere yaklaşması, yere düşmesi ve belirli bir süre yerden kalkmaması, herhangi bir yerde hareketsiz kalması durumlarından biri oluştuğunda alarm üretilerek ilgili kişilerin cep telefonlarına olay anı görüntüsü gönderilmektedir. Bu sayede eğer gerçekten acil yardım gerektiren bir durum oluştu ise ilgili kişilerin hızla harekete geçebilmesi sağlanmış olacaktır.

Sistemde önce ilk değer belirlemeleri yapılmaktadır. Bu aşamada, ebeveyn tarafından odadaki priz, televizyon, ısıtıcı gibi çocuk için tehlikeli olabilecek bölgeler işaretlenmekte, çocuğun hareketsiz kalma süresi gibi alarm üretilmesi için gerekli olan eşik seviyesi değerleri belirlenmektedir. İkinci aşamada yer alan takip bölümünde çocuğun takip edilmeye başlanması için arayüzde seçilmesi gerekmektedir. Bu sayede aynı ortamda, birden fazla kişi olduğunda takip edilmesi gereken kişinin belirlenmesi sağlanır. Takip işlemi, renk bilgisi özellik olarak kullanılarak Camshift yöntemi ile yapılmıştır. Üçüncü aşamada, takip süresince alarm üretilmesini gerektirecek durumların oluşup oluşmadığı değerlendirilmektedir. Çocuğun konumu iki kamera tarafından farklı açılardan takip edildiği için, her iki kamera tarafından tehlikeli bölgeye yaklaştığı belirlendiğinde alarm üretilir. Düşme durumu değerlendirilirken ani dikey değişiklikler dikkate alınmıştır. Hareketsiz kalma durumunun tespit edilmesinde ise yatay ve dikey konumdaki hareket değişiklikleri değerlendirilmiştir. Son olarak alarm bölümünde ebeveynlere anında bilgi iletilmesi ve görsel haberleşmeyi sağlayan mms mesajlaşma tercih edilmiştir. Çocuğun tehlikede olduğu tespit edildiğinde o anki görüntü mms olarak ebeveynlere iletilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hareketli görüntü işleme, evde çocuk güvenliği, nesne takibi, çocuk denetleme sistemi

ABSTRACT

In this study the moving image processing based system designed and implemented that enables parents to remotely monitor dangerous situations of the daily lives of children in the home. Follow-up process is handled with two cameras which are positioned to be able to see the room from different angles. Through the use of two cameras, field of view has been possible to evaluate the positions of objects relative to each other. The child's movements constantly monitored with the developed system when the approach of a predetermined danger zones, dropped and remain motionless in a certain period of time or remain motionless in any situation where one moment the event occurs, an alarm image is sent to the persons concerned by mobile phone. In this way, if the child really was a condition that requires emergency assistance will be provided the persons concerned to move quickly.

Firstly the initial values should be determined in the system. At this stage, parents marks the regions that can be dangerous for the child such as plugs, television, heater and determines the required threshold values to produce alarm such as the duration for motionless. In the following section which stays in the second stage, the child must be selected to start the following. In this way, when more than one person stay in the same environment the child who should be followed is determined. Follow-up process, performed by the method Camshift using color information as a feature. The third stage, whether the production of alarm conditions occurred or not during follow-up is evaluated. The child's location is followed by two cameras from different angles. So an alarm is generated when both by the two cameras specify that the child is closer to the dangerous region. Falling state is evaluated by abrupt vertical changes in the state. Assess the motionless situation the calculated changes in horizontal and vertical position. Finally, the alarm section for parents that provides real time information transmission and visual node mms messaging is preferred. When the child is in danger state multimedia message which contains the current image send to the parents.

Key Words: Image processing with moving objects, children's safety at home, object tracking, child control system

1. GİRİŞ

Ev ortamı, bebek ve çocukların sağlıklarını ve yaşamlarını tehdit eden riskleri de içinde barındırır. Bu yüzden ebeveynlerin, ev içerisinde çocukların neler yaptıklarını bilmeleri önemlidir.

Çocuklarda görülen kazaların önemli bir bölümü ev ortamında meydana gelmektedir. Dünya'da ve ülkemizde ev kazaları, özellikle okul öncesi 0-6 yaş döneminde çeşitli yaralanmalara, sakatlanmalara ve ölümlere neden olması açısından önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Kaza anında yapılan ilk müdahale çok önemlidir.

Tüm aile tarafından müşterek olarak kullanılan oturma odası veya salon evin önemli bir yeridir. Ebeveynlerin dinlenme yeri olan oturma odası aynı zamanda çocuklar için de oyun ve eğlence alanıdır. Bu alanın değişik amaçlar ile kullanılıyor olması çocuklar için burayı olası bir kaza alanı haline getirmektedir.

Kaza olasılığını olabildiğince azaltabilmek için önlemler alınmalıdır. Örneğin, evin genel elektrik güvenliği yanında mutfak, banyo, çocuk odası, salon, oturma odası gibi mekanın özelliğine, taşıdığı riske göre ayrı olarak dikkate alınıp değerlendirilmelidir. Prizler, ara kabloları, fişler, pişirici ve ısıtıcı gibi elektrikli ev aletleri özelliklerine ve bulunduğu mekana göre güvenli hale getirilmelidir. Salonda şömine varsa bu alanın devamlı kontrol edilmesi gerekmektedir. Şöminede kullanılan demir maşa, demir çubuk, süpürge gibi aksesuarlar ile kibrit ve benzeri tutuşturucular veya şöminenin taş veya tuğladan yapılmış kenar ve köşeleri çocuklar için önemli tehlikeler taşımaktadır.

Her ne kadar birtakım önlemler alınsa da, özellikle çocuğun sürekli kontrol edilmesinin mümkün olmadığı durumlarda, evin birçok bölümü çocuklar için tehlike teşkil etmeye devam etmektedir. Bu tez çalışmasında ev ortamında çocuk güvenliğini sağlayan, akıllı gözetim yapan bir kapalı devre yayın sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Kapalı devre yayın sistemleri televizyon sisteminden farklı olarak bir merkezden açık ve geniş kullanıcı kitlesine yayın yapmak yerine lokal bir alan içinde görüntü izleme imkanı sunarlar. Bu uygulama ile çocuklar için tehlike oluşturabilecek bölümler belirlenip çocuğun sürekli olarak gözlemlenmesi sağlanmaktadır. Uygulama geliştirilirken temel alınan yöntem insanların dış dünyayı nasıl algıladığı dikkate alarak geliştirilmiştir. Önemli olan yapılacak işin basite indirgenmesini sağlayabilmektir. Çocuk, bulunduğu oda içinde sürekli takip edilerek, ebeveynler tarafından belirlenen tehlikeli bölgelerden herhangi birine yaklaştığında, düştüğünde veya belirli bir müddet hareketsiz kaldığında sistem tarafından anında

ebeveynlere alarm üretilerek olabilecek veya olan tehlikelere karşı ebeveynler bilgilendirilmektedir. Ebeveynlerin bilgilendirilmesi için en kolay ve en etkin haberleşme aracı olan cep telefonları seçilmiştir. Ebeveynlerin cep telefonlarına sistemin tespit ettiği tehlikeli durum MMS olarak gönderilerek ebeveynlerin görsel olarak da bilgilendirilmesi sağlanmıştır. Böylece ebeveynlere ön bilgi verilmesi sağlanmış olup nasıl bir işlem yapılacağı ebeveynlere bırakılmıştır.

1.1 Önceki Çalışmalar

Evde çocuk güvenliği ile ilgili olarak daha çok kaza oluşmadan ne türlü tedbirlerin alınabileceğine dair birtakım öneriler bulunmaktadır. Hatta bu konuda gerek alışveriş sitelerinde gerekse mağazalarda birçok ürün satılmaktadır. Bunlardan bazıları çocuk güvenlik kapıları, manyetik dolap kilidi, pencere güvenlik kilidi vb. ürünlerdir.

Bu konuda daha çok çeşitli güvenlik firmalarının yapmış oldukları gizli kamera sistemi ile çocukların izlenmesi sağlanmaktadır. Fakat bu sistemler sürekli olarak kamera verilerinin takip edilmesini gerektirmektedir. Bunun yerine bu verilerin otomatik olarak yorumlanması ve gerektiğinde ebeveynlerin haberdar edilmesi ebeveynler açısından daha verimli olacaktır.

Bu çalışmaya benzer bir çalışma Jafarabadi (2008) tarafından açık alanda çocukların güvenliği konusunda geliştirilmiştir. Uygulamada kullanıcıdan tehlikeli bölgenin işaretlenmesi istenmektedir. Bu yöntemde video içerisinde sadece çocuğun hareket ettiği varsayılarak gri seviyesindeki görüntülerle çalışılmıştır. Görüntü bölgelere ayrılıp her bir bölge için SAD (Sum Of Absolute Differences – Mutlak değer farklarının toplamı) algoritması kullanılarak hareketin tespit edilmesi sağlanmıştır. Deneyim ile belirlenen bir eşik seviyesinin üzerinde bir değer elde edildiğinde hareket olduğu tespit edilmektedir. Daha sonra hareket eden nesnenin pozisyonu ile tehlikeli bölgenin sınırları kontrol edilip alarm üretilmektedir. Uygulama adımları arka plan çıkarımı, gürültü temizlenmesi, kenar belirleme, nesne tanıma ve pozisyon belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır. Gürültü temizlenmesi esnasında 16*16 median (orta değer) filtre , kenarların belirlenmesi aşamasında Sobel filtresi kullanılmıştır. Çocuğun hangi bölgede olduğunun tespiti aşamasında ise hareketli nesnenin kenarları ile daha önceden ayrılan bölme sınırları karşılaştırılmıştır. Matlab simulink ortamında test edilmiştir.

Bir diğer çalışma ise benzer şekilde ev ortamında tehlikeli durumların tespit edilmesiyle ilgilidir (Cucchiara vd., 2004). İnsan duruşunun sınıflandırılması üzerine yapılan bir

çalışmadır. Bunu gerçekleştirmek için histogram izdüşüm gösterimini kullanmışlardır. Olasılık haritaları oluşturulurken denetlenen istatistiksel öğrenme (supervised statistical learning) metodu kullanılmıştır. Bu çalışma hareket eden insanlar temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma tek kamera ile yapıp iki boyutlu veri üzerinde çalışılmıştır. Çocuğun tam olarak pozisyonunun belirlenebilmesi için kamera ayarlanmasından faydalanmışlardır. Odada sadece bir kişinin hareket ettiği, herhangi bir örtüşme olmadığı ve odaya ayakta girdiği varsayılmıştır. İnsan duruşu dört durumda ele alınmıştır. Bunlar : ayakta durma, oturma, çömelme ve yatma durumlarıdır. Sadece yatma pozisyonu tehlikeli durum olarak değerlendirilmiştir.

Güvenlik konusunda yapılan çalışmalar sadece ev ortamıyla sınırlı değildir. Günlük hayatta ulaşım için çoğunluğun kullandığı tren istasyonlarında güvenlik konusunda da birçok çalışma yapılmıştır. Tren istasyonlarında yolcu güvenliği konusunda çoklu kamera sistemi kullanılarak yolcuların tehlikede olduğunun tespit edildiği durumda alarm üretilerek erken müdahale edilmesi sağlanmaktadır (Oh vd., 2007). Sistem temel olarak trenin tespit edilmesi, nesnenin tespit edilmesi ve nesnenin takip edilmesi adımlarından oluşmaktadır. Tren için olabilecek durumlar; izlenilen alanda trenin olmaması durumu, trenin yaklaşıyor olması durumu, trenin duruyor olması durumu : bu durumda tren tüm alanı kaplamaktadır ve trenin izlenen alandan uzaklaşması durumu olmak üzere temel olarak dört durum tanımlanmıştır. Sadece trenin izlenilen alanda bulunmaması durumunda nesne tespiti yapılmaktadır. Diğer durumlarda tren tespit edilmeye çalışılmaktadır. Tren durumlarının tespiti için algılayıcılar kullanılmıştır. 1'den n'e kadar kamera tren istasyonunu sıralı bir şekilde izlemektedir. Bu durumda belirli bir anda her kamera farklı bir durumu gözlemliyor olacaktır. Tehlikeli durum olarak tren alanına nesnenin düşmesi ve ani ışık değişikliği değerlendirilmiştir. Tren alanına nesnenin düşmesi durumu sadece tren etrafta yokken değerlendirilmektedir. Bir önceki çerçeve görüntüsü değerlendirilerek tehlikeli bölgede nesnenin olup olmadığı kontrol edilir. Nesne tehlikeli bölgede tespit edilirse nesnenin tamamının tehlikeli bölgede olup olmadığı bilgisi de kontrol edilmektedir. Tehlike durumu her zaman değerlendirilmek yerine sadece trenin olmadığı durumda değerlendirilmiştir. Tren görünür olduktan sonra da yolcuların düşme tehlikesi mevcuttur.

Tren istasyonunda güvenlik konusunda yapılan bir diğer çalışma ise tren istasyonlarında tehlikeli durumların tespit edildiği çalışmadır (Monitzer). Bu çalışmada tehlikeli durum olarak yolcuların güvenlik şeridini aşmaları, raylara çeşitli nesneler fırlatmaları, tren kapısında sıkışmaları vb. durumlar ele alınmıştır. Bunun için öncelikle arka plan çıkarımı

yapılmış olup ardından insanların birçok genel nesneden büyük olduğu, dikey – yatay oranına göre uzun olarak nitelendirilebildiği, trenin mutlaka raylar arasında olması gerektiği gibi varsayımlar doğrultusunda objeler belirlenip tehlikeli durumlar tespit edilmektedir. İstasyonun farklı bölümleri; tren rayları, güvenli bölgeler sisteme verilmektedir. Kamera ayarlaması için yerde dikdörtgen bir alan belirtilmelidir.

Bu çalışmada, ev ortamında çocuk güvenliği sistemi yapılmıştır. 2. bölümde sistem tasarımı anlatılmadan önce bilinmesi gereken temel kavramlardan bahsedilmiştir. Bunlar : renk uzayları, nesne takibi yöntemleri ve perspektif bilgisidir. 3. bölümde ise sistem tasarımı anlatılmıştır. Sistem tasarımı kısmında uygulama mimarisi katmanlı yapı olarak ele alınmıştır. Bunlar: tehlikeli bölge belirleme katmanı, takip katmanı, tehlikeli durumların tespit edilme katmanı ve alarm üretilme katmanıdır. Ayrıca uygulama yöntemleri olan tekli kamera yöntemi ve çoklu kamera yönteminden bahsedilmiştir. 4. bölümde ise uygulama testleri yer almaktadır. Son olarak sonuç bölümünde sistemin geliştirilme evresi anlatılıp genel olarak uygulamanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. EV ORTAMINDA ÇOCUK GÜVENLİĞİ

Bir görsel gözetim sistemi, insanlara kamera ile izlenen ortamlarda, ortamla ilgili bilgi aktarır. Eski tip gözetim sistemleri, operatöre bağlı olduğundan bu sistemlerin mutlak bir performansından söz edilemez. Operatörün izlediği birçok kamera bulunduğu tehlikeli bir durumun gözünden kaçması olasıdır. Gelişen kamera, (optik) donanım ve yazılım teknolojisi ile beraber, gözetim sistemleri de ortamda olanları otomatik olarak anlayacak ve raporlayacak duruma gelmiştir. Gözetim sistemleri, günümüzde trafik, havaalanları gibi alanlarda kullanılmasının yanında, özel yaşam alanlarında da kullanılmaktadır. Basit bir gözetim sistemi, istenilen hedefin tespit edilmesinden, takip edilmesinden ve nesnenin durumunun içinde bulunduğu ortama göre yorumlanmasından sorumludur. Ev ortamında kullanılacak gözetim sistemleri ise evdeki olayların uzaktan izlenebilmesi imkanını sunar. Evde bulunan bireylerin gözlemlenebilmesinin yanı sıra ev güvenliği amaçlı hırsız tespit sistemi olarak da kullanılmaktadır.

2.1 Temel Kavramlar

Ev ortamında çocuk güvenliği sisteminin işleyişi daha iyi anlayabilmek için bilinmesi gereken birkaç temel kavram bulunmaktadır.

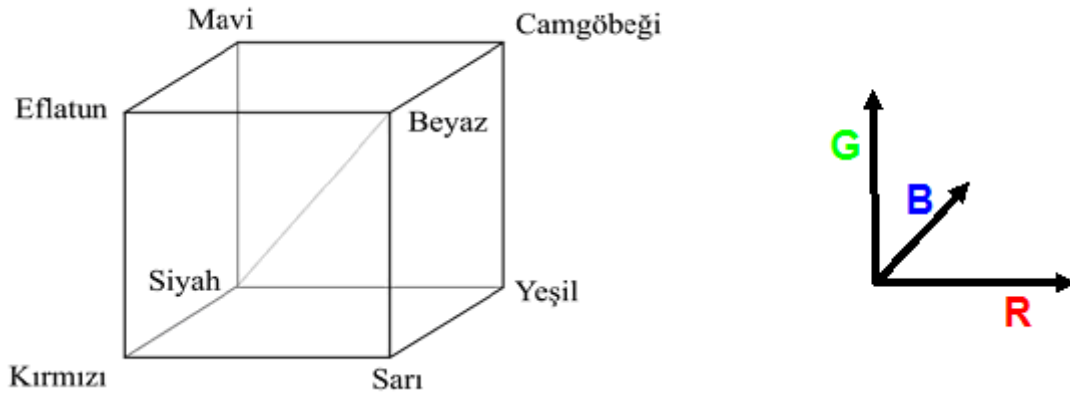
2.1.1 Renk Uzayları

Renk uzayları, renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir. Renk uzayları, bütün renkleri temsil edecek şekilde oluşturulmaktadır. Renkmetri biliminin temelini oluşturan Grassman'ın birinci kuralına göre, bir rengi belirlemek için birbirinden bağımsız üç değişkene ihtiyaç vardır. Bu yüzden renk uzayları üç boyutlu olarak tasarlanmaktadır. En popüler üç renk modeli bilgisayar grafiklerinde kullanılan RGB, video sistemlerinde kullanılan YCbCr ve renkli dökümlerde kullanılan CMYK'dır. Tüm renk uzayları, kamera ve tarayıcı gibi aygıt kaynaklı RGB bilgisi kullanılarak elde edilmektedir (Yılmaz, 2002).

2.1.1.1 RGB Renk Uzayı

RGB renk uzayı bilgisayar grafikleri üzerinde yoğun bir kullanım alanına sahiptir. Kırmızı(R), yeşil(G) ve mavi(B) birbirine karıştırılabilen üç temel renktir. Diğer renkler ise, bu üç renk karıştırılarak elde edilebilmekte ve Şekil 2.1'de olduğu gibi 3 boyutlu olarak gösterilmektedir. Küpün köşegenleri tarafından gösterilen, her bir rengin eşit miktarda bulunduğu bölgelerde değişik tonlar elde edilmektedir. Çizelge 2.1'de bu seviyelere karşılık ortaya çıkan renkler

gösterilmektedir.



Şekil 2.1 RGB Renk Uzayı (Taşkın, 2007)

Çizelge 2.1 Küp köşegenlerinde bulunan RGB renk tonları

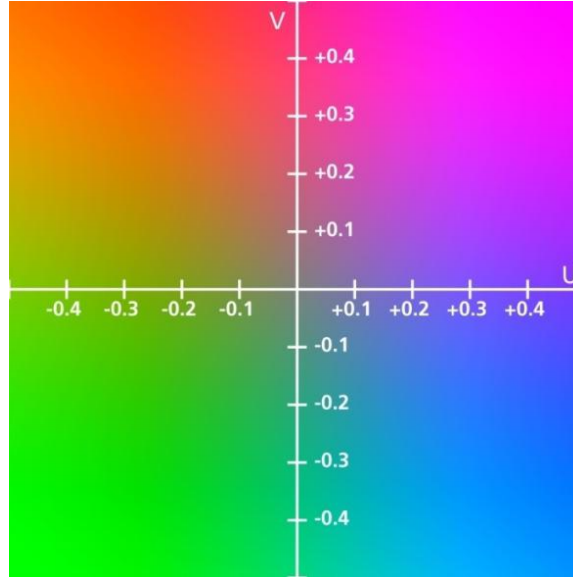
	Aralık	Beyaz	Sarı	Camgöbeği	Yeşil	Eflatun	Kırmızı	Mavi	Siyah
R	0-255	255	255	0	0	255	255	0	0
G	0-255	255	255	255	255	0	0	0	0
B	0-255	255	0	255	0	255	0	255	0

RGB renk uzayındaki bir resmi işlemek etkili bir yol değildir. Örneğin verilen bir pikselin renk yoğunluğu değiştirilmek istendiğinde, çerçeve tamponundan üç RGB değeri de okunmak zorundadır. Ardından renk yoğunluğu hesaplanmakta ve istenilen değişiklik yapıldıktan sonra yeni RGB değeri elde edilerek çerçeve tampona geri yazılmaktadır. Farklı bir renk uzayı kullanılarak sistemin, saklanan resmin yoğunluk ve renk biçimine doğrudan erişim hakkı olduğu taktirde bazı işlem basamakları daha kolay ve hızlı yapılabilir. Bu ve bunun gibi birkaç nedenden dolayı birçok video standardı parlaklık ve iki farklı renk sinyali kullanmaktadır. Bunlardan en genel olanları HSV, YUV, YIQ ve YCbCr renk uzaylarıdır. Bu renk uzaylarının birçok benzerliği olmasına rağmen bir takım farklılıkları da bulunmaktadır.

2.1.2. YUV renk uzayı

YUV renk uzayı PAL, NTSC ve SECAM bileşik ve renkli video standartlarında kullanılmaktadır. Siyah-beyaz sistem parlaklık bilgisini Y bileşeni ile tutmaktadır. U ve V renk bilgisi bir siyah-beyaz televizyon alıcısının görüntüyü hala siyah-beyaz gösterebileceği şekilde sinyale dahil edilmektedir. Bu renk uzayının geliştirilmesindeki temel amaç siyah-beyaz alıcıların, renkli video sinyalini siyah-beyaz şeklinde gösterebilmeleridir. Renkli

televizyon alıcıları ise ilave renk bilgisini görüntüyü renklendirmek için kullanmaktadırlar. Şekil 2.2 U ve V renk bileşenlerini göstermektedir.



Şekil 2.2 UV renk bileşenleri (Taşkın, 2007)

RGB renk uzayı ndaki bir rengi YUV renk uzayı ndaki bir renge dönüş türmek için denklemler

$$Y = 0.229R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = -0.147R - 0.289G + 0.436B = 0.492(B - Y)$$

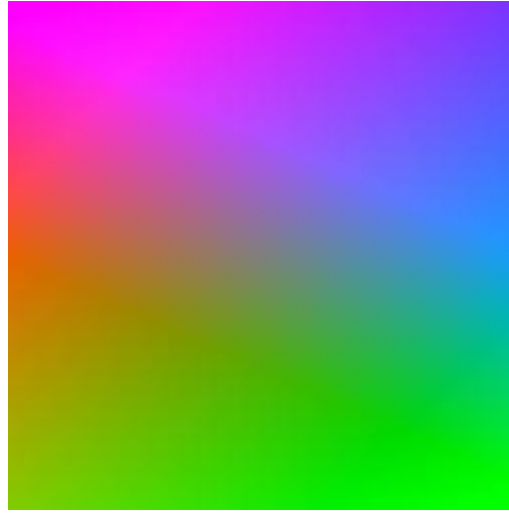
$$V = 0.615R - 0.515G - 0.100B = 0.877(R - Y)$$

formlarında verilmektedir (Taşkın, 2007).

Sayısal RGB değerleri 0 ile 255 arasındadır. Y bileşeni 0-255 arasında, U bileşeni +/- 112 arasında, V ise +/- 157 arasında değerler almaktadır.

2.1.1.2 YIQ Renk Uzayı

YIQ renk uzayı, YUV renk uzayından türetilmiş ve NTSC bileşik video standardında seçimlilik olarak kullanılan bir renk uzayıdır. Burada Y parlaklık değerini göstermekte, I ve Q değerleri ise renk bilgisini transfer etmek için kullanılmaktadır. Şekil 2.3 I ve Q renk bileşenlerini göstermektedir.



Şekil 2.3 I ve Q renk bileşenleri (Taşkın, 2007)

Temel dönüşüm denklemleri

$$Y=0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$I=0.596R - 0.275G - 0.321B = V.\cos33 - U.\sin33$$

$$Q=0.212R - 0.532G + 0.311B = V.\sin33 + U.\cos33$$

formlarında verilmektedir (Taşkın, 2007).

Sayısal RGB bileşenleri 0-255 arasında değerler almaktadır. Y 0-255 arasında, I +/- 152, Q ise +/- 134 arasında değerler almaktadır. I ve Q değerleri, U ve V kesişiminin 33 derece döndürülmesi ile elde edilmektedir.

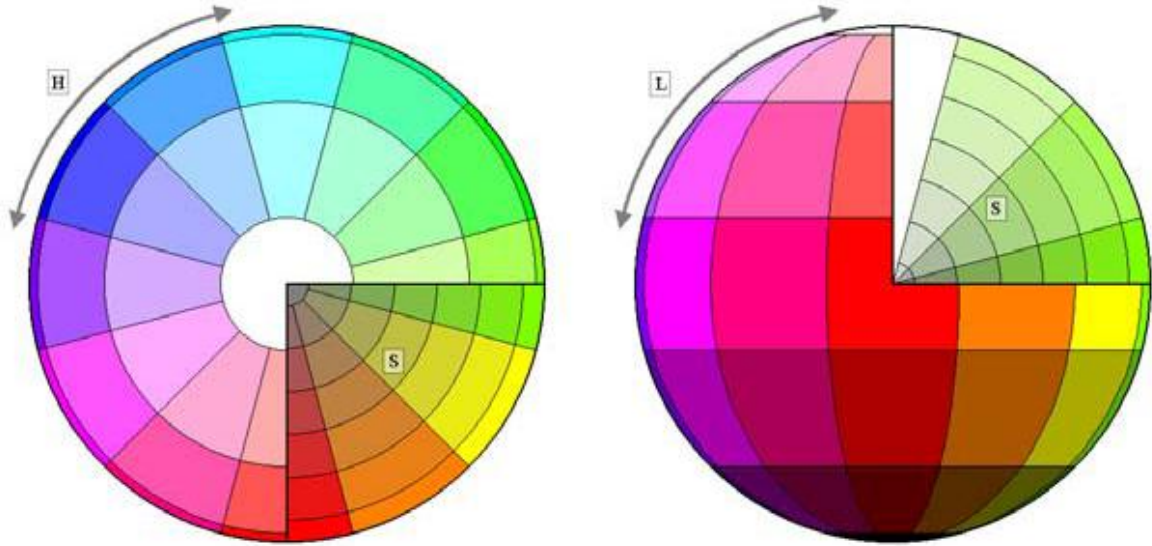
2.1.1.3 YCbCr renk uzayı

YCbCr renk uzayı, dünya çapında sayısal video standardı oluşturma çabaları sırasında ortaya çıkmıştır. YCbCr, YUV renk uzayının boyutlandırılmış ve kaydırılmış bir şeklidir. Y, 8 bitlik 16-235 aralığında tanımlanmaktadır. Cb ve Cr ise de 16-240 arasında tanımlanmaktadır. 4:4:4, 4:2:2, 4:1:1, 4:2:0 gibi birçok YCbCr örnekleme biçimi bulunmaktadır (Taşkın, 2007).

2.1.1.4 HSI, HLS ve HSV renk uzayları

HSI ve HSV renk uzayları, insanın sezgisel olarak ve daha kolay renk seçimi yapabilmesi amacıyla geliştirilmişlerdir. Renklerin el ile gösterilmeleri gerektiğinde ve kullanıcıların renkleri görerek seçmeleri gerektiği durumlarda idealdirler. HLS ve HSI birbirine çok benzerdirler. Parlaklık bileşeni *L* yerine yoğunluk bileşeni *I* kullanılmıştır. HSI ile HSV

arasındaki fark ise parlaklık bileşeninin hesaplanma şekli, I yada V renk doyumunun dağılım ve dinamik aralığın değişmesiyle gerçekleşmektedir. Şekil 2.4 HLS renk uzayını göstermektedir.



Şekil 2.4 HLS renk uzayı (Taşkın, 2007)

HSI renk uzayı, R , G , B değerlerine eşit oranda bağlı olan parlaklık değerleri ile doğrudan alakalı katsayı, eşitleme, histogram gibi geleneksel resim işleme metotları için en iyi renk uzayıdır. HSV renk uzayı ise renk doyumu açısından büyük bir dinamik aralığa sahip olduğu için, renkleri değiştirme ya da renk yoğunluğu ayarlamada kullanılmaktadır.

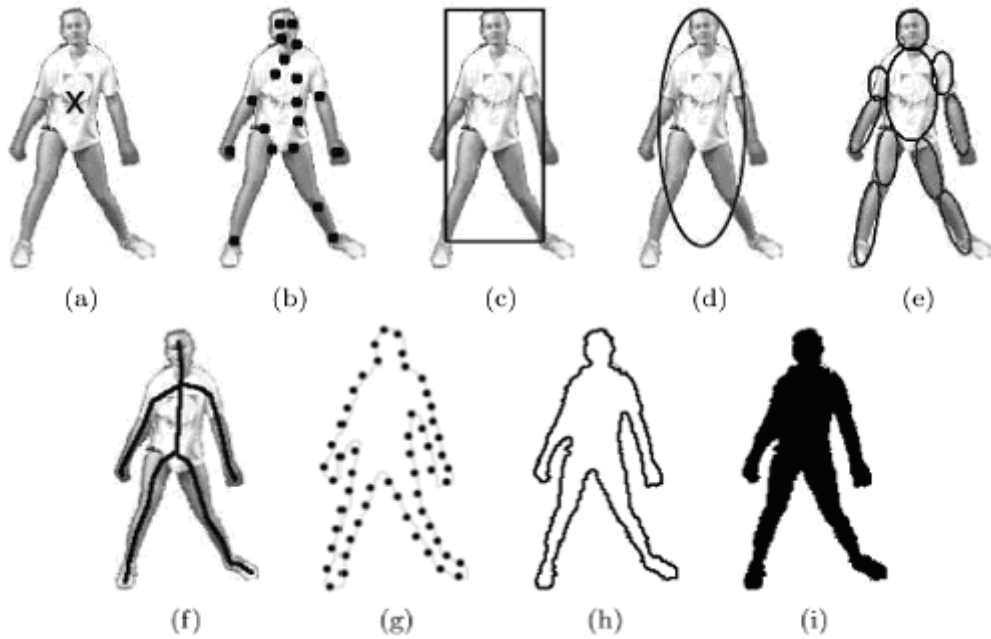
Şekil 2.5, altıgen huni şeklinde HSV renk uzayını göstermektedir. Altıgen huninin en alt kısmı siyah ve $V=0$ 'dır, tepesi ise $V=1$ değerine karşılık gelmektedir. Bu konumda en yoğun renkler elde edilmektedir. Kırmızı 0° olmak üzere tamamlayıcı renkler H 'ye göre 180° karşılıklıdır. S ile gösterilen ve 0 ile 1 arasındaki değere *oran* denilmektedir. $S=0$ iken ve $V=1$ beyaz rengi ve V 'nin diğer değerleri ise grileri göstermektedir. $S=0$ iken H değerinin önemsiz olduğu görülmektedir. $V=1$ ve $S=1$ olduğunda da katıksız renkler görülmektedir. V değerini değiştirmeden S 'i azaltarak renge beyaz ekleyebilmek, S 'i değiştirmeden V 'yi azaltarak renge siyah eklemek mümkündür. Tonlar ise hem S , hem de V 'yi azaltarak elde edilebilmektedir (Taşkın, 2007).

2.1.2 Nesne Takibi

Nesne takibi; video görüntülerde hedefin konumu ardışık resimler düzleminde değişirken, hedefin güzergahını izlemek olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle; uygulama, farklı video karelerinde izlenecek olan hedefe, değişmeyen etiketler atamalıdır.

Nesne takibi, takip edilecek hedefin bulunduğu ortamlar, hedefin alabileceği konumlar ve görüntünün alındığı kameranın konumu açısından farklılıklar göstermektedir. Hedefler üç boyutlu olmalarına karşın, alınan görüntüler iki boyutla sınırlı olduğundan hedef, sonraki resim karelerinde boyutsal, döngüsel değişimlere maruz kalabilir.

Nesne takibinde önemli olan nesnenin nasıl temsil edileceğinin belirlenmesidir. Bunun için çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Şekil 2.7’de nesne temsili örnekleri bulunmaktadır (Yılmaz vd., 2006).



Şekil 2.7 Nesne temsili (Yılmaz vd., 2006) . (a) ağırlık merkezi, (b) çoklu nokta, (c) dikdörtgen bölge, (d) eliptik bölge, (e) parça tabanlı çoklu bölge, (f) nesne iskeleti, (g) nesne dış noktalar, (h) nesne dış çizgi, (i) nesne silueti

2.1.3 Nesne Takibi Yöntemleri

Nesne takip yöntemleri takip türüne göre üç sınıfa ayrılır: 1) nokta tabanlı; 2) çekirdek tabanlı; 3) siluet tabanlı. Nokta tabanlı nesne takibinde, her bir nesne bir nokta ile sunulur. Ardışık imgelerdeki her bir nesnenin güncel pozisyon ve hareket bilgisi önceki bilgiye

dayanarak hesaplanır. Çekirdek tabanlı nesne takibinde, nesne çekirdek diye adlandırılan geometrik bir şekil ile ifade edilir. Örneğin; elips veya dikdörtgen şekilli bir çekirdek fonksiyonu ile nesne ifade edilebilir. İmgeler boyunca hareket eden nesneler bu çekirdek fonksiyonunun hareketiyle takip edilir. Siluet tabanlı nesne takibinde ise nesnenin sınır çizgileri esas alınır ve her bir imgede bulunan nesne sınırları içerisinde alanların tahmini yapılarak takip işlemi gerçekleştirilir (Yılmaz vd., 2006) . Bu takip yöntemiyle, nesne sınırları içerisinde kalan ve nesneye ait olan pikseller değerlendirilir.

Nesne takip yöntemleri içerisinde, ortalama kayma tabanlı çekirdek tabanlı nesne takibi yöntemi popüler bir takip yöntemidir. Bu yöntem, uygulama kolaylığı ve sağlam takip edebilme özelliklerine sahiptir. Bu nedenle yüksek bir popüleriteye sahip olmuştur.

Hedef takibi, elde edilen verilere dayanarak, hareketli nesnenin bir sonraki durumunu kestirmektir. Hedef takibinde kullanılan metotlar istatistiksel ve renk tabanlı olarak ayrılabilir. Renk tabanlı metotlarda hedefin bir sonraki çerçevedeki durumu, önceki çerçevelerdeki renk sıklık grafiği kullanılarak kestirilir (Ergezer ve Leblebicioğlu, 2007).

2.1.3.1 Kalman Filtresi

Kalman Filtresi, durum uzayı modeli ile gösterilen bir dinamik sistemde, modelin önceki bilgileriyle birlikte giriş ve çıkış bilgilerinden sistemin durumları tahmin edilebilen filtredir. Macar asıllı bir Amerikan matematiksel sistem teoristi Rudolf Kalman tarafından bulunmuştur.

Takip ve bölütleme problemlerinde en sık kullanılan yöntemdir. Temel olarak, Kalman filtresi, eldeki verilere dayanarak bir sonraki durumu kestirir ve daha sonra gelen ölçümleri kullanarak kestirilen durumu günceller (Ergezer ve Leblebicioğlu, 2007).

Kalman filtresinde kullanılacak durum vektörü, nesnelerin birbirini kapatmadığı yada arka planın elemanı olan diğer nesneler tarafından kapatılmadıkları hallerde, hareketli nesnelerin ağırlık merkezlerinin x ve y koordinatı ile x ve y yönündeki yer değiştirmesi olarak alınabilir. Bu durumda Kalman filtresi sorunsuz bir şekilde çalışmaktadır.

2.1.3.2 Arka Plan Çıkarımı İle Nesne Takibi Yöntemi

Arka plan modellemede kullanılan yöntemler sistemin kullanılacağı ortama göre değişir. Örneğin, trafik gözetim sistemlerinde kullanılan arka plan modeli, kapalı bir ortamda kullanılan gözetim sistemindeki arka plan modelinden daha karmaşıktır. Ancak çoğu zaman

arka plan modellenirken her bir piksel için istatistiksel bilgilerden yararlanılır. Modellenen arka plan, ortamdaki ve arka plandaki değişikliklere karşı uyumlu olmalıdır. Bu yüzden, kullanılan tüm yöntemlerde güncelleme adımı vardır.

Bu yöntem, sabit kamera ile sabit ortamda hareket eden nesnelerin tespitinde ve takibinde çok kullanışlı bir yöntemdir. Ayrıca bu yöntem, arka plan modeli olarak tanımlanan görünümün temsil edildiği ve bir sonraki resimde bu arka planda oluşan sapmaların tespit edildiği bir yöntemdir. Tanımlanan arka planda önemli bir değişim olması, hareketli bir nesnenin varlığına işaret etmektedir.

Hareket eden nesnelerin tespitinin en kolay yolu, var olan kare ile bir önceki karenin karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırma sadece iki kare arasındaki farkı bulmayı sağlar. Hareket eden nesnelerin tutarlı ve tam şekilde bulunması işlemi ise ancak arka planın oluşturulması, bu modelin ani ışık değişimi, arka planda oluşan değişiklikler gibi etmenlere karşı modelin güncellenebilmesiyle mümkündür.

Arka plan modelleme konusunda uygulanabilen en temel varsayım, hareket etmeyen cisimler haricinde kalan görüntünün istatistiksel verileriyle modellenebilecek düzgün bir davranış sergilemesidir. Eğer bunu sağlayan bir model oluşturulursa, modele uymayan parçalar; sahne alanına giren, hareket eden nesneleri belirtir. Bu işlem “plan modelleme” yada “arka plan” olarak adlandırılmaktadır.

Arka plan modelleme için kullanılan yöntemlerin en büyük bölümünü tümevarım yöntemler oluşturur. Bu yöntemler, görüntüyü oluşturan her bir karenin piksel değerlerinin dağılımını kullanarak arka planı modeller. Arka planın gerçekçi bir şekilde modellenmesi, eğitim için 10- 30 saniye süresince video karelerinin istatistiksel değerlerin yorumlanması ile olur.

Eğitim süreci içeren tekniklerde, arka planın gerçeğine en yakın şekilde modellenebilmesi için, eğitim süresince hareketli nesnelerin mümkün olduğunca az, hatta hiç olmaması gerekmektedir. Fakat gerçek durumlarda bu çoğu zaman mümkün değildir. Kalabalık alışveriş merkezlerinden, sürekli trafik akışı olan yollara kadar çok geniş bir aralıktaki sahnelerde arka plan modelleme çalışması yapılması gerekebilir. Bu yüzden modelin öğrenim süresinde bu tarz durumlara karşı çözüm getirmesi gerekmektedir.

Arka plan modelleme yöntemlerinden en bilinenleri Pfunder ve HRR (Highest Redundancy Ratio – en çok tekrarlanma oranı) yöntemleridir. Pfunder yöntemi, arka plan modelini yeni karedeki piksel değerlerini α katsayısıyla çarpıp güncellemesi ile arka plan modeli oluşturan bir yöntemdir. Bu model var olan arka planı ışık değişimi, arka plan yapısının farklılaşması

gibi değişikliklerle arka planı dinamik olarak güncellemektedir. Eşitlik 2.2’de Pfinder yönteminde kullanılan arka plan piksel değerlerinin hesaplanma yöntemi bulunmaktadır. Eşitlikte B_t t anındaki arka plan piksel değerini, B_{t-1} t-1 anındaki arka plan piksel değerini ve I_t t anındaki görüntünün piksel değerini belirtmektedir.

$$B_t = (1 - \alpha)B_{t-1} + \alpha I_t \quad (2.2)(Kutluay, 2008)$$

Pfinder yönteminin dinamik olarak arka planı güncellemesi, arka planın değişikliklerinin modele dinamik olarak yansması ve bellek ihtiyacının az olması gibi artıları bulunurken ani değişikliklerin arka plan modeline yansmasının zaman alması, arka planda hareket çok ise; özellikle belli alanda yoğunlaşmış hareketler var ise arka plan modelinin bozulmaya uğraması, (2.2) eşitliğindeki α değeri optimum seçilmezse modelin verimli olmaması, ilk alınan karenin arka plan olarak atanmasından; ilk kare hareketli nesneyi de içeriyor olabileceğinden dolayı arka planın düzeltilmesi zaman alması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

HRR modelinin çıkış noktası, görüntüyü oluşturan karelerdeki piksellerin en sık görülenlerinin arka planı oluşturduğu düşüncesidir. Belirli bir öğrenme süresince karelerdeki piksel değerleri alınır, frekansı en çok olan pikseller arka plan değeri olarak atanır. Bir dizide parlaklık değerlerinin görünme frekansı tutulur, öğrenme süresi içinde her karede bu değerler güncellenir. Öğrenme süreci tamamlandığında, en çok frekansa sahip piksel değerleri arka plan modelini oluşturur (Ergezer ve Leblebicioğlu, 2007).

HRR yönteminin dezavantajları arasında öğrenim süresince gerekli olan fazla bellek ihtiyacı, model oluşturma aşamasında fazla CPU zamanı tüketimi, arka plan değişiminin tekrar öğrenme sürecine girmeden modele yansmaması gibi etkenler yer almaktadır.

Arka plan çıkarımı yöntemi, 1970’lerin sonunda çalışılmaya başlanmakla birlikte ancak 1997’de Wren’in yaptığı çalışma ile ünlenmiştir. Wren’in çalışmasına göre, sabit arka plandaki her pikselin renk değeri, $I(x,y)$, üç boyutlu tek bir Gauss fonksiyonu ile modellenir. İlk resim karesindeki her (x,y) piksel için arka plana ait model çıkartıldıktan sonra, arka plana ait oluşturulan modeldeki sapmalar ön plan pikselleri olarak tanımlanır.

Bu yöntem işlem yükü açısından etkindir. Bu metodun en önemli kısıtlaması, sabit bir arka plan gerektirmesidir. Kameranın hareketli olması, arka planın bozulmasına sebep olmaktadır. Ayrıca görüntüdeki gürültüden çok fazla etkilenmektedir.

2.1.3.3 Ortalama Kayma (Mean Shift)

Ortalama kayma algoritması parametrelili olmayan istatistiksel bir yöntemdir ve nokta dağılımının en yoğun olduğu yeri bulmayı sağlar. Bu algoritma ilk olarak Fukunaga ve Hostetler tarafından 1975 yılında önerilip ve sonra Comanicu tarafından geliştirilmiştir.

Ortalama kayma algoritması olasılığa dayalı bir yöntemdir. Bu yöntem, olasılık dağılımının maksimum noktasını bulmak için yoğunluk farkının tahminini hesaplamaya dayanan ve yoğun hesaplama gerektirmeyen parametrelili olmayan bir yöntemdir. Bu algoritmanın çeşitli versiyonları geliştirilmiş ve örneğin takip, bölütleme (segmentation) ve kümeleme (clustering) gibi bazı bilgisayarlı görme problemlerini çözmek için kullanılmıştır.

Ortalama kayma algoritması adımları şu şekildedir.

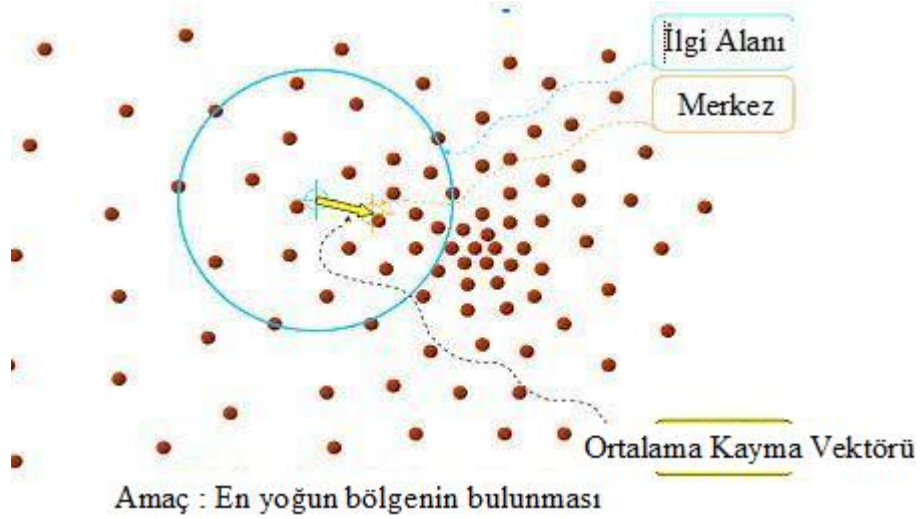
1. Arama penceresinin ilk konumunun seçilmesi.
 2. Arama penceresinde ortalama konumun bulunması.
 3. Merkezin 2. adımda bahsedilen ortalama konuma alınması.
 4. Arama penceresi merkezine yeterli ölçüde yaklaşılan kadar 3. adımdan devam edilir.
2. adımda bahsedilen iki boyutlu olasılık dağılımının merkezinin hesaplanması takip katmanında yer alan eşitlik 3.9, 3.10, 3.11 ve 3.12 'de detaylı olarak belirtilmektedir.

Ortalama kayma algoritmasında temel olarak x görüntü noktaları konum vektörünün yeni bir x_n konumuna olan Δx uzaklığı hesaplanır. $\Delta x = x_n - x$ olup, açılımı Eşitlik 2.1'de eşitlikte gösterilmiştir.

$$\Delta x = \frac{\sum_{s \in S} K(s - x) w(s) s}{\sum_{s \in S} K(s - x) w(s)} - x = \frac{\sum_{s \in S} K(s - x) w(s) (s - x)}{\sum_{s \in S} K(s - x) w(s)} \quad (2.1) \text{ (Özden ve Polat, 2004)}$$

Burada, K çekirdek fonksiyonu (genellikle gauss merkezli), w piksellere ait ağırlık fonksiyonudur ve toplamlar x konumu çevresini kapsayan S penceresi üzerinden yapılır ($s \in S$) (Özden ve Polat, 2004).

Ortalama kayma algoritması veri noktalarını yerel S penceresi içerisindeki tüm veri noktalarının ortalaması kadar değiştiren (kaydıran) döngüsel bir işlemdir. Bu işlem Şekil 2.8'de görsel olarak belirtilmektedir.



Şekil 2.8 Ortalama kayma yoğun bölge tespiti (Ukrainitz ve Sarel)

Ortalama kayma algoritması genel olarak nesne modeli ile hedef adayın renk yoğunluğunun uyumu hesaplanmasına dayanmaktadır.

Ortalama kayma yöntemi ile takip edilen nesnenin bir sonraki çerçevede yerini bulmak için ardışık iki çerçevede değerlendirilen bölgelerin benzerlikleri histogram benzerliklerini ölçen çeşitli yöntemler (Bhattacharya mesafesi vs.) ile hesaplanmaktadır.

Nesne modelinde $\mathbf{x}_i$, $i = 1, \dots, n$ modeldeki piksel konumları olmak üzere

- renk dağılımı m bölme renk histogramı,
- $b(\mathbf{x}_i)$, $\mathbf{x}_i$ renginin renk bölümü

olarak temsil edilmektedir. Şekil 2.9'da modelin temsili görsel olarak belirtilmektedir. Modelin normalize edildiğini varsayarsak, çekirdek (kernel) yarıçapı $h = 1$ olur. Modeldeki u renginin olasılığı q eşitlik 2.2'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$q_u = C \sum_{i=1}^n k(\|\mathbf{x}_i\|^2) \delta(b(\mathbf{x}_i) - u) \quad (2.2)$$

C normalizasyon katsayısı eşitlik 2.3'de belirtilmektedir.

$$C = \left[\sum_{i=1}^n k(\|\mathbf{x}_i\|^2) \right]^{-1} \quad (2.3)$$

δ kronecker delta fonksiyonu eşitlik 2.4'de yer almaktadır.

$$\delta(a) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } a = 0 \\ 0 & \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (2.4)$$

Hedef adayında y_i , $i = 1, \dots, n_h$ y merkezli piksel konumları olmak üzere,

Renk u 'nun hedefdeki olasılığı p eşitlik 2.5'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$p_u(y) = C_h \sum_{i=1}^{n_h} k \left(\left\| \frac{y - y_i}{h} \right\|^2 \right) \delta(b(y_i) - u) \quad (2.5)$$

C normalizasyon katsayısı eşitlik 2.6'da belirtilmektedir.

$$C_h = \left[\sum_{i=1}^{n_h} k \left(\left\| \frac{y - y_i}{h} \right\|^2 \right) \right]^{-1} \quad (2.6)$$

Renk yoğunluğu eşleştirmesi Bhattacharyya katsayısı ρ eşitlik 2.7'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\rho(p(y), q) = \sum_{u=1}^m \sqrt{p_u(y) q_u} \quad (2.7)$$

ρ , $(\sqrt{p_1}, \dots, \sqrt{p_m})^\top$ ve $(\sqrt{q_1}, \dots, \sqrt{q_m})^\top$ kosinüs vektörleri olmak üzere ρ 'nin büyük değerleri iyi renk eşleşmesi anlamına gelmektedir. Her bir görüntü çerçevesinde ρ değerini maksimum yapan y değeri bulunur. Bu y değeri hedefin konum bilgisidir.

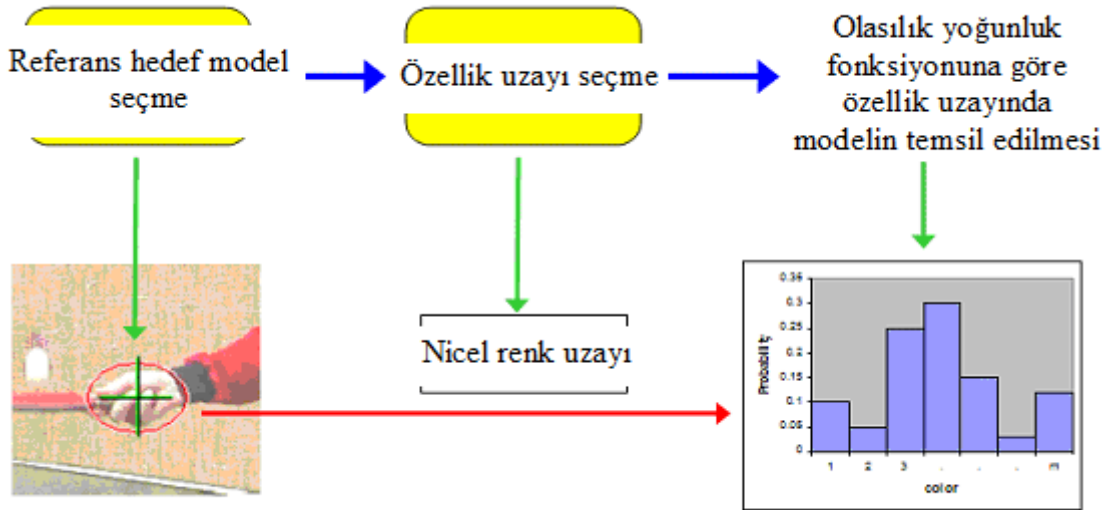
Takip algoritması $\{q_u\}$ model ve y hedefin bir önceki konumu olmak üzere aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır [3]. Şekil 2.10'da görsel olarak belirtilmektedir.

1. Şu andaki çerçevede hedef konumu y olarak ilklendirilir.
2. $\{p_u(y)\}$ ve $\rho(p(y), q)$ hesaplanır.
3. Mean shift yöntemi uygulanarak eşitlik 2.8'deki gibi yeni konum z hesaplanır.

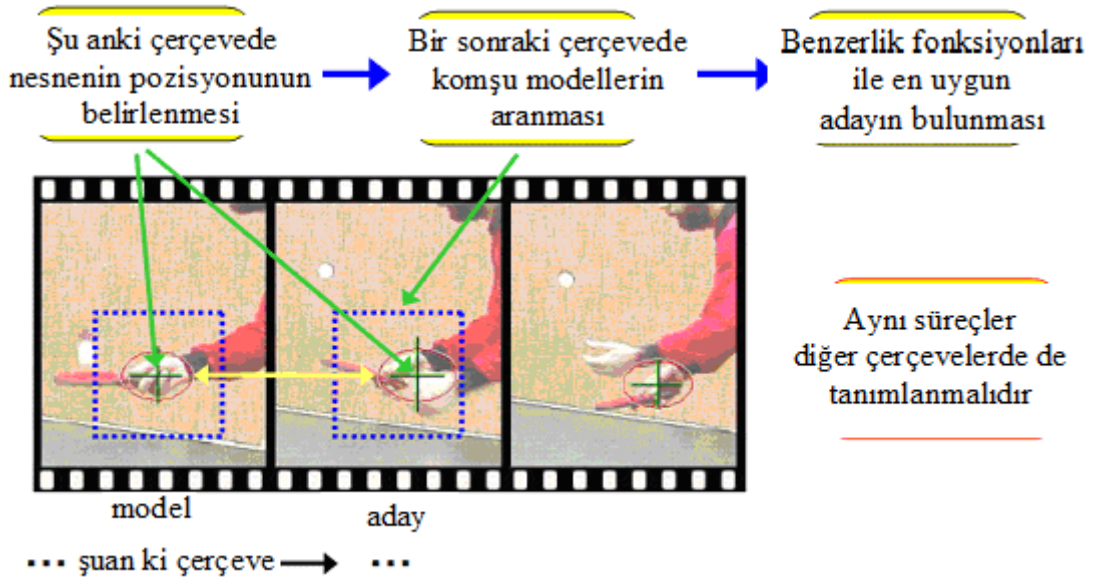
$$z = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} g \left(\left\| \frac{y - y_i}{h} \right\|^2 \right) y_i}{\sum_{i=1}^{n_h} g \left(\left\| \frac{y - y_i}{h} \right\|^2 \right)} \quad (2.8)$$

4. $\{ p_u(z) \}$ ve $\rho(p(z), q)$ hesaplanır.
5. $\{ p_u(z) \}$ ve $\rho(p(z), q) < \{ p_u(y) \}$ ve $\rho(p(y), q)$ olduğu müddetçe $z \leftarrow \frac{1}{2}(y+z)$ işlemi gerçekleştirilir.
6. Eğer $\|z-y\|$ yeterli derecede küçük ise durulur, değilse $y \leftarrow z$ işlemi gerçekleştirilerek 1. adımdan devam edilir.

Ortalama kayma algoritması parametrelili olmayan ve karmaşık hesaplamalar gerektirmeyen bir yöntem olması nedeniyle, algoritma son yıllarda nesne takibi, bölütleme ve kümeleme gibi uygulamalarda kolaylıkla kullanılmıştır.



Şekil 2.9 Ortalama kayma nesne takibi hedef temsili (Ukrainitz ve Sarel)



Şekil 2.10 Ortalama kayma nesne takibi hedef belirleme (Ukrainitz ve Sarel)

2.1.3.4 Sürekli Uyarlamalı Ortalama Kayma (Camshift)

1998 yılında Bradski (1998) tarafından , Comaniciu ve Meer (1997) geliştirilen ortalama kayma algoritması teel alınarak geliştirilmiştir. Ortalama kayma gibi parametrelili olmayan istatistiksel bir yöntemdir ve nokta dağılımının en yoğun olduğu yeri bulmayı sağlar.

Camshift algoritmasının genel adımları şu şekildedir. Yöntem takip katmanında detaylı olarak anlatılmaktadır.

1. Arama penceresinin ilk konumu seçilir.
2. Arama penceresinde renk olasılık dağılımı hesaplanır.
3. Mean-shift algoritması çalıştırılarak arama penceresinin merkezi tespit edilir. 0. moment (alan veya boyut) ve merkez konum bilgisi saklanır.
4. Bir sonraki çerçeve görüntü için arama penceresi merkezi 3. adımda elde edilen ortalama konuma gelecek şekilde kaydırılır. Pencere boyutu bu konumda 0. moment alınarak hesaplanır. 2. adımdan devam edilir.

Ortalama kayma yönteminden farklı olarak arama penceresini de güncellediğinden daha etkilidir. Bu sayede takip edilen nesnenin yaklaşıp uzaklaşmasına bağlı olarak büyüklüğünün değişmesi de dikkate alınmış olur.

Sürekli Uyarlamalı Ortalama Kayma yöntemi, Ortalama Kayma yöntemi gibi renk dağılımına dayandığından ortamdaki ışık değişiminden etkilenmektedir. Bir diğer dezavantajı ise ortamda takip edilen nesnenin etrafında aynı renkte nesnelerin bulunduğu renge dayalı bir yöntem olduğundan takip performansında düşüşler olmaktadır.

2.1.4 Perspektif

Perspektif, nesnelerin görünümünü 3 boyutlu olarak düz bir yüzeyde, yani 2 boyuta indirgeyerek, göstermeye yarayan bir iz düşümdür. Teknik bir çizimdir. Nesnenin gözlemciye göre olan pozisyonunun ve uzaklığının etkileri esas alınarak perspektif çizimi yapılır. Resim, grafik, rölyef, heykel, sahne dekoru ve mimarlık gibi plastik sanat dallarında ve fotoğrafta; derinliğin, bütünlüğün, devamlılığın, renk, biçim ve çizgilerle yada fotoğraf makinesi aracılığıyla bilimsel olarak elde edilmesinde izlenen yöntemlere denir. Kısaca perspektif, üç boyutlu cisimleri, iki boyutlu bir düzlem üzerinde göstermek için kullanılan bir araçtır. Çizgi perspektifi, renk perspektifi diye ayrılır.

Mesafe algımızın temel taşı olan kavramdır. Aynı boyutlardaki iki nesneden kişiye yakın olan büyük görünmekte iken, uzak olansa küçük görünmektedir. Ancak bu durum kağıda dökülmeye kalkışıldığında ortalık karışır. Öncelikle, doğadaki renk farklılıkları, karakalem bir çalışmada, kağıda çizgi olarak yansır. Ayrıca bir nesnenin kendi içindeki çizgiler de perspektife uygun konumlanır. O halde çizim esnasında farklı nesnelerin birbirlerine göre bulundukları yerin dikkate alınması gerektiği gibi, tek başına nesnelerin çiziminde de perspektif gözetilmelidir.

Bu kavramı daha iyi anlayabilmek için kalemle ölçme yöntemi kullanılabilir. Ele bir kalem alınır, kol gergin tutulur ileri uzatılır, tek göz kapatılır ve incelenen nesnenin kişiye yakın ve uzak kısımlarındaki yüzeylerinin kalemin ucundan itibaren nereye geldiği gözlemlenir. yöntem, nesneyi oluşturan çizgilerin, kişiden uzaklaşan kısımlarda nasıl daraldığı konusunda fikir verebilir.

3. EV ORTAMINDA ÇOCUK GÜVENLİĞİ SİSTEMİ TASARIMI

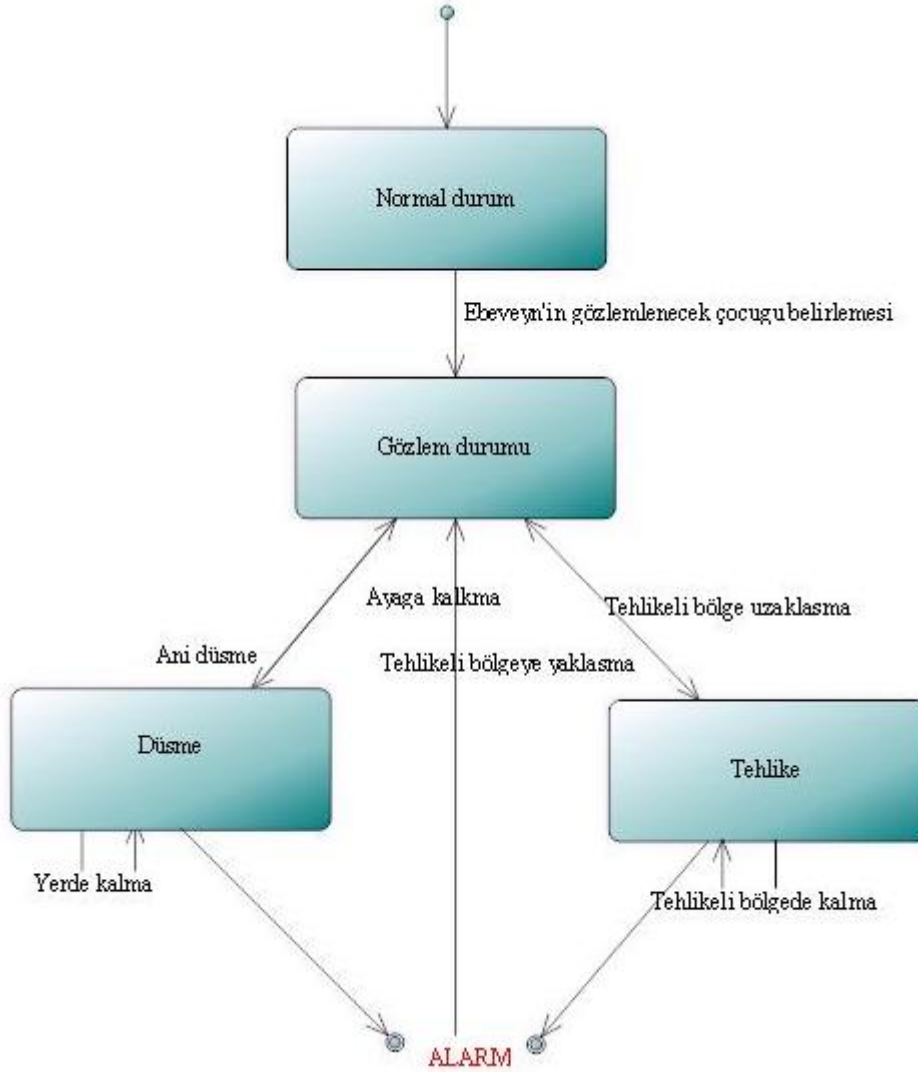
Bu çalışmada evde çocuk gözetimi yapan, davranışlarını yorumlayan bir sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Akıllı görsel gözetim sistemi ile çocuk evde yalnız kaldığında güvenliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Bunun için ebeveynlerin sisteme tehlikeli bölgeleri tanıtması gerekmektedir. Sistem çocuğu sürekli olarak takip ederek ebeveynlerin tanımladığı tehlikeli bölge bilgisini de kullanarak tehlike riski taşıyan hareketini gözlemlendiğinde ebeveynleri bilgilendirmek üzere alarm üretmektedir.

Tehlikeli bölgenin tespit edilmesi aşamasında öncelikle tek kameralı sistem kullanılmıştır. Fakat gerçekte üç boyutlu olan mekanın iki boyut ile temsil edilmesinden dolayı üçüncü boyut olan derinlik bilgisi elde edilememiştir. Derinlik bilgisinin bulunmaması sistemde yanlış alarmların üretilmesine sebep olmuştur.

3.1 Uygulama Mimarisi

Çocuğun takip edilişi elips ile işaretlenerek görsel olarak ebeveynlere sunulmuştur. Bunun için MVC mimarisi kullanılmıştır. “Model Görünüm Kontrolü” altyapısında üç temel katman bulunmaktadır. Görünüm katmanı uygulamanın kullanıcı ara yüzünün oluşturulduğu ve ara yüz dosyalarının bulunduğu katmandır. Kontrol katmanı uygulamaya gelen talepleri yöneten katmandır.

Temel olarak uygulamada bulunan durumlar Şekil 3.1’de özetlenmiştir. İlk olarak çocuk normal durumdadır. Yani henüz gözlemlenmemektedir. Ebeveynin çocuğu belirlemesi ile çocuk gözlem durumuna geçer.

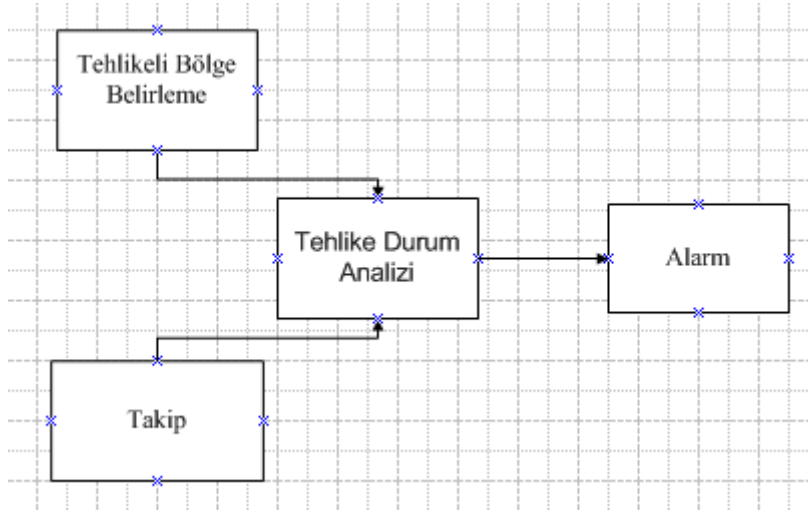


Şekil 3.1 Durum diyagramı

Sistem genel olarak dört bölümde ele alınmaktadır. Bunlar :

- Tehlikeli bölge belirlenmesi
- Çocuğun takip edilmesi
- Tehlike durumlarının tespit edilmesi
- Alarm üretilmesi

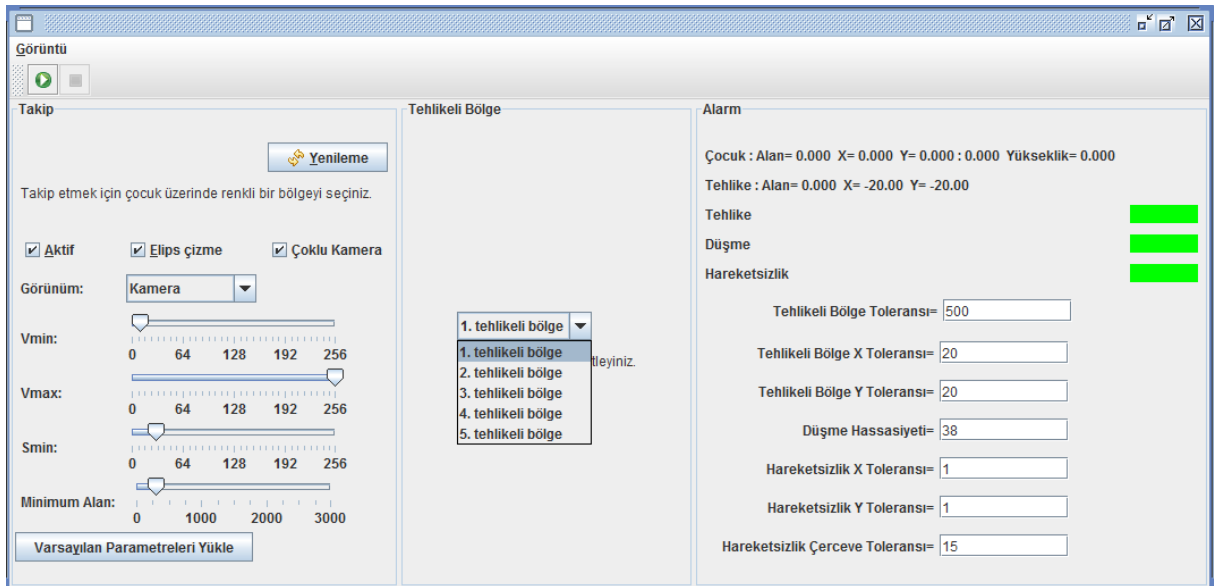
Şekil 3.2’de belirtildiği üzere tehlikeli bölge belirleme modülü ve takip modülü tehlikeli durum analizi modülünü beslemektedir. Tehlikeli durum analizi modülünün ihtiyaç duyduğu tehlikeli bölge bilgisi tehlikeli bölge belirleme modülünden alınırken, çocuğun konum bilgisi takip modülünden alınmaktadır. Benzer şekilde alarm modülü de tehlikeli durum analizi modülü ile beslenmektedir.



Şekil 3.2 Uygulama mimarisi blok diyagramı

3.1.1 Tehlikeli Bölge Belirleme Katmanı

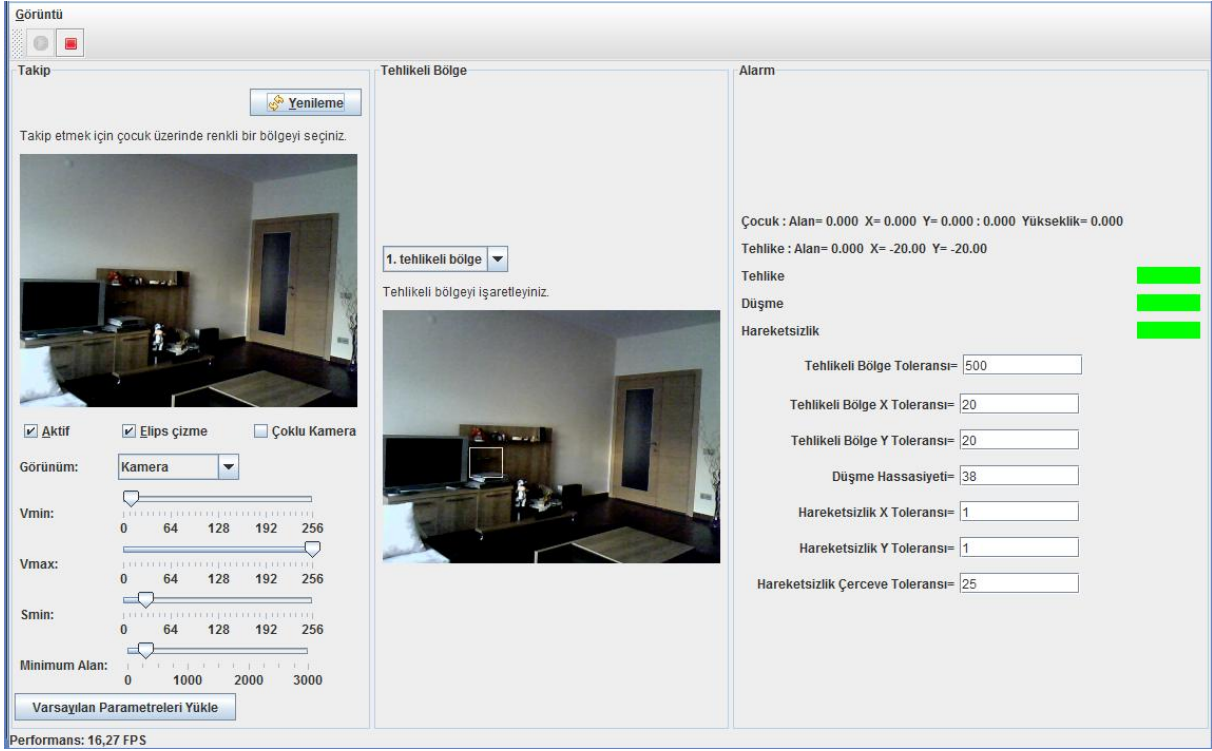
Tehlikeli bölgelerin belirlenmesi işlemi ara yüz aracılığı ile ebeveynler tarafından gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.3’de görüldüğü gibi sistemde tehlikeli bölge tanımlamaya izin verilmektedir. Görüntü mönüsünden istenilen oda seçildikten sonra “Tehlike” panelinde açılan kutudan beş adet tehlikeden birisi seçilip panelde yer alan görüntü üzerinde belirtilmek istenilen tehlikeli bölge fare yardımı ile işaretlenmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta sistemin çalışma stilidir.



Şekil 3.3 “Evde Çocuk Güvenliği” sistemi ara yüzü – Tehlikeli bölge

Tek kameralı sistemde tehlikeli bölgenin tanımını yaparken çocuğun o bölgede iken olacağı

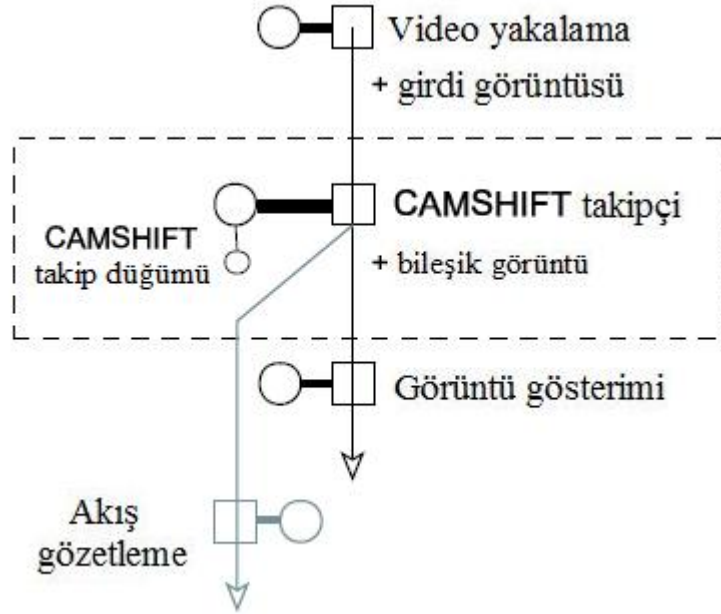
yaklaşık boyut bilgisinin belirtilmesi gereklidir. Aksi takdirde, tek kamera ile yapılan çekimde çocuk mesafe olarak uzak da olsa, derinlik bilgisinin olmamasından ötürü, görüntüde tehlikeli bölgenin yanında görüldüğü için yanlış alarm üretilbilecektir. Şekil 3.4’de “Tehlike” panelinde tehlikeli olan bölge fare yardımı ile kutucuk şeklinde işaretlenmiştir.



Şekil 3.4 Tek kamerada tehlikeli bölge belirlenmesi

3.1.2 Takip Katmanı

Takip işlemi sırasında Camshift yöntemi kullanılmıştır. Şekil 3.5’de görüldüğü üzere takip katmanı kapalı kutu olarak belirtilmiştir. Kesikli çizgiler halinde gösterilen bölge Camshift yöntemini belirtmektedir.



Şekil 3.5 Camshift kapalı kutu yaklaşımı (François, 2004)

Şekil 3.5’de yer alan “Camshift takipçi” kısmını detaylandırmak gerekirse Şekil 3.6’da görebileceğimiz gibi dört adımdan oluşmaktadır. Bunlar :

- 1) RGB uzayından HSV uzayına geçilmesi
- 2) Geriye İzdüşüm
- 3) Çerçeveleyici kutunun yeni konuma kaydırılması, boyut ve açının hesaplanması

RGB uzayından HSV uzayına geçilmesi

İlk olarak girdi görüntüsü RGB uzayından HSV uzayına dönüştürülür. HSV uzayındaki renk özü (H) bileşeni, parlaklık seviye değerlerine göre aydınlatma koşullarındaki değişime daha az duyarlıdır. HSV uzayına geçmek için öncelikle RGB değerlerinden minimum ve maksimum değerleri bulunur.

Doygunluk (S), eşitlik 3.1’deki gibi hesaplanmaktadır.

$$S = (\text{maksimum} - \text{minimum}) / \text{maksimum} \quad (3.1)$$

Değer (V) eşitlik 3.2’deki gibi hesaplanmaktadır.

$$V = \text{maksimum} \quad (3.2)$$

Doygunluk değeri (S) 0 (sıfır) ise renk özü (H) tanımsızdır. Renk özü bulunmayan görüntü siyah-beyazdır.

Renk özü (H) değeri hesaplanmasında R, G, B değerlerinden hangisi büyükse ona göre hesaplama yapılır. Kırmızı rengi diğer renklere göre fazla miktarda bulunuyorsa renk özü değeri 0-60 yada 300-360 arasında, yeşil rengi çok fazla bulunuyorsa renk özü değeri 60-180 arasında, mavi rengi çok fazla bulunuyorsa renk özü değeri 180-300 arasındadır [2].

Eğer R maksimum ve $G \geq B$ ise:

$$H = 60 * (G - B) / (\text{maksimum} - \text{minimum}) \quad (3.3)$$

Eğer R maksimum $B > G$ ise:

$$H = 300 + 60 * (B - G) / (\text{maksimum} - \text{minimum}) \quad (3.4)$$

Eğer G maksimum ise:

$$H = 120 + 60 * (B - R) / (\text{maksimum} - \text{minimum}) \quad (3.5)$$

Eğer B maksimum ise

$$H = 240 + 60 * (R - G) / (\text{maksimum} - \text{minimum}) \quad (3.6)$$

Geriye İzdüşüm (Back Projection)

Camshift yöntemi ile takip edilen çocuk renk istatistiği ile temsil edilmektedir. Şekil 3.8’de uygulama tarafından üretilen renk istatistiği grafiği yer almaktadır. Şekildeki her bir renk çubuğunun yüksekliği resimdeki kaç pikselin o renk tonunda olduğunu temsil etmektedir. Şekilde kırmızı renk yoğun olarak bulunmaktadır. Renk bilgisi HSV renk uzayında her bir pikselin temsil edildiği üç değerden birisidir.

Başlangıçta ebeveynlerin belirttiği takip edilecek çocuğun renk istatistiği hesaplanır. Daha sonrasında video çerçevesindeki her bir pikselin olasılığı hesaplanılırken bu bilgi kullanılmaktadır. Çocuğun bulunduğu bölgede bir piksel seçildi ise %100 olasılıkla bu pikselin rengi kırmızı olacaktır. Seçtiğimiz bölgenin tamamı kırmızı olduğundan olasılık dağılımı da bu şekildedir. Çocuğun üzerinde farklı renkler bulunsaydı her bir renk için farklı renk olasılıkları olacaktı.

Histogram verileri bölmeler halinde hesaplanır. Benzer renkler bir araya kümelenecek daha az işlem yapılması sağlanmaktadır (Allen vd., 2006). m adet histogram bölmesi, n adet görüntü pikseli konumu $\{x_i\}_{i=1..n}$ ve histogram $\{q^u\}_{u=1..m}$ bilgisi verilmektedir. x_i^* lokasyonundaki piksel ile $c(x_i^*)$ histogram bölmesi arasındaki ilişkiyi belirten fonksiyon $c: \mathbb{R}^2 \rightarrow \{1..m\}$

olmak üzere histogram hesaplaması eşitlik 3.6'daki gibi yapılmaktadır.

$$\hat{q}_u = \sum_{i=1}^n \delta[c(x_i^*) - u] \quad (3.7)$$

Histogram bölme değeri iki boyutlu olasılık dağılımı görüntüsünde tanımlı piksel aralığında bulunması için eşitlik 3.8'deki gibi oranlama yapılmaktadır.

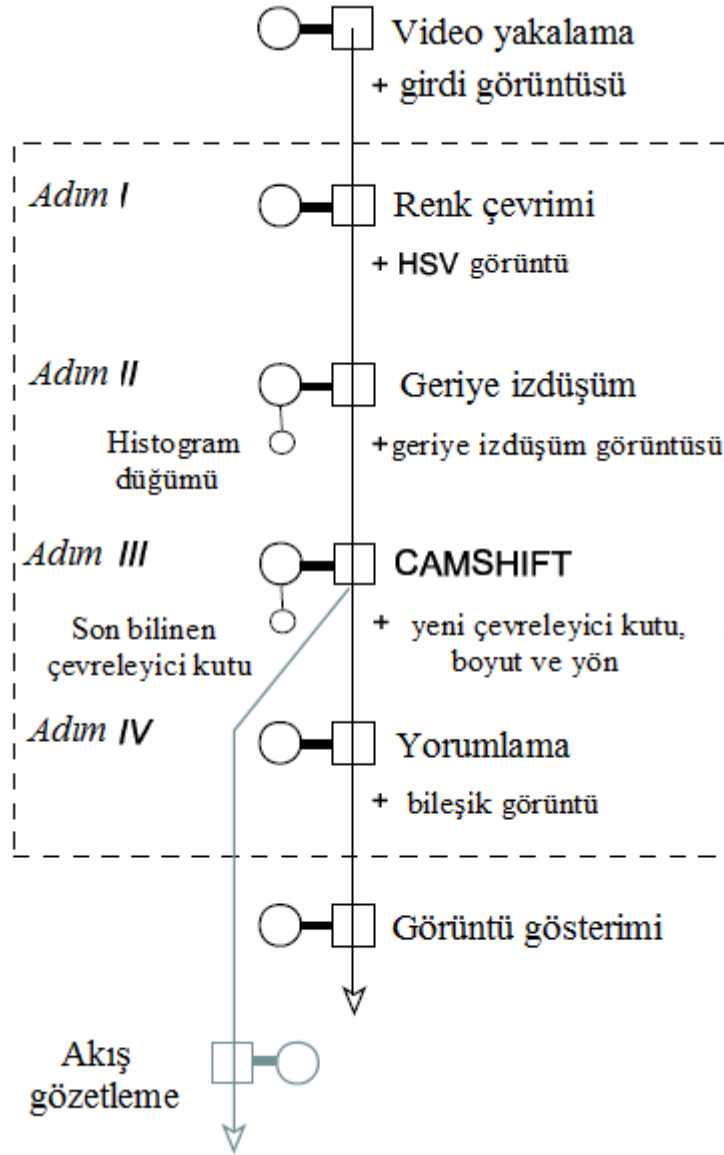
$$\left\{ \hat{p}_u = \min\left(\frac{255}{\max(\hat{q})} \hat{q}_u, 255\right) \right\}_{u=1 \dots m} \quad (3.8)$$

Böylece histogram bölme verileri $[0, \max(q)]$ aralığından $[0, 255]$ aralığına geçirilmiştir.

HSV verileri histogram ile kullanılarak geriye izdüşüm elde edilir. Histogram model yoğunluk dağılımı iken geriye izdüşüm görüntüsü modelin renkli görüntüdeki olasılık dağılımıdır (Cauchois vd., 2005). Geriye izdüşüm görüntüsü her bir piksel için takip edilen nesneye ait histogram verisini kullanarak nesneye ait olup olmadığı bilgisini temsil eder. Nesneye ait histogram bilgisi başlangıçta kullanıcı tarafından el ile işaretlendiğinde oluşturulur. Yeni video çerçeveleri ilk olarak elde ettiğimiz çocuğun renk istatistiğine göre her bir piksel için bir olasılık hesaplanmaktadır. Bu işleme “geriye izdüşüm” (histogram backprojection) denilmektedir. Şekil 3.9'da bir çerçevedeki çocuğun bulunma olasılığı gösterilmektedir. Siyah pikseller en düşük olasılığı temsil ederken beyaz pikseller en yüksek olasılığı temsil etmektedir. Gri pikseller ise orta seviyeli bir olasılık değerine sahiptir.

Çerçeveleyici kutunun yeni konuma kaydırılması, boyut ve açının hesaplanması

Son olarak ise Camshift algoritmasının temel adımı uygulanır. Bu noktada “başlangıç arama alanı” (initial search window) ve geriye izdüşüm görüntüsü kullanılarak “çerçeveleyici kutu” (bounding box) elde edilir. Çerçeveleyici kutu bir sonraki geriye izdüşüm hesaplamasında başlangıç arama alanı olarak kullanılmaktadır. Geriye izdüşüm verisi her çerçeve için yeniden hesaplandığından geçici bir veridir. Başlangıç arama alanı ise bir önceki çerçevede tespit edilen görüntü ile alakalıdır.



Şekil 3.6 Camshift takip adımları (François, 2004)

Camshift mimarisini detaylı incelemek gerekirse Şekil 3.7’de görüldüğü gibi “Meanshift” ve “Moment” adımlarından oluşmaktadır. İlk olarak Meanshift yöntemi kullanılarak arama penceresinin (search window) merkezi bulunmaktadır. Her bir çerçevede yoğunluğun fazla olduğu pikseller merkez seçilerek önceki çerçevede yer alınan konumdan yeni konuma kaydırma işlemi gerçekleştirilir. Şekil 2.8’de bu yöntem görsel olarak belirtilmektedir. İkinci olarak boyut ve yön bilgisi hesaplanmaktadır.

Takip edilen çocuğun bir önceki konum bilgisi kullanılarak yeni konum bilgisi elde edilir ve bir sonraki çerçeve için başlangıç olarak kullanılır (Guraya vd., 2009). Eşitlik 3.9’da yer alan $I(x,y)$ arama alanında x,y koordinatında bulunan görüntünün yoğunluk bilgisini temsil

etmektedir. Arama alanı merkezi hesaplanması için eşitlik 3.9’da yer alan 0. moment hesaplanması ve eşitlik 3.10 ve 3.11’de yer alan x ve y ’ye göre 1. moment hesaplanması gerekmektedir.

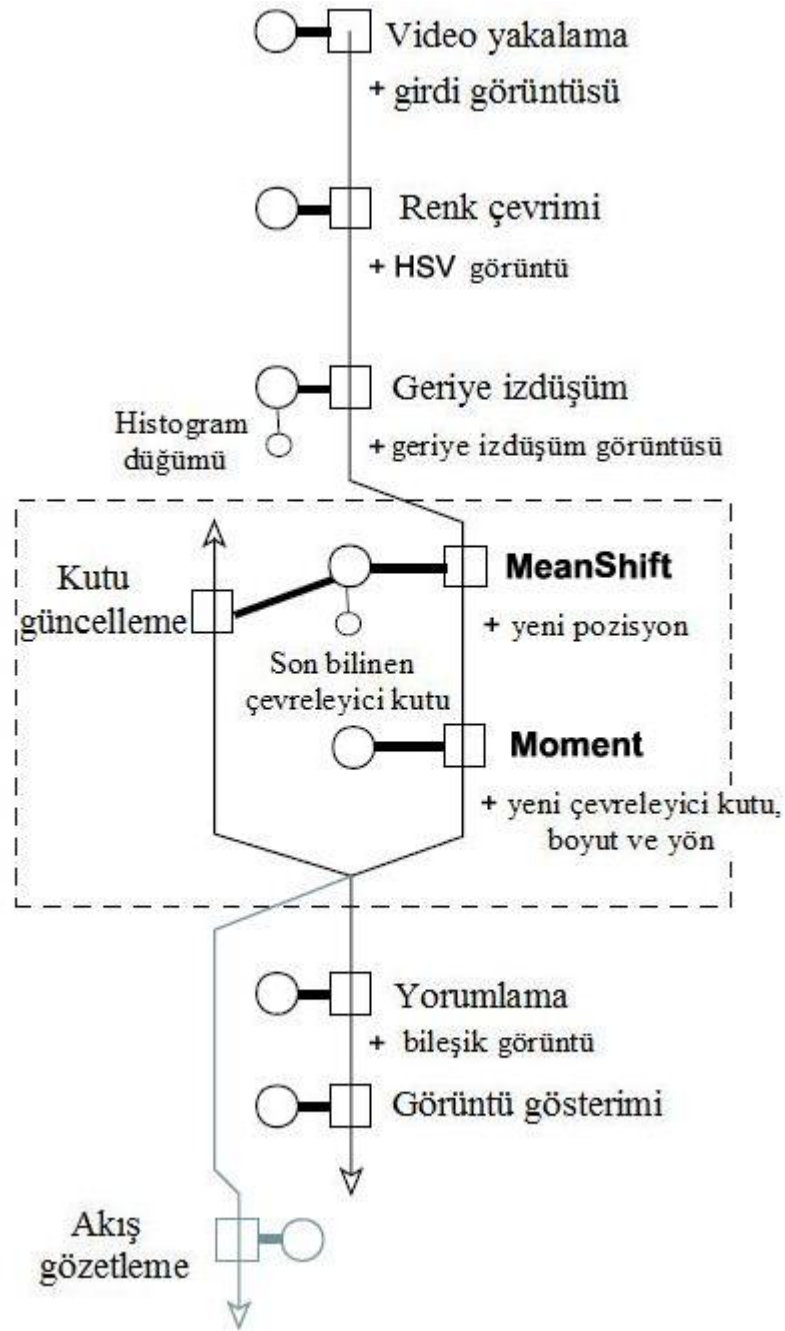
$$M_{00} = \sum_x \sum_y I(x, y) \quad (3.9)$$

$$M_{10} = \sum_x \sum_y xI(x, y) \quad (3.10)$$

$$M_{01} = \sum_x \sum_y yI(x, y) \quad (3.11)$$

$$x_c = \frac{M_{10}}{M_{00}}; y_c = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad (3.12)$$

“Camshift” yönteminde “Meanshift”ten farklı olarak çocuğun bulunduğu bölgeyi temsil eden çerçeveleyici kutunun boyutu ve açısı her kaydırma işleminde tekrardan hesaplanmaktadır. Bu nedenle bu yönteme “Sürekli Uyarlamalı Ortalama Kayma” denilmektedir. Çocuğu temsil eden olasılığa en çok yaklaşan değeri elde etmek için bu işlem yapılmaktadır.



Şekil 3.7 Camshift 3. adım detayı (François, 2004)



Şekil 3.8 Çocukun renk istatistiği



Şekil 3.9 Geriye izdüşüm

Camshift yöntemi takip işlemi sırasında renk kombinasyonlarını kullanmaktadır. Siyah, beyaz ve gri takip işlemleri sırasında gürültü olarak değerlendirildiğinden takip sırasında kullanılamazlar. Bu renkler nötr renklerdir.

Camshift yönteminde gürültünün dikkate alınmaması için kullanılan iki parametre bulunmaktadır. “smin” ve “vmin” parametreleri ile nötr renklere çok yakın olan renkler için eşik değeri belirlenebilmektedir. “vmin” parametresiyle siyaha yakın renkler için eşik değeri belirlenirken “smin” parametresi ile griye yakın renkler belirlenmektedir. Bu eşik değeri seviyeleri takip sonucunu direk olarak etkilemektedir. Bunlar dışında Camshift yönteminin kullanmış olduğu bir diğer parametre ise “vmax” dır. “vmax” parametresi çok parlak pikseller için eşik seviyesi belirlemeye yaramaktadır. “smin” parametresi ile beyaza yakın renkler elenebilmektedir. Bu nedenle olumlu sonuç almak için “vmax” değeri çok düşük

belirlenmemelidir [1].

Şekil 3.10’da çocuğun takip edilişi gösterilmektedir.



Şekil 3.10 Çocuğun takip edilmesi

3.1.3 Tehlike Durumlarının Tespit Edilme Katmanı

Bu katmanda çocuk için tehlike teşkil eden durumlar tespit edilmektedir. Bu durumlar; ebeveynler tarafından tanımlanan tehlikeli bölgeye yaklaşılması, düşme ve belirli bir süre hareketsiz kalma durumlarıdır.

3.1.3.1 Tehlikeli Bölge Tespiti

Tekli kamera sisteminde alınan veriler çocuğun iki boyutlu koordinat bilgileridir. Bunun dışında ebeveynlerin önceden sisteme tanımlamış oldukları tehlikeli bölge koordinatları yer almaktadır. Bu durumda derinlik bilgisinin anlaşılabilmesi için ebeveynlerin tanımladıkları tehlikeli bölgelerde boyut bilgilerini de vermeleri gerekmektedir. Çocuğun tehlikeli bölgede olup olmadığı anlaşılırken çocuğun takip edildiği şeklin alanı, ebeveyn’in önceden tanımlamış

olduğu tehlikeli bölgede çocuğun tahmini boyutu ve koordinat bilgileri kullanılmaktadır. Bu sayede çocuğun bulunduğu bölge ile tehlikeli bölge arasındaki mesafe olup olmadığı anlaşılabilmektedir. Bu hesaplamalar yapılırken tolerans bilgisi de işleme katılmıştır. Şekil 3.3’deki “Alarm” panelinde yer alan “Tehlikeli Bölge Toleransı” parametresi alan karşılaştırılması işlemlerinde kullanılırken, “Tehlikeli Bölge X Toleransı” ve “Tehlikeli Bölge Y Toleransı” parametreleri konum karşılaştırılması işlemlerinde kullanılmaktadır (Eşitlik 3.13). TA takip alanını, TBT’ i tehlikeli bölge toleransını, TBG_i’i i. tehlikeli bölge genişliğini, TBY_i ‘ i. tehlikeli bölge yüksekliğini, TX takip edilen çocuğun yatay konum bilgisini, TY takip edilen çocuğun düşey konum bilgisini, TBXT tehlikeli bölge yatay konum toleransını, TBYT tehlikeli bölge düşey toleransını, TBX_i ‘ i. tehlikeli bölge yatay konum bilgisini ve TBY_i ‘ i. tehlikeli bölge düşey konum bilgisini temsil etmektedir.

$$(TA-TBT < TBG_i * TBY_i < TA + TBT) \&\& ((TX-TBXT < TBX_i < TX+TBXT) \&\& (TY-TBYT < TBY_i < TY+TBYT)) \quad (3.13)$$

Eşitlik 3.13’ün görsel olarak yorumlanması Şekil 3.11’de yer almaktadır. Eşitlik 3.13 iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım çocuğun boyutu ile ilgili tolerans hesaplamalarını içerirken ikinci kısım çocuğun konumu ile ilgili tolerans hesaplamalarını içermektedir. Şekil 3.10’da soldaki resim boyut toleransını, sağdaki resim ise konum toleransını temsil etmektedir.



Şekil 3.11 Tehlikeli bölge toleransı

Bir diğer yöntem olan çok kameralı sistemde çocuğun tehlikede olup olmadığının anlaşılabilmesi her iki uygulamanın da çocuğun tehlikede olduğunun belirtmesiyle tespit edilmektedir. Bu sayede tek kameralı uygulamanın derinlik probleminden dolayı tehlikede yanlış alarm ürettiği durumlarda sistem etkilenmemektedir. Tek kamera sisteminde olduğu

gibi birtakım tolerans değerleri işlemler sırasında kullanılmaktadır. Tek kamera sisteminde çocuğun tehlikede olup olmadığı konusunda karar verilirken “Tehlikeli Bölge Toleransı” parametresi kullanılırken çoklu kamera sisteminde bu bilgi kullanılmamaktadır. Böylece bu sistemde ebeveynlerin boyut ile ilgili olarak herhangi bir bilgi vermesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Şekil 3.3’deki “Alarm” panelinde yer alan “Tehlikeli Bölge X Toleransı” ve “Tehlikeli Bölge Y Toleransı” parametreleri kullanılmaktadır (Eşitlik 3.14). TX takip edilen çocuğun yatay konum bilgisini, TY takip edilen çocuğun düşey konum bilgisini, TBXT tehlikeli bölge yatay konum toleransını, TBYT tehlikeli bölge düşey toleransını, TBX_i ' i. tehlikeli bölge yatay konum bilgisini ve TBY_i ' i. tehlikeli bölge düşey konum bilgisini temsil etmektedir.

$$(TX-TBXT < TBX_i < TX+TBXT) \&\& (TY-TBYT < TBY_i < TY+TBYT) \quad (3.14)$$

Eşitlik 3.14 Şekil 3.11’de sağdaki şekil üzerinde görsel olarak görülebilmektedir.

Şekil 3.14’de belirtildiği üzere tehlikeli bölgeyi her iki kameranın da görebileceği şekilde düzenleme yapılmalıdır.

3.1.3.2 Düşme Durumunun Tespit Edilmesi

Sistemin algıladığı bir diğer tehlike oluşturabilecek durum ise çocuğun düşmesidir. Düşmenin tanımını yapmak gerekirse; y eksenindeki ani konum değişikliği olarak tanımlamak mümkündür. (Eşitlik 3.15) Bu tanımdan yola çıkılarak sistem sürekli olarak takip ettiği çocukta ani y değişiklikleri tespit ettiği durumlarda alarm üretmektedir. Düşme hesaplamalarının sürekli olarak yapılması performans kaybına yol açabileceği için bu hesap her çerçeve için değil her saniyede bir çerçeve için işlem yapılmıştır. TY takip edilen çocuğun şu anki düşey konum bilgisini, TYÖ takip edilen çocuğun bir saniye önceki düşey konum bilgisini, DH düşme hassasiyeti bilgisini temsil etmektedir.

$$TY-TYÖ > DH \quad (3.15)$$

Şekil 3.12’de eşitlik 3.15 ile tespit edilen düşme adımları yer almaktadır.



Şekil 3.12 Düşme adımları

3.1.3.3 Hareketsiz Kalma Durumunun Tespit Edilmesi

Her zaman tehlikeli durum olarak değerlendirilmesi gerekmeyen fakat tehlikeli durum oluşması için ortam hazırlayan bir diğer durum ise hareketsiz kalma durumudur. Özellikle de çocuklar belirli bir yaş grubunda sürekli hareket halindedir. Bu nedenle bu durumda tehlikeli durum içerisinde değerlendirilmiştir. Hareketsiz kalma durumu x ve y koordinatındaki değişimin olmaması olarak değerlendirilmektedir (Eşitlik 3.16). Böyle bir durumda da ebeveynler bilgilendirilmektedir. Düşme hesaplamalarında performans kaybı yaşanmaması için her çerçevenin değerlendirilmesi yerine saniyede bir çerçeve değerlendirilmesi yöntemi hareketsizlik durumunun tespit edilmesinde de kullanılmıştır. TX takip edilen çocuğun şu anki yatay konum bilgisini, TY takip edilen çocuğun şu anki düşey konum bilgisini, TXÖ takip edilen çocuğun bir saniye önceki yatay konum bilgisini, TYÖ takip edilen çocuğun bir saniye önceki düşey konum bilgisini, HXT hareketsizlik yatay toleransını, HYT hareketsizlik düşey toleransını ve HÇT hareketsizlik çerçeve toleransını temsil etmektedir. Uygulamada, kaç saniye süresince çocuk hareketsiz kalırsa hareketsizlik alarmı verilmesi gerektiği

belirlenebilmektedir.

$$TX-TXÖ < HXT \&\& TY - TYÖ < HYT \quad (3.16)$$

Hareketsiz kalma durumu ile zaman arasındaki bağlantı şu şekilde hesaplanmaktadır. Eşitlik 3.16’da yapılan hesaplama sonucu hareketsizlik durumu tespit edilirse hareketsizlik sayacı artırılır. Hareketsizlik durumu tespit edilemediği durumlarda hareketsizlik sayacına sıfır değeri verilir. Böylece zamana bağlı olarak çocuğun ne kadar süre hareketsiz kaldığı bilgisi elde edilmiş olur. Kullanıcı ara yüzünde kaç saniye süresince hareketsiz kalındığında alarm üretilmesini belirten parametre ile elde edilen sayaç bilgisi karşılaştırılır. Sayaç verisi kullanıcı tarafından belirlenen parametreye eşit veya büyük olduğu müddetçe alarm panelinde yer alan hareketsizlik lambası kırmızı olarak yanmaktadır.

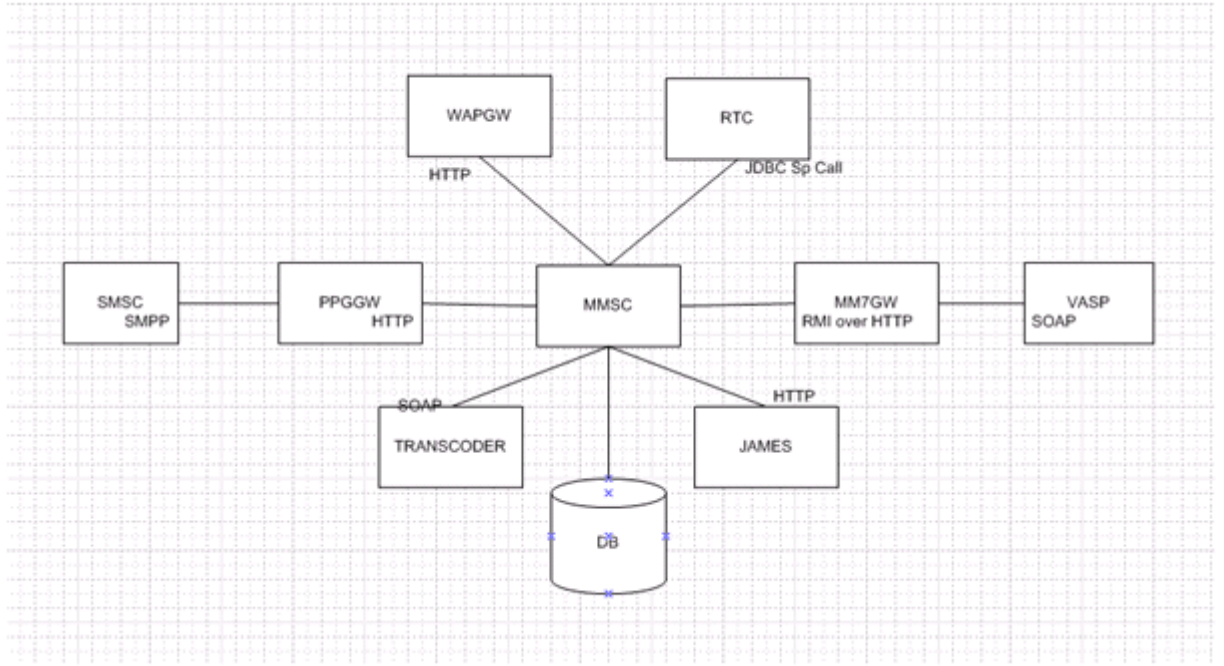
3.1.4 Alarm Üretilme Katmanı

Ebeveynleri bilgilendirmek amacıyla sistem tarafından alarm üretilmektedir. Ebeveynlerin çalışan bireyler oldukları düşünüldüğünde gün içerisinde sık olarak evdeki kamera sistemini izleme fırsatları olmayacaktır. Bu nedenle ebeveynlere tehlike durumları veya tehlike oluşturabilecek durumlar telefon aracılığıyla iletilmektedir. Alarm bilgisi gönderildiği anlarda ebeveynlerin içerisinde bulunduğu mekana göre evdeki kamera sistemine bağlanma fırsatı her zaman olamayacağı için alarm yöntemi olarak SMS değil MMS tercih edilmiştir.

MMS görüntülü mesaj servsidir. Multimedia mesajlaşma aynı operator aboneleri arasında (MM1), abone ile e-mail server arasında (MM3), farklı operatör aboneleri arasında (MM4), abone ile VAS (Value Added Services – Katma Değerli Servisler) servisi arasında (MM7) yapılabilmektedir.

Geliştirilen “MMS Web Servis” uygulaması ile VAS servisi konumundaki “Ev Ortamında Çocuk Güvenliği” uygulamamızdan MMS atılabilmektedir.

Şekil 3.13’de yer alan MMS mimarisinde VASP olarak görülen kutucuk “MMS Web Servis” uygulamasının çalıştığı platformdur. VAS servisleri ile abone arasındaki MMS mesajlaşması MM7 olarak nitelendirilmiştir. Böylece web servis aracılığıyla atılan MMS mesajı MM7GW aracılığı ile MMSC’ye iletilir. Mesaj sırasıyla MMSC, PPGW ve SMSC aracılığıyla aboneye iletilir.



Şekil 3.13 MMS uygulama mimarisi

3.2 Uygulama Yöntemleri

Tekli kamera ve çoklu kamera olmak üzere iki farklı uygulama yöntemi geliştirilmiştir.

3.2.1 Tekli Kamera Yöntemi

Temel olarak uygulamada mükemmel bir organizasyon olan insanın dış dünyayı nasıl algıladığı üzerine düşünülmüş ve sadece kendisine verilen girdileri işleyip birtakım fonksiyonlardan geçirerek çıktılar üretebilen uygulamaya insanın algılama özellikleri yüklenmeye çalışılmıştır. Resim, grafik, mimarlık, mühendislik, heykel vb. birçok alanda uygulanan perspektif kavramı tehlikeli bölge tespiti için de temelini oluşturmaktadır.

Akıllı görsel gözetim sistemi ile çocuğun tehlike içeren bir bölgede olup olmadığının anlaşılması için ebeveynlerin önceden tanımlamış oldukları tehlikeli bölge bilgileri kullanılmaktadır. Üç boyutlu gerçek dünya verilerini bilgisayar ortamına aktardığımızda elimizde iki boyutlu veri kalmaktadır. Üçüncü boyutun eksikliği tehlikeli bölgenin tespiti işleminin doğruluk başarısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Tehlikeli bölgenin tespiti için kullanılan yöntemde girdi olarak takip edilen nesnenin x , y koordinatları yanı sıra takip edilen kişinin derinliğini algılayabilmek için perspektiften faydalanılmıştır. Bunun için ebeveynlerin tanımlamış olduğu tehlikeli bölge boyutu önem arz

etmektedir. Takip edilecek kişinin boyutu tehlikeli bölgede iken ortalama olarak kameranın bulunduğu bölgeye göre ebeveynler tarafından öngörülmektedir. Uygulama arka planda takip ettiği kişinin o bölgede olup olmadığını kontrol etmenin yanı sıra ek bir bilgi olan derinlik bilgisini de dikkate almaktadır.

3.2.2 Çoklu Kamera Yöntemi

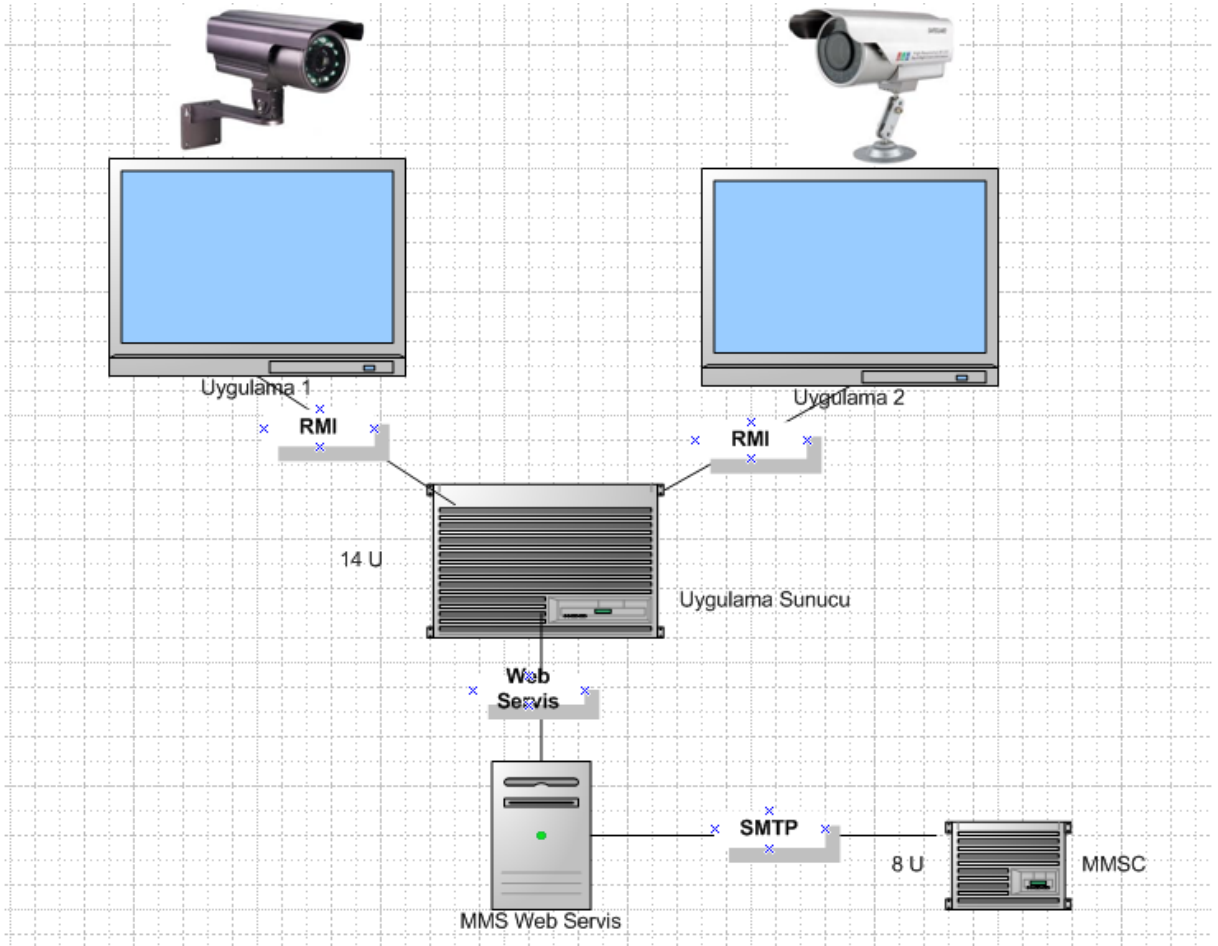
Evde çocuk güvenliği uygulaması uygulama sunucusu , iki adet istemci uygulaması ve MMS göndermeyi sağlayan web servis uygulamasından oluşmaktadır.

İstemci uygulamaların bağlı olduğu kameralar konumlandırılırken evdeki tehlikeli bölgelere hakim olacak şekilde kamera konumları belirlenmelidir. Şekil 3.14’de evin şekline ve tehlikeli bölgelerin bulunduğu noktaya göre farklı olarak konumlandırılmış kameralar görülmektedir. Sol üstteki odada televizyon ünitesi ile priz tehlikeli bölge olarak nitelendirilmiştir. Sağ üstteki odada ise televizyon ünitesi, vitrin ve pencere tehlike oluşturmaktadır. Sol alttaki odada ise tehlikeli bölge olarak priz bulunmaktadır. Bu odada kameralar karşılıklı gelecek şekilde konumlandırılmıştır. Sağ alttaki odada ise pencerelerin önünde koltuk bulunduğundan tehlikeli olarak belirtilmiştir. Kameralar ise görüş açısına pencereleri alacak şekilde konumlandırılmışlardır.

tehlikeli bölgeleri tanımlamalarını sağlayacak olan grafiksel kullanıcı ara yüzünü de içermektedir. Bu ara yüz ile ebeveynler çocukları için tehlike oluşturabileceklerini düşündükleri ortamları sisteme tanımlamaktadırlar. Uygulama ara yüzü ile birden fazla tehlikeli bölge tanımlı yapabilmek mümkündür. “Uygulama 1” ve “Uygulama 2” çocuğu takip etmenin yanı sıra tehlikeli bölge bildirimi, düşme, hareketsiz kalma gibi tehlike arz edebilecek durumları uygulama sunucusuna bildirmekle yükümlüdürler.

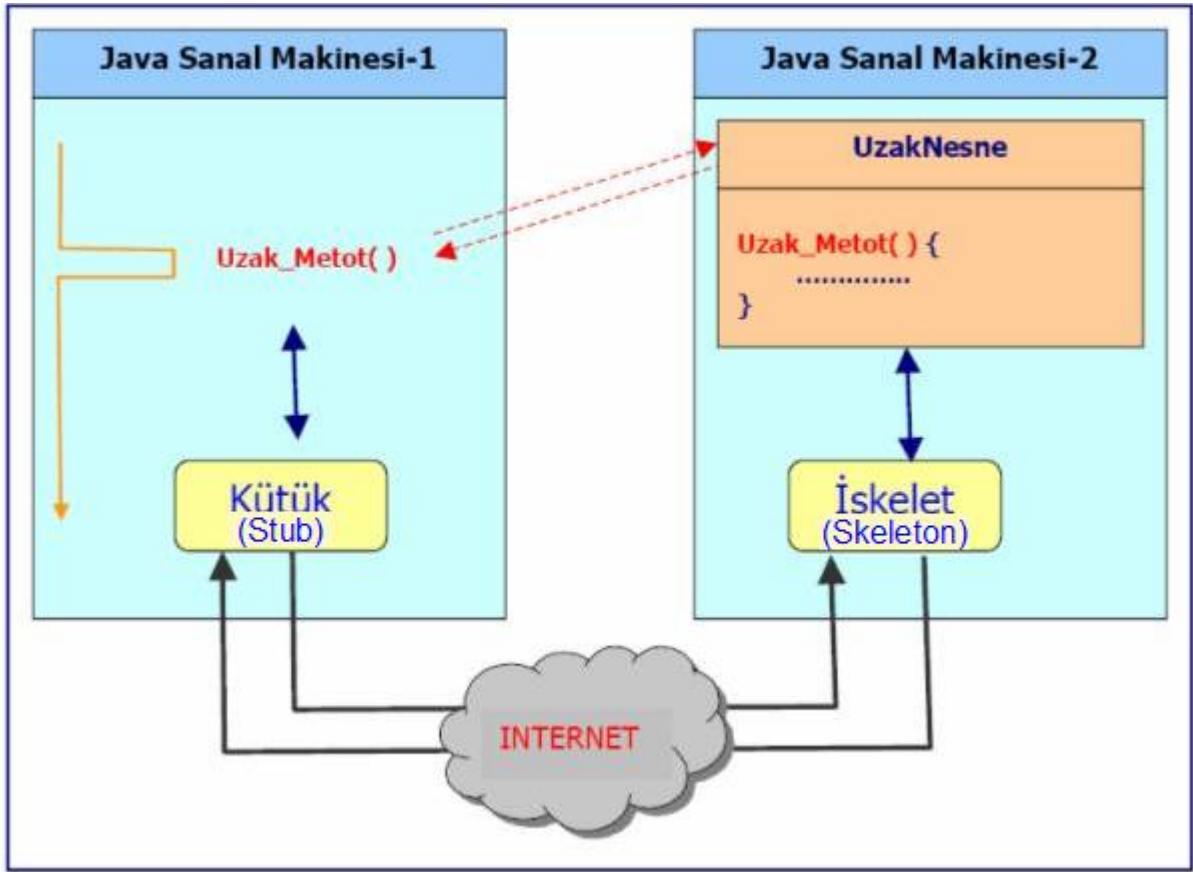
“Uygulama Sunucu” ‘su ise “Uygulama 1” ve “Uygulama 2” ‘den alınan bilgileri harmanlayan karar verme mekanizmasıdır. “Uygulama 1” ve “Uygulama 2” sadece kendi bakış açılarındaki görüntüden haberdar olurken “Uygulama Sunucu” ‘su yorumlanmış her iki bilgiye sahiptir. Bu bilgiler doğrultusunda bir karar vererek gerektiği durumlarda ebeveynleri bilgilendirmek üzere alarm üretmektedir.

“MMS Web Servis” olarak isimlendirilen uygulama ise evde çocuk güvenliğini sağlayan uygulama bütünü ile ebeveynler arasında bir nevi bağlantı oluşturmaktadır. “Uygulama Sunucu” ‘sunun göndermiş olduğu görüntü bilgisini MMSC ‘ye teslim ederek ebeveynlere varsayılan tehlikeli durumun görüntüsünün MMS olarak ulaşmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.15 Çoklu kamera yöntemi uygulama mimarisi

“Uygulama 1” ve “Uygulama 2” ‘in haberleşmesi için RMI mimarisi kullanılmıştır. Uzak Metot Çağırımı , dağıtılmış bir ortamda yerel çalışma imkanı sağlayan, uzaktan nesnelere ileti göndermeye yarayan temel bir Java teknolojisidir. Şekil 3.16 ile “Uygulama 1” ile “Uygulama Sunucu” veya “Uygulama 2” ile “Uygulama Sunucu” arasında yer alan RMI mimarisi detaylı olarak gösterilmiştir. “Java Sanal Makinesi-1” “Uygulama 1” veya “Uygulama 2” ‘yi temsil ederken “Java Sanal Makinesi-2” ise “Uygulama Sunucu” ‘sunu temsil etmektedir. “Java Sanal Makinesi-1” üzerinde bulunan bir Java uygulaması “Java Sanal Makinesi-2” ‘si üzerinde bulunan UzakNesne isimli bir nesnenin Uzak_Metot() isimli bir metodunu çağırımı görülmektedir.



Şekil 3.16 RMI ile Uzak Metot Çağırımı

“Uygulama Sunucu” ‘su ile “MMS Web Servis” arasındaki iletişim için web servis kullanılmaktadır. Web servisi, XML mesajlaşma tabanlı bir sistem entegrasyon yöntemidir. W3C tarafından yapılan resmi tanımıyla web servisi, bilgisayarlar arasında ağ üzerinden etkileşimi ve uyumluluğu sağlayacak yazılım sistemidir. Günümüzde birbiriyle haberleşecek sistemleri gerçeklemek için en çok tercih edilen yöntem web servisidir. XML web servisleri, SOAP adı verilen protokol ile iletişim kurarlar. Bu, web servisi erişim standardıdır. SOAP protokolü sayesinde web servisleri, basit ve mesaj tabanlı bir iletişim sağlar. Web servisleri, WSDL (Web Services Description Language – Ağ servisleri tanımlama dili) adı verilen bir tanımlama dili ile sundukları servisin tanımını yaparlar. “MMS Web Servis” ‘in sunmuş olduğu WSDL dosyası ile “Uygulama Sunucu” ‘su “MMS Web Servis” ‘inden yararlanılmıştır.

4. UYGULAMA TESTLERİ

“Evde Çocuk Güvenliği” uygulaması Java dilinde geliştirilmiş bir uygulamadır. Java’da görüntü işleme için gelişmiş kütüphaneler bulunmadığından çocuğun takibi sırasında gelişmiş bir kütüphane olan OpenCV’den faydalanılmıştır. OpenCV Intel tarafından desteklenen C ve C++ ile yazılmış açık kaynak kodlu bir görüntü işleme kütüphanesidir. Uygulama geliştiriciye kolaylıkla kullanabileceği görüntü işleme alt yapısı oluşturmaktadır. Bünyesinde bulunan 500 den fazla fonksiyonla ürün denetimi , tıbbi görüntüleme, güvenlik vb. alanlarda uygulamalar geliştirilebilmektedir.

Öncelikle takip için gerekli olan video’nun alınması kısmıdır. OpenCV kütüphanesi ile videodan görüntüler alınıp, yine OpenCV’nin sunmuş olduğu renk tabanlı bir yöntem olan Camshift nesne takibi yöntemi kullanılmıştır. Bunun için C++ ile OpenCV kütüphaneleri çağırılıp .dll uzantılı kütüphane oluşturulmuştur. Uygulamada ise JNI mimarisi sayesinde bu dll dosyaları kullanılmıştır. JNI, Java uygulamalarınıza sanal makine de uygulanmamış ve saf Java ile uygulanması imkansız yada çok zor olan yetenekleri katabilmeye yarar. Farklı diller ile geliştirilmiş, C altından çağrılabilir uygulama ve kütüphanelerin Java üzerinden erişilebilmesini mümkün kılar. Böylece OpenCV’ in sunmuş olduğu nesne takibi kütüphanelerinden faydalanılmıştır.

Uygulama ara yüzü temel olarak üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla “Takip” , “Tehlikeli Bölge” ve “Alarm” bölümleridir.

4.1.1 Tekli Kamera Sistemi İle Tehlikeli Bölgenin Tespit Edilmesi

Tekli kamera sistemi ile tehlikeli bölgenin tespit edilmesi esnasında kullanılan videoların özellikleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’ de yer almaktadır.

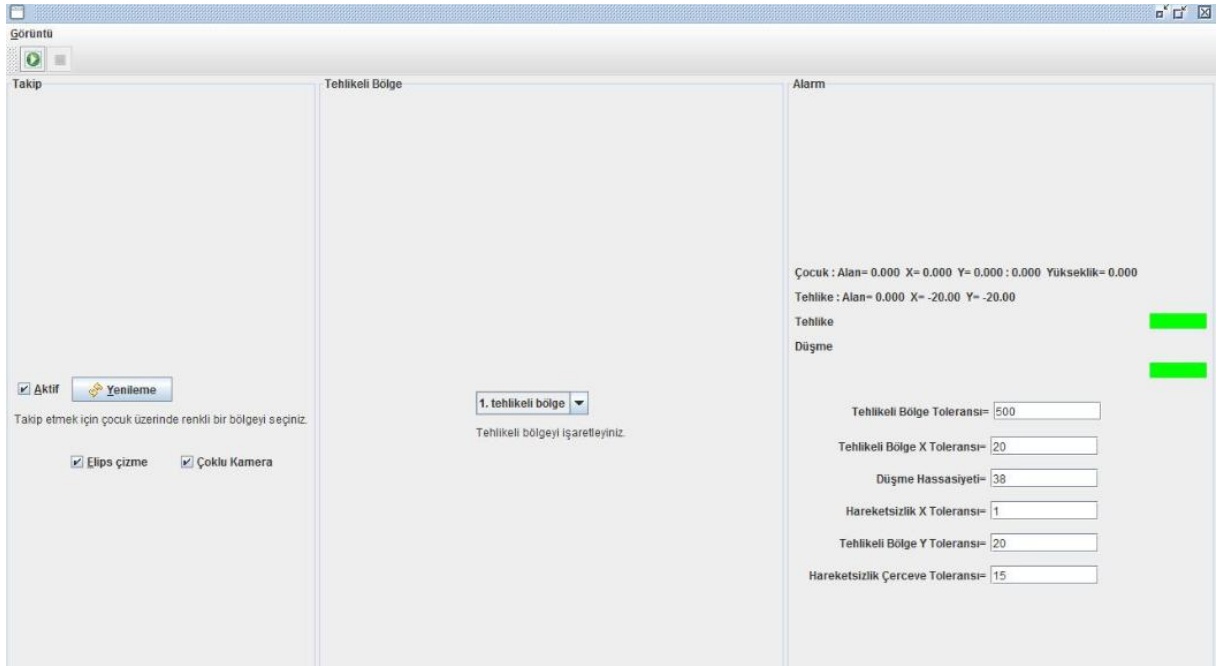
Çizelge 4.1 Tekli kamera sistemi tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri I

Süre	50.033 sn
Çerçeve Boyutu	640 x 480
Çerçeve Hızı	29.980 fps

Çizelge 4.2 Tekli kamera sistemi tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri II

Süre	74.867 sn
Çerçeve Boyutu	640 x 480
Çerçeve Hızı	29.880 fps

Uygulama başlatıldığında karşımıza Şekil 4.1’deki görüntü gelecektir.



Şekil 4.1 “Evde Çocuk Güvenliği” uygulaması ara yüzü

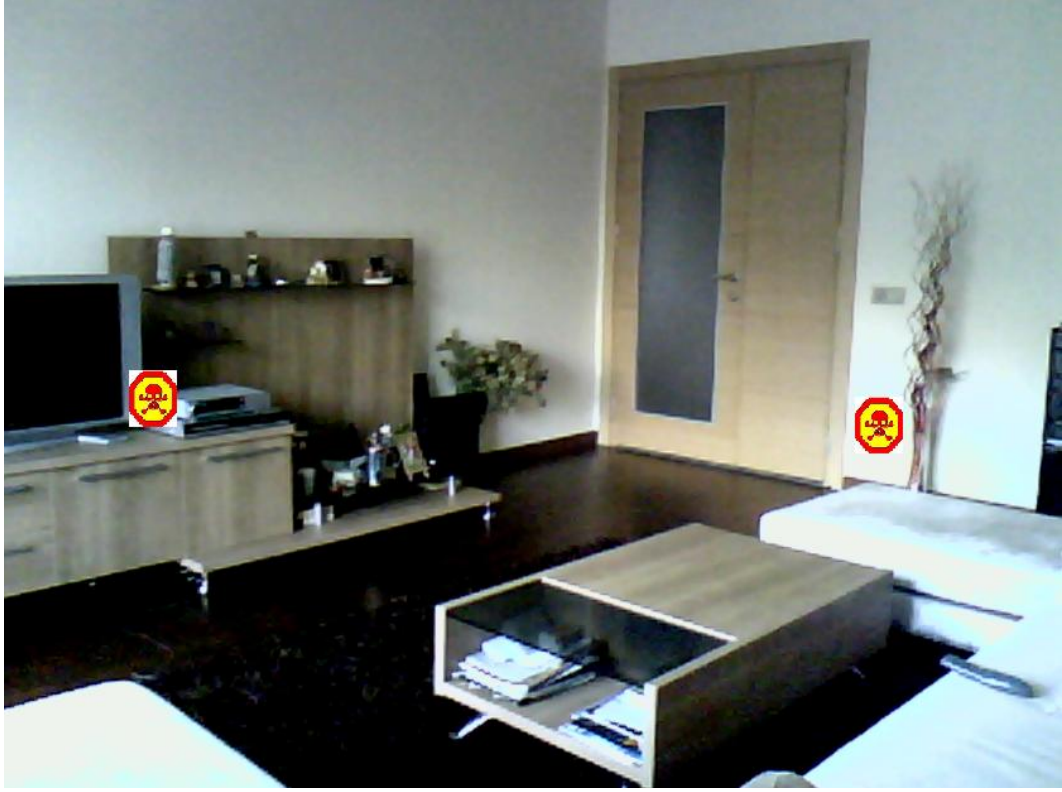
Görüntü mөнüsünden incelenmek istenen video seçilir. “Tehlikeli Bölge” panelinden çocuk için tehlike oluşturabilecek beş adet bölge fare yardımı ile işaretlenir.

Şekil 4.2’de gözlem yapılan odanın görüntüsü yer almaktadır.



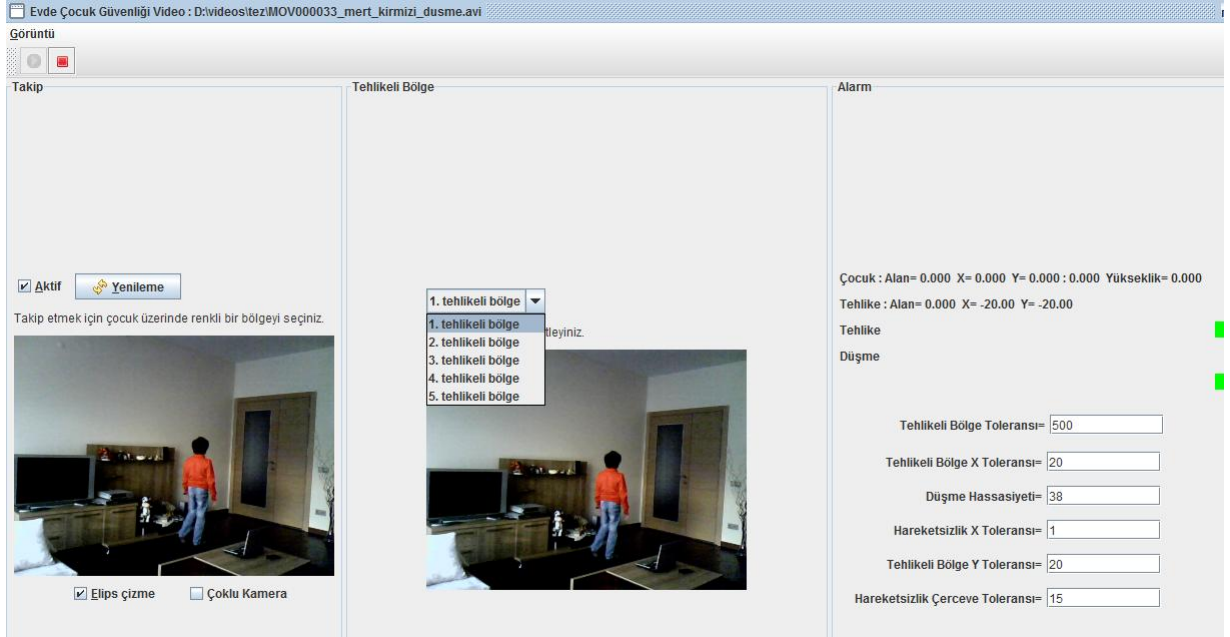
Şekil 4.2 Test odası

Şekil 4.3’de tehlike oluşturabilecek bölgeler belirlenmiştir.



Şekil 4.3 Tehlikeli bölgelerin belirlendiği test odası

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere tehlikeli bölgeler tanımlanabilmektedir. Kutucuktan tehlikeli bölge seçilip ve fare ile tehlikeli olarak görülen bölgeler işaretlenir.



Şekil 4.4 “Tehlikeli Bölge” tanımlanması

Tehlikeli bölgeler belirlendikten sonra “Takip” panelinden gözlemlenmek istenilen çocuk üzerinde bir bölge fare yardımı ile seçilmelidir. İşaretleme yapıldığında uygulama Şekil 4.5’de görüldüğü gibi çocuğu takip etmeye başlayacaktır.



Şekil 4.5 (a), (b), (c), (d) Çocuğun takip edilmesi

Tehlikeli bölgeler belirlenip, çocuk takip için işaretlendikten sonra “Alarm” paneli devreye girmektedir. Uygulama ile çocuğun davranışları değerlendirilirken “Alarm” panelinden değerlendirme sonuçları gözlemlenebilmektedir. “Alarm” panelinde “Çocuk” kısmında çocuğun işaret edildiği şeklin alanı, X, Y koordinat bilgileri ve şeklin genişlik ve yükseklik bilgileri; “Tehlike” kısmında kullanıcı tarafından belirtilen tehlikeli bölgenin alanı ve X, Y koordinat bilgileri, diğer “Tehlike” bölümünde ise çocuğun tehlikede olup olmadığı bilgisi ve son olarak “Düşme” kısmında çocuğun düşüp düşmediği bilgisi yer almaktadır. Çocuğun tehlikede olup olmadığı bilgisi renklerle ifade edilmiştir. Yeşil renk çocuğun güvende olduğunu belirtirken tehlike anında bu renk kırmızı olmaktadır. Ayrıca tehlike anında hangi tehlikeli bölgede yer aldığı bilgisi de belirtilmektedir. Aynı şekilde çocuğun düşüp düşmediği bilgisi renklerle ifade edilmiştir. “Düşme” kısmında yer alan yeşil renk çocuğun düşmediğini

belirtirken kırmızı renk çocuğun o an düşmüş olduğunu belirtmektedir. Şekil 4.6’da çocuğun tehlikeli bölgede bulunması gösterilmiştir. “Alarm” panelinde bulunan “Tehlike” parametresinin yanındaki lamba kırmızı yanmakta ve üzerindeki rakam çocuğun hangi tehlikeli bölgede olduğunu ifade etmektedir.Şekil 4.6’da çocuğun birinci tehlikeli bölgede olduğu görülmektedir.



Şekil 4.6 (a) Tehlikeli bölge belirleme ekranı (b) Çocuğun takip edilmesi (c) 1. tehlikeli bölgede tespit edilmesi

Şekil 4.7’de “Alarm” panelinde bulunan “Tehlike” panelinin yanındaki lamba kırmızı yanmakta ve üzerindeki rakam çocuğun ikinci tehlikeli bölgede olduğunu ifade etmektedir.

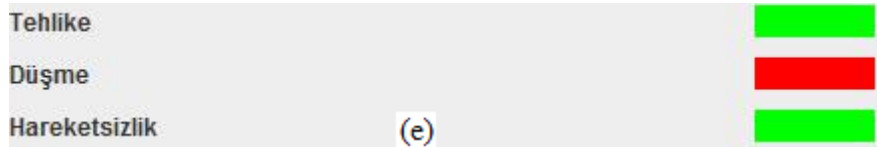




Şekil 4.7 (a) Tehlikeli bölge belirleme ekranı (b) Çocuğun takip edilmesi (c) 2. tehlikeli bölgede tespit edilmesi

4.1.2 Düşmenin Tespit Edilmesi

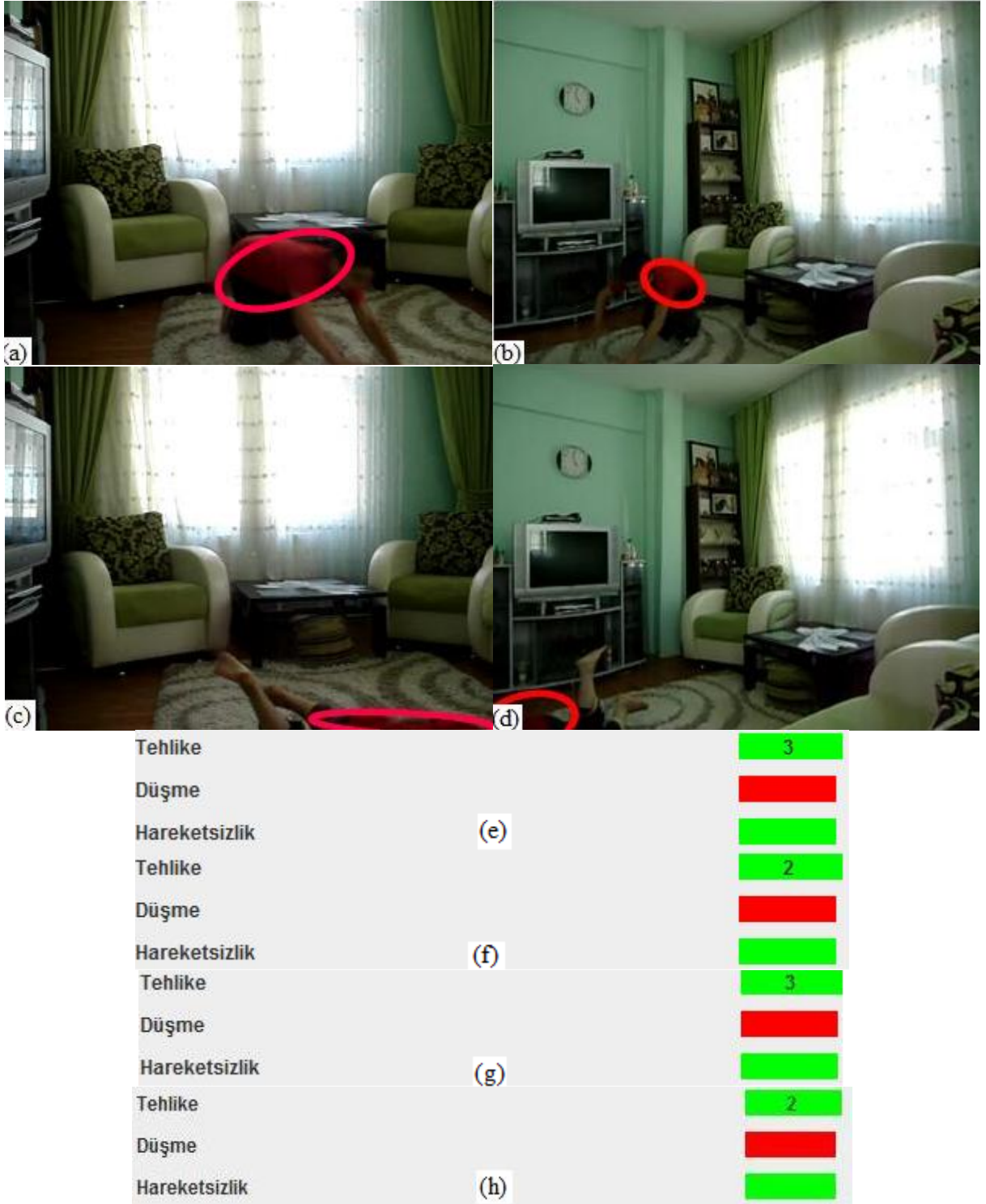
Şekil 4.8’de çocuk sehpadan atlayarak düşmüştür. Bu esnada “Alarm” panelinde yer alan düşme lambası kırmızı renktedir.



Şekil 4.8 (a), (b), (c), (d) Çocuğun düşme adımları (e) düşme lambasının yanması

Şekil 4.9’da çocuğun koltuktan atlamasıyla beraber dikey yöndeki hızlı değişim her iki

uygulama tarafından da düşme gerçekleştiği şeklinde yorumlanmıştır.



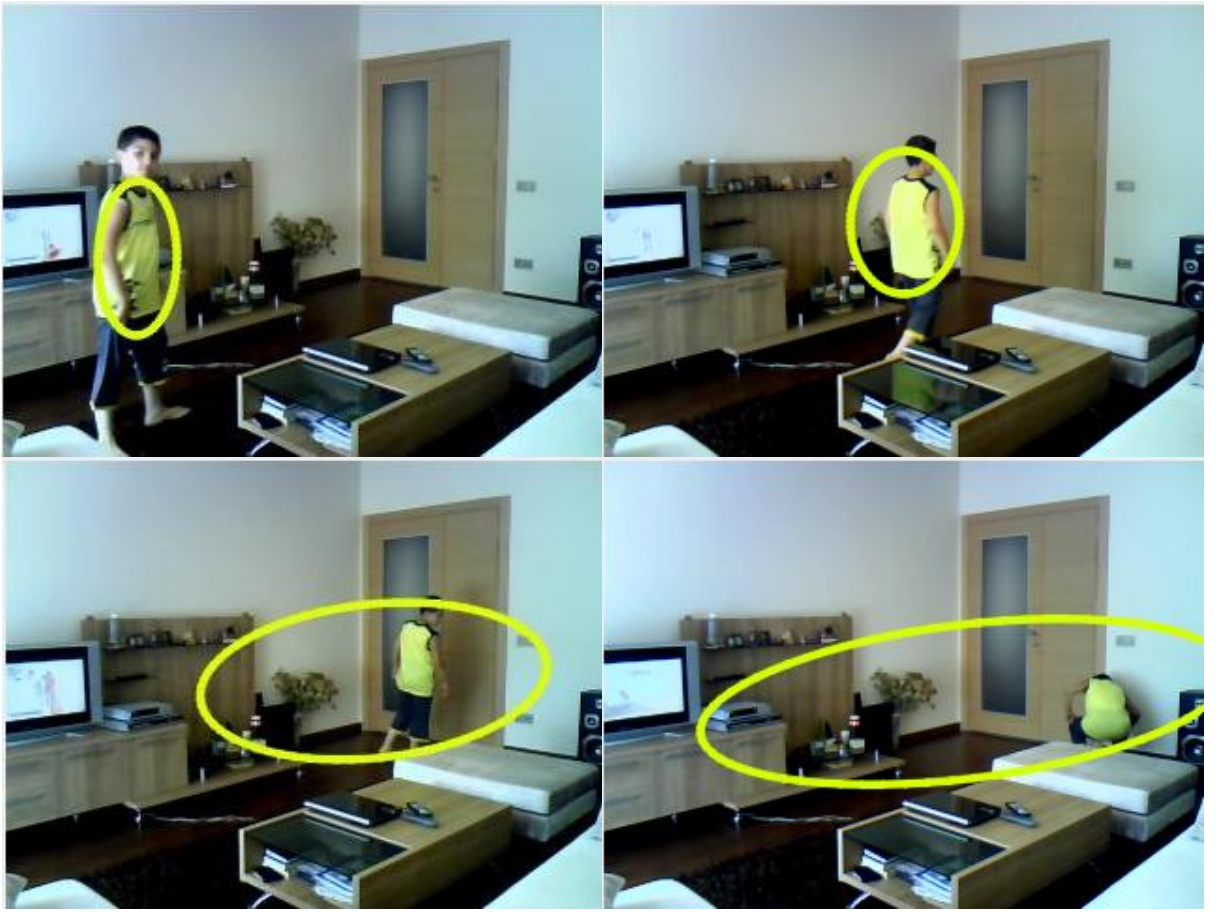
Şekil 4.9 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun düşme durumunun tespit edilmesi (a) (c) 1 numaralı kamera ile takip, (b) (d) 2 numaralı kamera ile takip, (e), (g) 1 numaralı kamera sonucu, (f), (h) 2 numaralı kamera sonucu

4.1.3 Farklı Renk Tonları İle Çocuğun Takip Edilmesi

Camshift takip yöntemi HSV uzayında çalışmaktadır ve renk değeri takip işleminde etkin olarak kullanılmaktadır. Takip esnasında takip edilen renk ile ortam arasındaki uyum “Smin”, “Vmin” parametreleriyle sağlanabilmektedir.

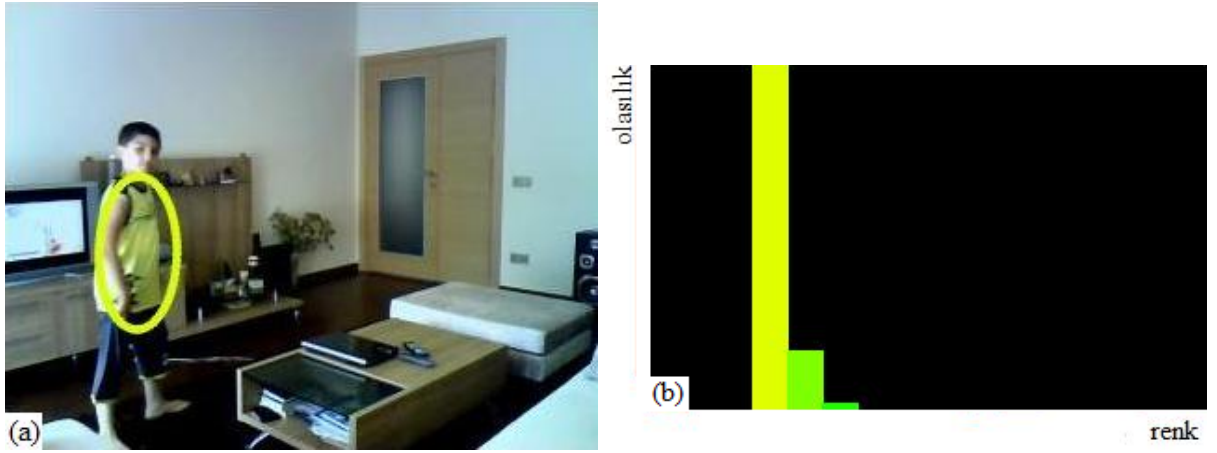
4.1.3.1 Sarı Renk

Şekil 4.10’da olduğu gibi sarı renk gibi renk tonunun ortam rengine çok yakın olan renklerde de test yapılmıştır. Çizelge 4.3’ de test sırasında kullanılan videonun özellikleri belirtilmektedir.



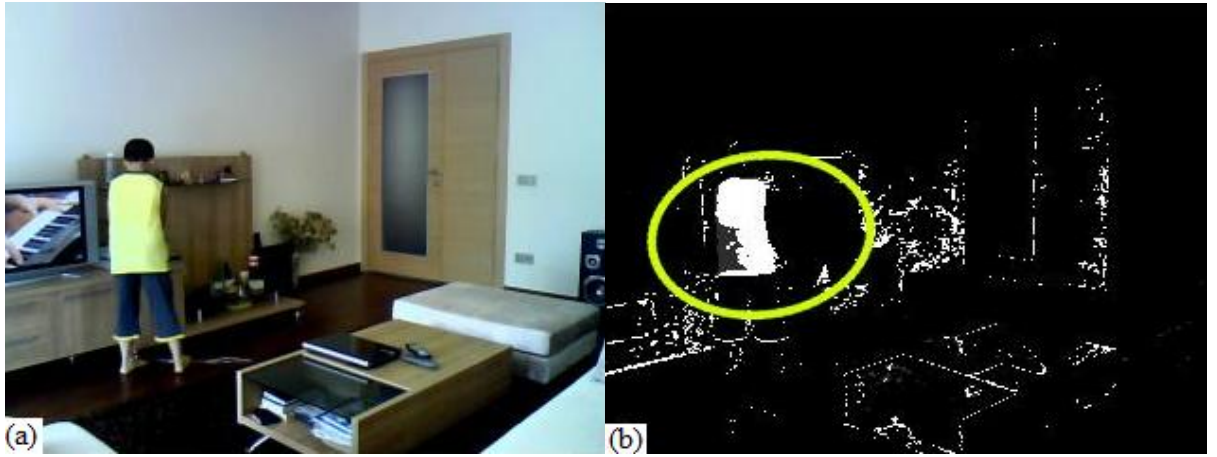
Şekil 4.10 Sarı renk ile çocuğun takip edilmesi

Şekil 4.11’da çocuğun renk istatistiği gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.11 (a) Çocuğun takip edilmeye başlanması. (b) Çocuğun olasılık-renk istatistiği (histogram) grafiği

Takip sırasında çocuğun dışında arka plan bilgisi de elipsin içerisinde görülmektedir. Bunun için birtakım ayar yapılması gerekmektedir. Bu ayarlama için “Takip” panelinde yer alan görünüm açılır kutusunda “Geriye İzdüşüm” seçilmelidir. Şekil 4.12’de görüleceği üzere arka plandaki çok sayıda gri piksel takip işlemini zorlaştırmaktadır.



Şekil 4.12 (a) Çocuğun normal görüntüsü (b) Takip esnasında çocuğun geriye izdüşüm görüntüsü

Bu nedenle “Takip” panelinde yer alan “Vmin”, “Smin” parametre değerleri güncellenerek çocuğun takip edilmesi sağlanmıştır. Şekil 4.13’de güncel parametrelerle geriye izdüşüm yer almaktadır.



Şekil 4.13 (a) Çocuğun normal görüntüsü (b) Takip parametreleri güncellenen çocuğun geriye izdüşüm görüntüsü

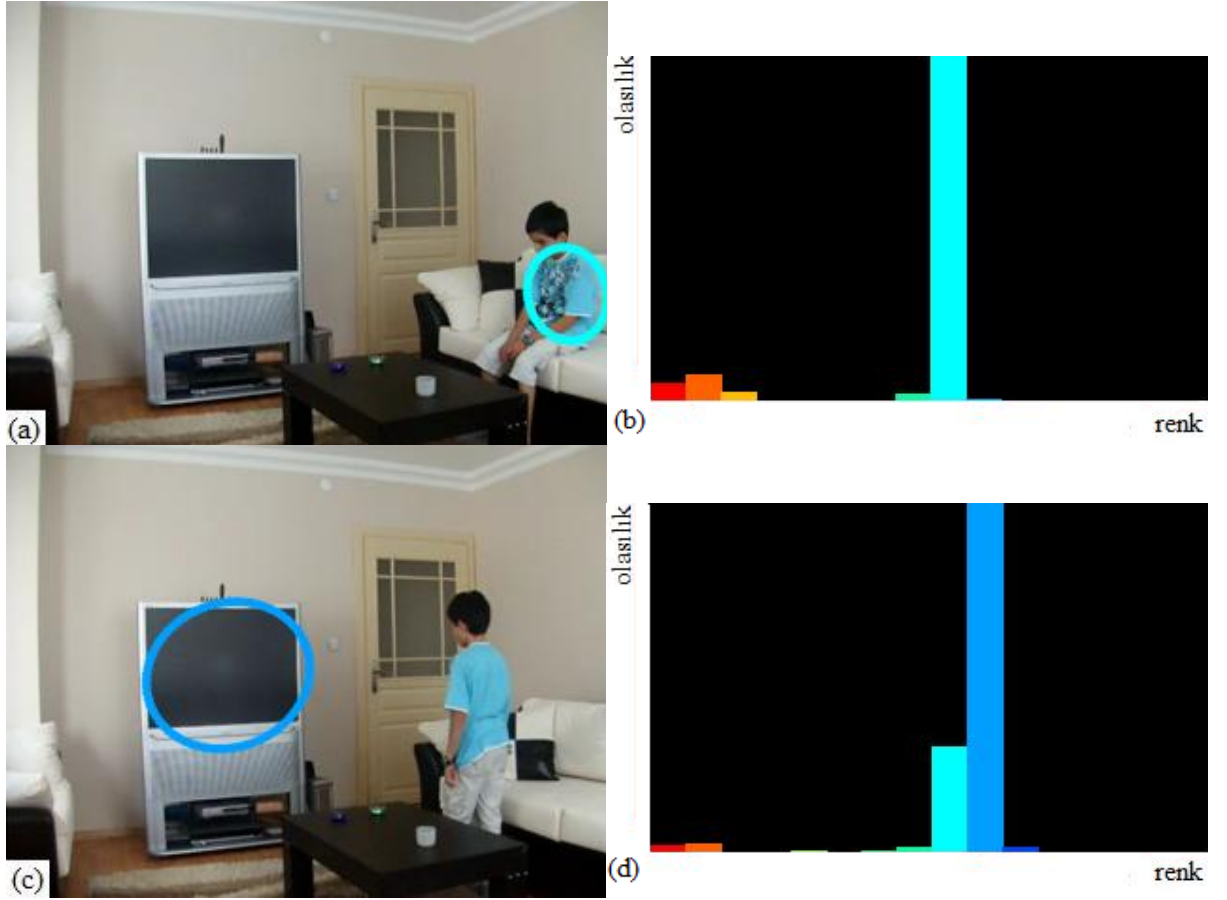
4.1.3.2 Mavi Renk

Şekil 4.14’de çocuğun mavi renk ile takip edilmesi sağlanmıştır.



Şekil 4.14 Mavi renk ile çocuğun takip edilmesi

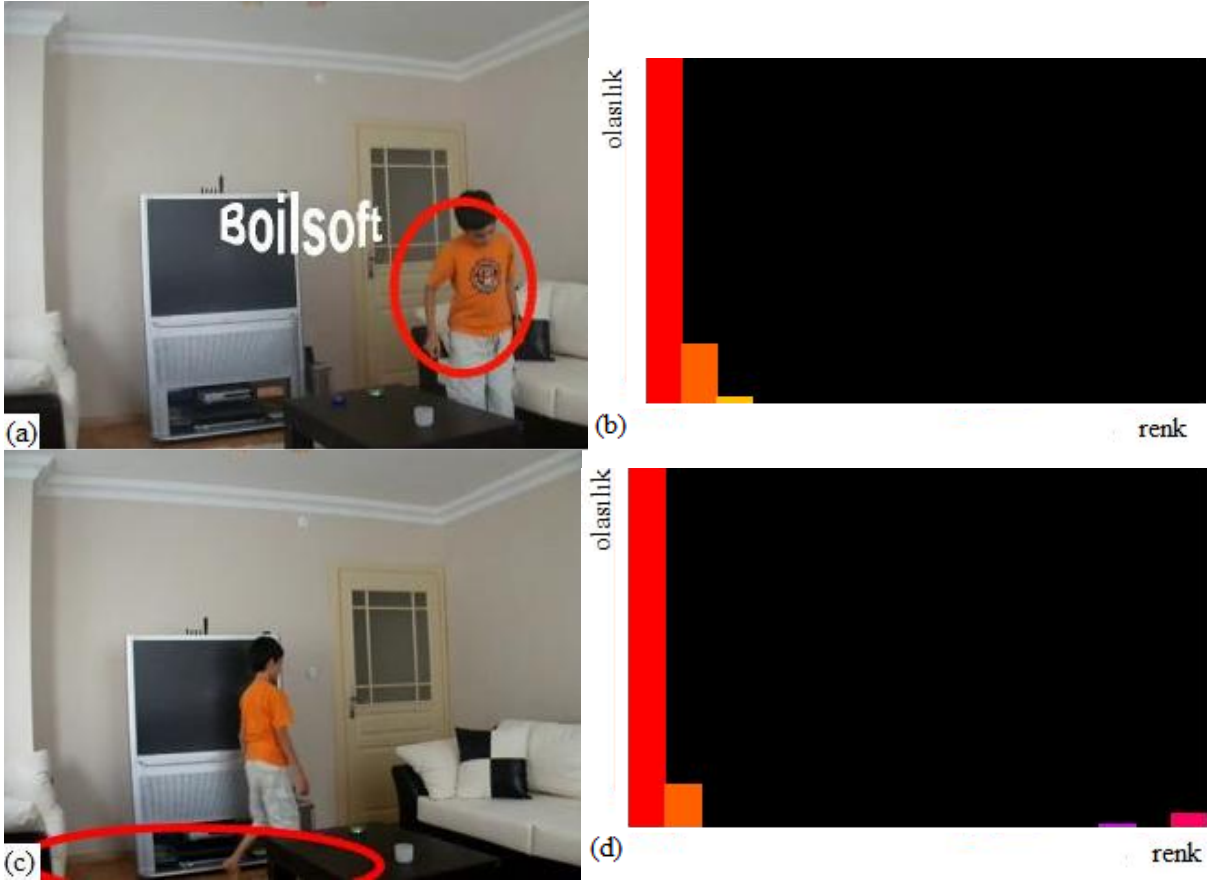
Şekil 4.15’de görüldüğü gibi televizyonun renk histogramı ile çocuğun renk histogramı benzerlik gösterdiğinden Şekil 4.14’de çocuğun takibi esnasında televizyonda elipsin içerisinde yer almıştır.



Şekil 4.15 Mavi renk ile çocuğun takip edilmesi (a) Çocuğun takip için işaretlenmesi (b) Çocuğun olasılık-renk histogram grafiği (c) Televizyonun takip için işaretlenmesi (d) Televizyonun olasılık-renk histogram grafiği

4.1.3.3 Turuncu Renk

Şekil 4.16’de çocuğun takip edildiği tişört ile parke zeminin benzerliği belirtilmektedir.



Şekil 4.16 Turuncu renk ile çocuğun takip edilmesi (a) Çocuğun takip edilmeye başlanması. (b) Çocuğun yoğunluk-renk istatistiği (histogram) grafiği. (c) Parke zeminin takip olarak seçilmesi, parke zemin alanı d) Parke zemin renk histogramı

Şekil 4.17’de görüldüğü üzere parke ile çocuğun takip edildiği renk tonları birbirine benzer olduğundan takip sırasında sorunlar yaşanabilmektedir. Fakat daha sonrasında tekrardan takip edebilmektedir.

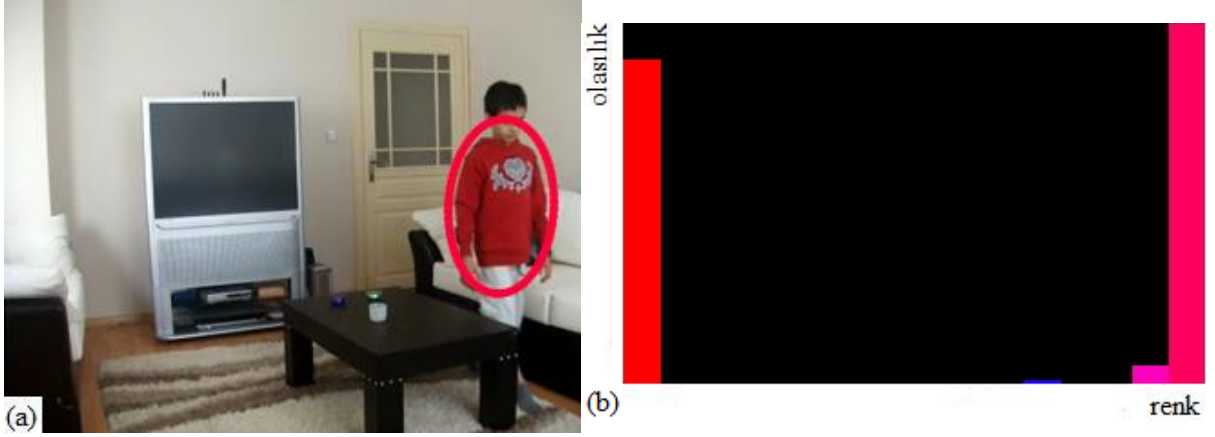




Şekil 4.17 Turuncu renk ile çocuğun takip edilmesi

4.1.3.4 Kırmızı Renk

Şekil 4.18'de takip edilen çocuğun histogram bilgisi yer almaktadır.



Şekil 4.18 Kırmızı renk ile çocuğun takip edilmesi (a) Çocuğun takip edilmeye başlanması. (b) Çocuğun yoğunluk-renk histogram grafiği



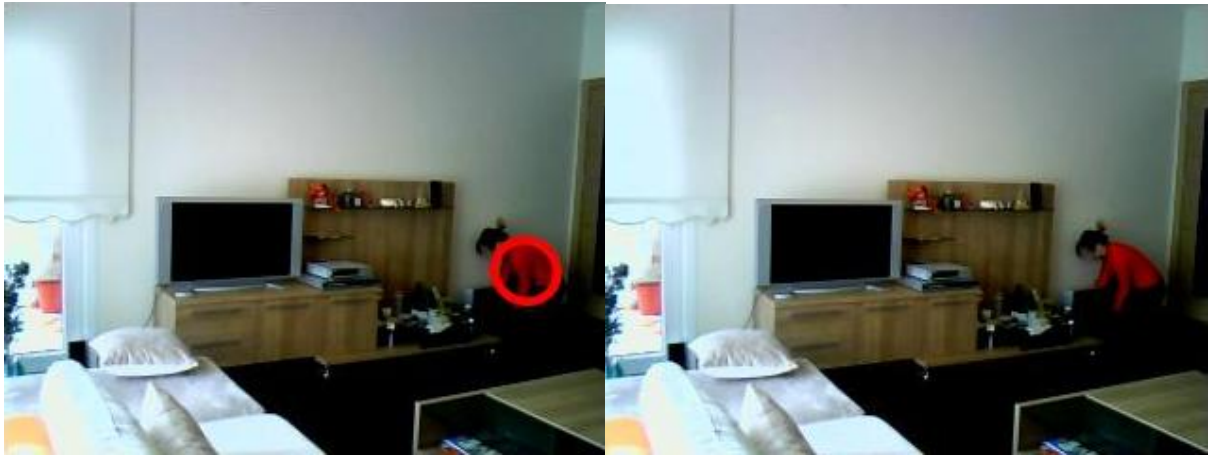


Şekil 4.19 Kırmızı renk ile çocuğun takip edilmesi

4.1.4 Hareketsiz Kalma Durumunun Tespit Edilmesi

Hareketsiz kalma durumunun tehlike oluşturabileceği durumlar çocuğun yaşı, cinsiyeti, kişiliği ile bağlantılıdır. Bu nedenle hareketsizlik x, y tolerans bilgileri ve çocuğun kaç saniye boyunca hareketsiz kalırsa alarm üretileceği bilgisi çocuklarını yakından tanıyan ebeveynlere bırakılmıştır.

Şekil 4.20’ de çocuğun tehlike oluşturabilecek bir durumda hareketsiz kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.20 Tehlike oluşturabilecek bir durumda hareketsiz kalma durumu

Şekil 4.21’de tespit edilen hareketsiz kalma durumu ise çocuğun düştükten sonra belirli bir müddet hareketsiz kalması anında oluşmuştur.



Şekil 4.21 Düşme sonrası hareketsiz kalma durumu

Şekil 4.22’de çocuğun hareketsiz kaldığı tespit edilmiştir. Çocuk uyuduğundan herhangi bir tehlikeli durum söz konusu değildir.



Şekil 4.22 Uyuma esnasında hareketsiz kalma durumu

4.1.5 Çoklu Kamera Sistemi İle Tehlikeli Bölgenin Tespit Edilmesi

Çoklu kamera yönteminde tehlikeli bölgenin tespiti her bir kamera verisini değerlendiren uygulama tarafından belirlenmektedir. Şekil 4.23’de birinci uygulama ve ikinci uygulama kamera görüntülerinde yer alan tehlikeli bölgeler işaretlenmiştir. Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da test esnasında kullanılan videoların özellikleri belirtilmektedir.

Çizelge 4.5 Çoklu kamera sistemi ile tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri I

Süre	77.611 sn
Çerçeve Boyutu	640 x 480
Çerçeve Hızı	29.970 fps

Çizelge 4.6 Çoklu kamera sistemi ile tehlikeli bölgenin tespit edilmesi örnek video özellikleri II

Süre	78.812 sn
Çerçeve Boyutu	640 x 480
Çerçeve Hızı	29.970 fps



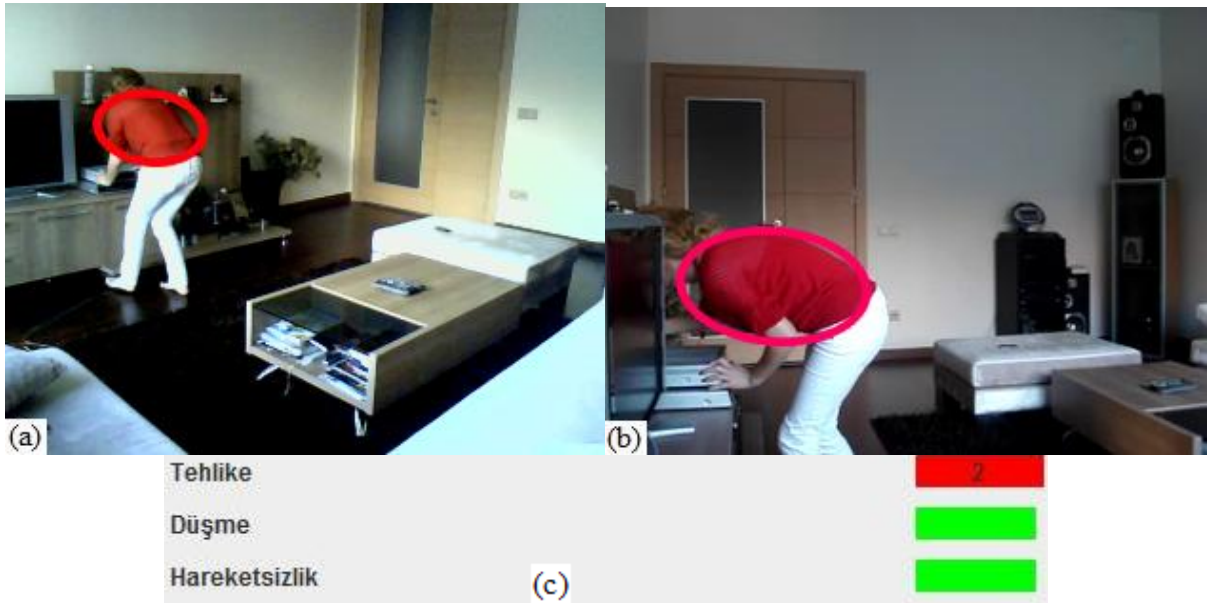
Şekil 4.23 Tehlikeli bölgelerin belirtilmesi 1. kamera görüntüsü (sol), 2. kamera görüntüsü(sağ)

Şekil 4.24’de görüldüğü gibi çocuğun pufta oturması birinci uygulama tarafından tehlikeli bir durum olarak tespit edilmiştir. Bu nedenler üstte yer alan birinci uygulamanın ara yüzünde “Alarm” panelinde bulunan “Tehlike” lambası kırmızı olarak yanmaktadır. Lamba üzerindeki “1” ifadesi 1. tehlikeli bölge olarak işaretlenen bölgede yer aldığını ifade etmektedir. Buna karşılık ikinci uygulama prizi farklı bir açıdan görebildiğinden herhangi bir tehlike uyarısı yapmamaktadır. Netice itibarıyla bu durum ana uygulama tarafından tehlikeli durum olarak değerlendirilmemektedir. Ana uygulama her iki uygulamanın verilerini değerlendirerek ortak tehlike oluşturan durumları tehlikeli durum olarak kabul etmektedir.



Şekil 4.24 Çoklu kamera sistemi ile birinci tehlikeli bölgenin tespit edilmesi

Şekil 4.25’de görüldüğü üzere her iki uygulamanın “Alarm” panelindeki “Tehlike” lambası çocuğun ikinci tehlikeli bölgede olduğunu ifade etmektedir. Çoklu kamera sisteminde her iki uygulama çocuğun tehlikeli bölgede olduğunu ifade ettiği için ana uygulama çocuğun tehlikede olduğu analizini yapmaktadır.



Tehlike		2
Düşme		
Hareketsizlik	(d)	

Şekil 4.25 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun ikinci tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu

Bir diğer örnekte ise Şekil 4.26’da görüldüğü üzere üç tehlikeli bölge belirlenmiştir. Bunlardan birincisi televizyon ünitesi, ikincisi kırılabilir cam eşyaların bulunduğu vitrin, üçüncüsü ise penceredir. Tehlikeli bölgelerin tanımlanmasıyla ilgili olarak açıklama yapmak gerekirse; belirlenen tehlikeli bölgelerin birinci, ikinci, üçüncü vs. olarak adlandırılmasında herhangi bir öncelik yoktur. Sadece birbirinden farklı isimlendirme yapılabilmesi için numaralandırılmışlardır.



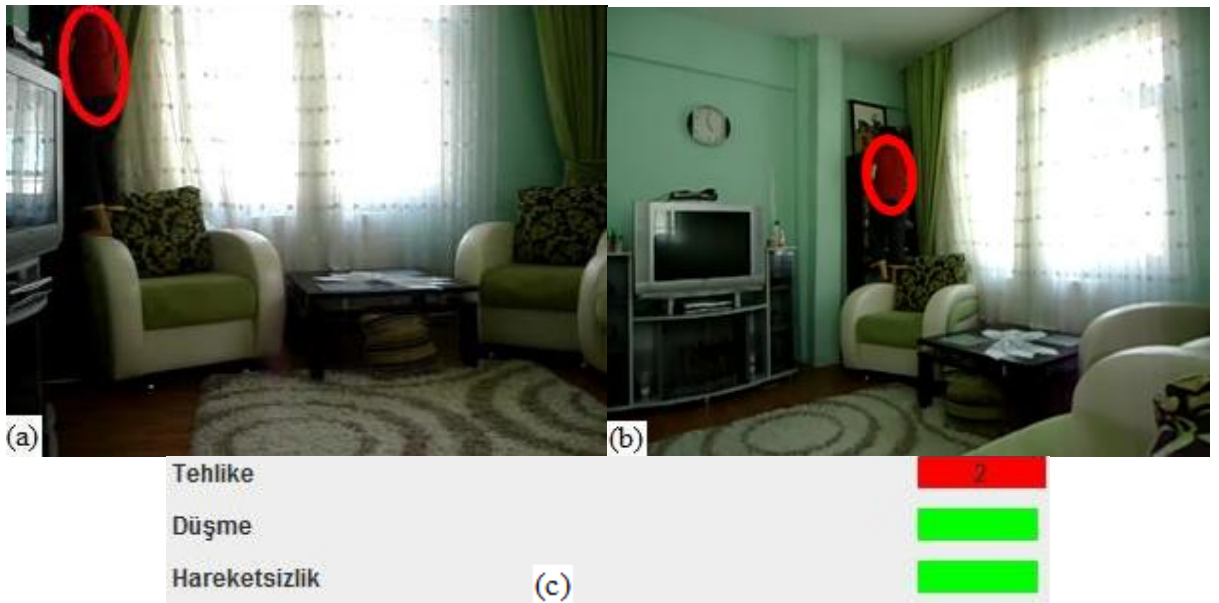
Şekil 4.26 Tehlikeli bölgelerin belirtilmesi 1. kamera görüntüsü (sol), 2. kamera görüntüsü(sağ)

Şekil 4.27’de görüldüğü üzere çocuğun televizyon ünitesinin yakınında olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle “Alarm” panelinde bulunana “Tehlike” lambası kırmızı görülmektedir. Kırmızı lamba üzerinde belirtilen “1” ifadesi çocuğun birinci tehlike bölgesinde yer aldığını ifade etmektedir.



Şekil 4.27 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun birinci tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu

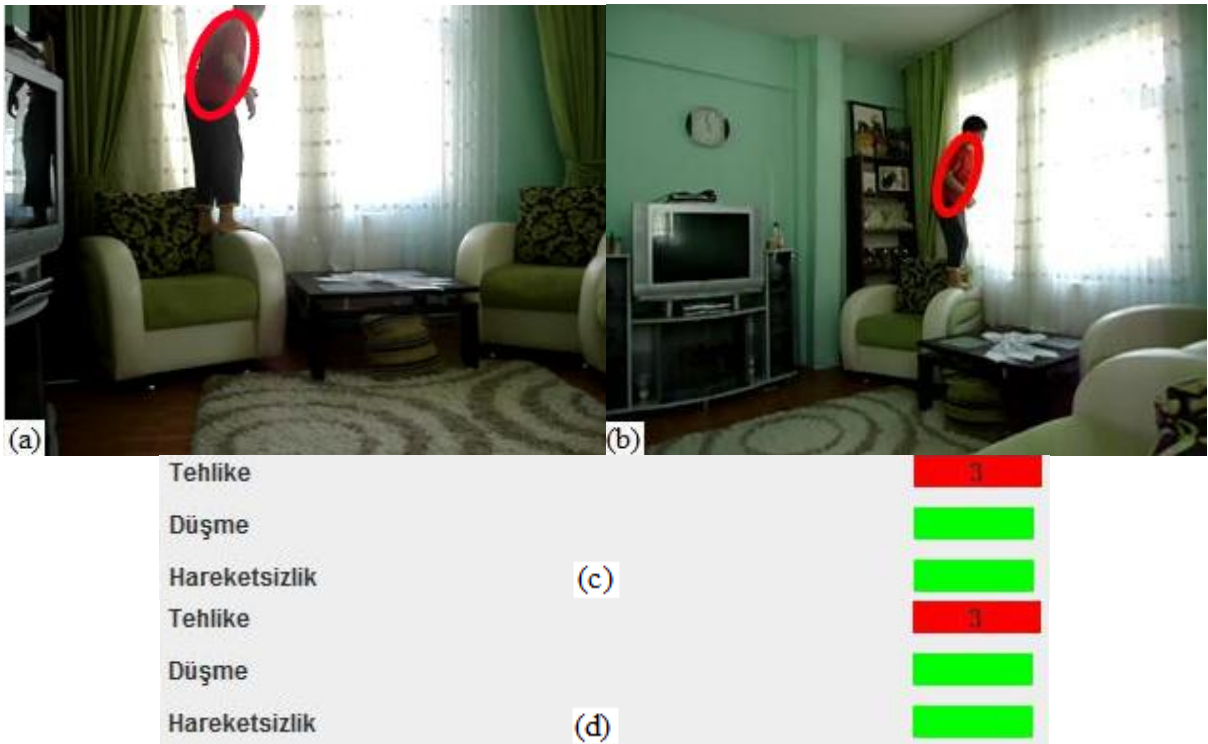
Şekil 4.28’de çocuğun bir diğer tehlikeli bölge olan vitrinin önünde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle “Alarm” panelinde bulunana “Tehlike” lambası kırmızı görülmektedir. Kırmızı lamba üzerinde belirtilen “2” ifadesi çocuğun ikinci tehlike bölgesinde yer aldığını ifade etmektedir.



Tehlike		2
Düşme		
Hareketsizlik	(d)	

Şekil 4.28 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun ikinci tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu

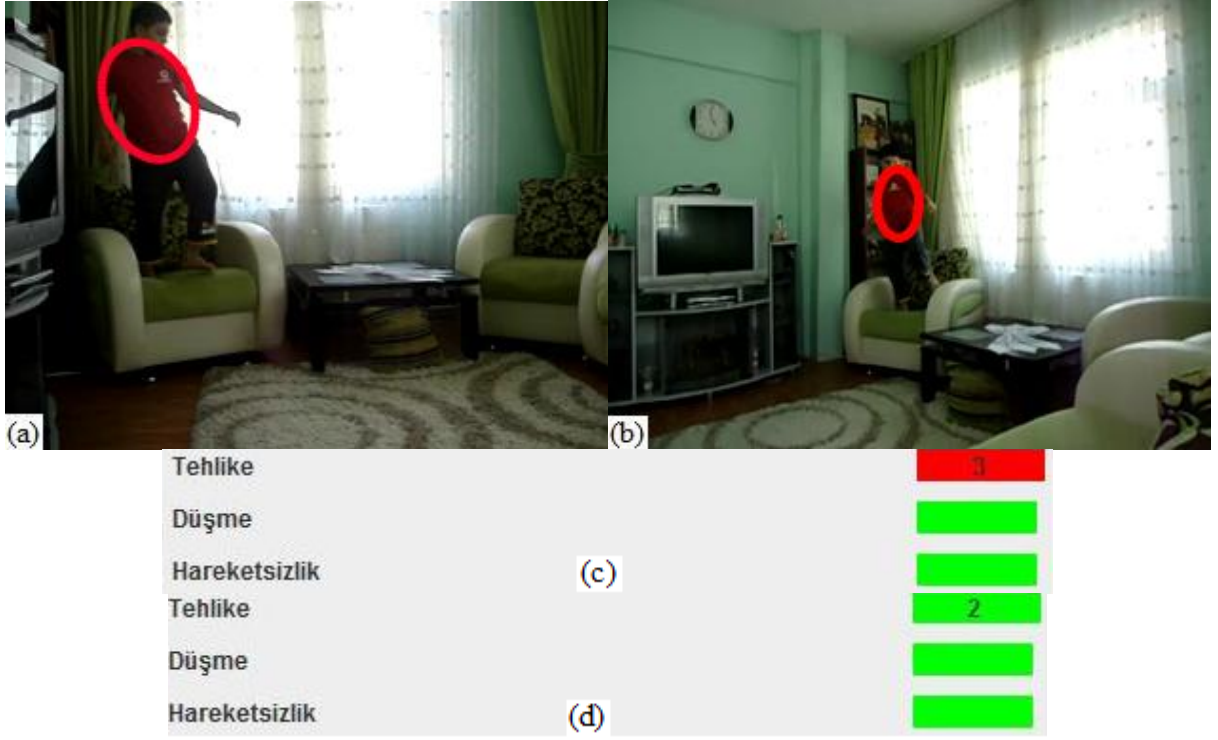
Şekil 4.29’da çocuğun kendisi için tehlike oluşturabilecek bir diğer tehlikeli bölge olan camın önünde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle “Alarm” panelinde bulunana “Tehlike” lambası kırmızı görülmektedir. Kırmızı lamba üzerinde belirtilen “3” ifadesi çocuğun üçüncü tehlike bölgesinde yer aldığını ifade etmektedir.



Şekil 4.29 Çoklu kamera sistemi ile çocuğun üçüncü tehlikeli bölgede tespit edilmesi. (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu

Şekil 4.30’da çocuğun ne tam olarak camın önünde ne de tam olarak vitrinin önünde olduğu tespit edilemediği için herhangi bir bilgilendirme yapılmamıştır. Birinci kameranın bulunduğu uygulamaya göre cam bölgesinde çocuğun tehlikede bulunduğu belirtilirken ikinci kameranın

bulunduğu uygulamaya göre herhangi bir tehlike durumu söz konusu değildir.



Şekil 4.30 Çoklu kamera sistemi : tehlikesiz durum . (a) 1 numaralı kamera ile takip, (b) 2 numaralı kamera ile takip, (c) 1 numaralı kamera sonucu, (d) 2 numaralı kamera sonucu

5. SONUÇ

Türkiye’de ev kazaları çocuk ölümlerinde dördüncü sırada yer almaktadır. Çocuklar altı yaşına kadar evde kesinlikle yalnız bırakılmamalıdır. Diğer yaş grubundaki çocuklar için de elbette tehlike söz konusudur. Bunun için birtakım önlemlerin alınması gerekmektedir. Kapalı devre televizyon teknolojisindeki gelişmeler sonucunda video ile gözetim, günümüzde mevcut olan en değerli korunma, güvenlik ve yönetim aracı halini almıştır.

Bu tez çalışmasında ev ortamında çocuk güvenliğini sağlayan, akıllı gözetim yapan bir kapalı devre yayın sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Uygulama geliştirilirken iki farklı sistem değerlendirilmiştir. İlk olarak tek kamera ile çalışılıp üçüncü boyut olan derinlik bilgisi ara yüz aracılığıyla elde edilmiştir. Bu bilginin elde edilmesi kullanıcı konforu açısından efektif olmadığından bir başka yöntem olan çoklu kamera sistemi geliştirilmiştir. Bu sayede derinlik bilgisi ara yüzden alınmayıp, kameralardan alınan bilgiler ortak bir ana makinede değerlendirilerek derinlik problemi giderilmiştir.

Uygulama dört katmandan oluşmaktadır. Bunlar;

- Tehlikeli bölge belirlenmesi
- Çocuğun takip edilmesi
- Tehlike durumlarının tespit edilmesi
- Alarm üretilmesi

Temel katman olan çocuğun takip edilmesi esnasında renge dayalı bir yöntem olan Camshift yöntemi kullanılmıştır. Sarı, kırmızı, mor, mavi vs renkler ile çocuğun takip edilmesi test edilmiştir. Takip performansını etkileyen en önemli unsurlardan bir tanesi de odanın renk tonlarıdır. Çocuğun takip edildiği rengin odada yoğun olarak bulunması sistemin performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Girdi verisi olan video görüntüsünün ışık seviyesi de takip performansını etkileyen bir başka unsurdur. Yapılan testler sırasında karşılaşılan performans problemini en aza indirmek için kullanıcı ara yüzüne “vmin”, “vmax”, “smin” ve “minimum alan” parametreleri eklenmiştir. Gürültünün dikkate alınmaması için bu parametrelerle eşik değeri belirlenebilmektedir. “vmin” parametresiyle siyaha yakın renkler için eşik değeri belirlenirken “smin” parametresi ile griye yakın renkler belirlenmektedir. “vmax” parametresi çok parlak pikseller için eşik seviyesi belirlemeye yaramaktadır. “smin” parametresi ile beyaza yakın renkler elenebilmektedir. Bu nedenle olumlu sonuç almak için “vmax” değeri çok düşük belirlenmemelidir. Bu eşik değeri seviyeleri takip sonucunu direk olarak etkilemektedir.

İlerleyen çalışmalarda ara yüzde bulunan takip parametrelerinin ortama ve takip edilen çocuğa

göre otomatik olarak ayarlanması sistemi daha kullanışlı hale getirecektir.Böylece ebeveynlerin herhangi bir ayar yapmalarına gerek kalmayacaktır.

KAYNAKLAR

- Jafarabadi, H., (2008), "Introducing an Image Processing Base Idea for Outdoor Children Caring", World Academy of Science, Engineering and Technology, 43:239-242.
- Oh, S., Park, S. ve Lee, C., (2007), "A Platform Surveillance Monitoring System Using Image Processing for Passenger Safety in Railway Station", International Conference on Control, Automation and Systems, 17-20 Oct. 2007, Seoul.
- Özden M. ve Polat E., (2004) "Mean-Shift ve Kernel Yoğunluk Tahmini ile Görüntülerde Nesne Takibi", Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu, 23-25 Haziran 2004, İstanbul
- Ergezer H. ve Leblebicioğlu K. (2007), "Hareketli Nesnelerin Görsel Tespiti ve Takibi".
- Ukrainitz Y. ve Sarel B., "Mean Shift Theory and Applications"
- Yılmaz A. , Javed O. ve Shah M., (2006) "Object Tracking – A survey", ACM Computing Surveys, 38(4):1-45
- Cucchiara R., Prati A. Ve Vezzani R., (2004), "An Intelligent Surveillance System for Dangerous Situation Detection in Home Environments", Intelligenza Artificiale, 1:11-15
- Allen J.G., Xu R.Y.D. ve Jin J.S., (2006), "Object Tracking Using CamShift Algorithm and Multiple Quantized Feature Spaces", Australian Computer Society, Inc. Darlinghurst, Australia
- Cauchois C., Chaumont F. , Marhic B. ve Delahoche L., (2005), "Wheelchair Tracking and Following using CAMShift algorithm applied to Omnidirectional Vision", 21 Oct., France
- Guraya F.F.E., Bayle P. ve Cheikh F.A., (2009), "People Tracking via a Modified CAMSHIFT Algorithm", International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, engineering and Science, 10-19 Oct., China.
- François A.R.J., (2004), CAMSHIFT Tracker Design Experiments with Intel OpenCV and SAI, Institute of Mathematical Sciences, India.
- Kutluay K.H., (2008), Dijital Videolarda Arka Plan Modelleme ve Hareketli Nesne Çıkarımı, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Monitser A., "Using Video Surveillance to Detect Dangerous Situations in Underground Stations by Computer Vision", Computer Science, Vienna University of Technology, Vienna
- Yılmaz İ., (2002), "Renk Uzayları ve Dönüşüm Algoritmaları", Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Konya.
- Bradski G.R., (1998), "Computer vision face tracking for use in a perceptual user interface", Intel Technology Q2'98.
- Comaniciu D. ve Meer P., (1997), "Robust Analysis of Feature Spaces: Color Image Segmentation", Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference, 17-19 Jun 1997, 750-755.
- Taşkın D., (2007), Sıkıştırılmış Video Akımının Düzensiz Haritalar ve Başlangıç Kodlarına Dayalı Şifrelenmesi, Trakya Üniversitesi, Edirne.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] Url-1 <http://www.cognotics.com/opencv/servo_2007_series/index.html>
- [2] Url-2 <<http://www.flashandmath.com/advanced/color/>>
- [3] Url-3 <http://www.comp.nus.edu.sg/~cs4243/lecture/meanshift.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 06.12.1983

Doğum yeri İstanbul

Lise 1997-2001 Fatin Rüştü Zorlu Lisesi (YDA)

Lisans 2001-2005 Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2007-2010 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı kurumlar

2005-2006 Vestel A.Ş.
2006- .. Vodafone Teknoloji A.Ş.