

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNVERTER KLİMA AKILLI ETKİLEŞİM SİSTEM TASARIMI

MURAT TAŞKIRAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRONİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. NİHAN KAHRAMAN**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNVERTER KLİMA AKILLI ETKİLEŞİM SİSTEM TASARIMI

Murat TAŞKIRAN tarafından hazırlanan tez çalışması 19.04.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Tuba KIYAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Zümray DOKUR ÖLMEZ
İstanbul Teknik Üniversitesi



Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti Bilim,Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından San-Tez 0817.STZ.2014. numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca derslerde öğrettikleri ile bana yardımcı olan değerli hocalarıma, özellikle de tezin hazırlanma aşamasında benden yardımını esirgemeyen ve fikirleri ile beni yönlendiren Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN'a çok teşekkür ederim.

Özellikle tezim boyunca beni hiç yalnız bırakmayan Arş. Gör. Hüsamettin UYSAL ve Arş. Gör. Zehra Gülrü ÇAM'a da ayrıca teşekkür ederim.

Bu projenin gerçekleşmesine destek sağlayan Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na ve ARÇELİK-LG Klima San. ve Tic. A.Ş.' ne teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana her türlü desteği sağlayan ve yanımda olan aileme de çok teşekkür ederim.

Nisan, 2016

Murat TAŞKIRAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
GÖRÜNTÜ İŞLEME ALGORİTMALARI İLE EL JESTİNİN ELDE EDİLMESİ	3
2.1 Önerilen Algoritma	3
2.2 Görüntünün Elde Edilmesi ve Ten Rengi Tespiti	6
2.3 Resmin RGB Uzayında Elde Edilmesi.....	6
2.4 Resmin YCbCr Değerlerinin Elde Edilmesi.....	6
2.5 Hareket Tespiti.....	8
2.6 Hareketli El Jestinin Konumunun Tespitinin Yapılması	9
2.7 K – En Yakın Komşuluk Uzayının Oluşturulması.....	9
2.8 Yönlü Gradyanlar Histogramı (YGH)	11
2.9 Klima Durumunun Belirlenmesi.....	14
BÖLÜM 3	
YAPAY SİNİR AĞLARI ve EL JESTLERİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	15

3.1	Yapay Sinir Ağları (YSA)	15
3.2	Çok Katmanlı Algılayıcılar (ÇKA)	16
3.2.1	Çok Katmanlı Algılayıcıların Öğrenme Kuralı	17
3.2.2	İleri Doğru Hesaplama	18
3.2.3	Geriye Doğru Hesaplama	18
3.3	Problem İçin Uygun Veri Setinin Oluşturulması	20
3.4	Çok Katmanlı Ağ Yapısının Oluşturulması ve Öğrenme Parametrelerinin Optimizasyon İşleminin Gerçekleştirilmesi	22
3.4.1	Yapay Arı Kolonisi ve Optimizasyon İşlemi	22
3.4.2	Çok Katmanlı Algılayıcı Mimarisinin Oluşturulması	25
3.5	İnverter Klima Akıllı Etkileşim Sistem Tasarımının Tamamlanması	28

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	31
EK-A	
TEST SONUÇLARI	33
ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGE LİSTESİ

$\theta(x, y)$	Piksellerin yönelim açısı
m	Gradyen büyüklüğü
W_{ij}	Çok katmanlı algılayıcılarda kullanılan ağırlık değerleri
b_i	Bias değeri
e_i	Hata oranı
δ	Yerel gradyen değeri
ΔW	Çok katmanlı algılayıcılarda ağırlıklardaki değişim
α	Öğrenme oranı
β	Momentum sabiti
θ_i	Kaynağın pozisyonu
$F(\theta_i)$	Nektarın miktarı

KISALTMA LİSTESİ

ÇKA	Çok Katmanlı Algılayıcılar
KNN	K – En Yakın Komşuluk
RGB	Red-Green-Blue
YAK	Yapay Arı Kolonisi
YGH	Yönlü Gradyanlar Histogramı
YSA	Yapay Sinir Ağları

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 İnverter klima akıllı etkileşim sistem tasarımı için önerilen algoritmanın blok diyagramı	5
Şekil 2. 2 RGB renk uzayı köşegen noktalardaki renk karşılıkları.....	7
Şekil 2. 3 Örnek bir görüntünün RGB dönüşümü	7
Şekil 2. 4 Şekil 2.3’de gösterilen örnek görüntünün YCbCr dönüşümü	7
Şekil 2. 5 Şekil 2.3’de gösterilen örnek görüntünün ten rengi tespiti yapılmış hali.....	8
Şekil 2. 6 Hareket tespiti işleminden sonra elde edilen görüntü	8
Şekil 2. 7 İstenilen el jestine ait örnekler	10
Şekil 2. 8 Anlamsız sınıfa atanan örnekler	10
Şekil 2. 9 İstenilen el jestinin konumunun tespit edilmesi	13
Şekil 3. 1 Çok katmanlı algılayıcı ağ yapısı.....	17
Şekil 3. 2 Problemin çözümü için oluşturulan çok katmanlı algılayıcı ağ yapısı mimarisi.....	28
Şekil 4. 1 El jesti ile klima sıcaklığı arttırma	33
Şekil 4. 2 El jesti ile klima sıcaklığı azaltma	34
Şekil 4. 3 El jesti ile klima fanı arttırma	35
Şekil 4. 4 El jesti ile klima fanı azaltma.....	36

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1 Yak sonucu elde edilen öğrenme parametreleri.....	25
Çizelge 3. 2 Çok katmanlı algılayıcı ağ mimarisinin başarı oranı sonuçları.....	25
Çizelge 3. 3 Çok katmanlı algılayıcı ağ mimarisi son elde edilen giriş katman ile gizli katman arasındaki ağırlıkları.....	26
Çizelge 3. 4 Çok katmanlı algılayıcı ağ mimarisi son elde edilen gizli katman ile çıkış katmanı arasındaki ağırlıkları.....	27

İNVERTER KLİMA AKILLI ETKİLEŞİM SİSTEM TASARIMI

Murat TAŞKIRAN

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN

Bilgisayarların gündelik hayatın bir parçası olmasıyla birlikte insan-bilgisayar etkileşimi önem kazanmaya başlamıştır. Geleneksel insan bilgisayar arayüzleri olan klavye, fare gibi aygıtlar yaygın olarak kullanılmasına rağmen kullanıcı ile bilgisayar arasındaki bilgi ve komut akışını sınırlamaktadır. Son dönemlerde jestler sadece çevre ve insanlar arası iletişimde değil, insan-makina iletişimde de önemli bir role sahip olmaya başlamıştır. Jestlerin ne anlama geldiği ve nasıl bir bilgi taşıdığı alanındaki çalışmalar gün geçtikçe insan-makina arayüzü (iletişimi) çalışmalarında daha fazla yer almaya başlamıştır.

İnverter klima ile insanların iletişimi yaygın olarak kontrol kumandaları ile sağlanmaktadır. Literatürde kumandalar dışında insan jestleri ile inverter klimaların kontrolü ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat insan jestlerinin tanınmasında kullanılan algoritmaların çoğu, işlem sürelerinin uzunluğu nedeniyle gerçek zamanlı sistemlerde kullanmaya uygun değildir.

Bu çalışmada el jestinin tanınması amacı ile görüntü işleme teknikleri ve filtreleri ile deri rengi tespiti ve Yönlü Gradyanlar Histogramı(YGH) algoritması kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen görüntüler yapay sinir ağına giriş olarak verilerek el jestinin hareketi anlamlı hale getirilmiş ve inverter klimada % 90 civarı başarı ile sıcaklık ve fan ayarları kontrolü sağlayan bir algoritma geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnverter klima, akıllı sistem tasarımı, morfolojik işlemler, YGH, çok katmanlı algılayıcılar, k – en yakın komşuluk



INVERTER AIR CONDITIONER INTELLIGENT SYSTEM DESIGN

Murat TAŞKIRAN

Department of Electronics and Communications Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Nihan KAHRAMAN

As the computers are becoming a part of people's daily lives, human-computer interaction has started to gain more importance. Even though the traditional human computer interfaces like the keyboards and mouses are used frequently, they are making the information and command flow limited. Recently, gestures are not only gaining a more important role in the environment-human relations but also in human-machine communications as well. The studies on the meaning of the gestures and what kind of information they carry are increasing their places in researches on human-machine interface communication.

The communication of humans are mainly provided via remote controls with inverter air conditioners. In addition to the remote control, there are various studies on human gestures and control of inverter air conditioners in the literature. However, most of the algorithms used in human gesture recognition are not suitable for the real-time systems due to the length of their process durations.

In this study, Histogram of Oriented Gradients (HOG) algorithm is used along with the skin color detection made via image processing techniques applied in order to the recognition of hand gestures. After then, the hand gestures have made meaningful as the obtained images are given as inputs to artificial neuron network and an algorithm, which ensures fan and temperature settings with 90% success level in inverter air conditioners, is developed.

Keywords: Inverter air conditioner, smart system design, morphologic process, HOG, multi-layer perceptron, k- nearest neighborhood



1.1 Literatür Özeti

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan-makine arasındaki etkileşimin sağlanmasında birçok yenilik olmuştur. Özellikle görüntü işleme konusunda yapılan yeni çalışmalarla birlikte daha sezgisel bir yol olan jestler ile bilgisayarla fiziksel bir bağ kurulmadan(bir kablo veya geleneksel bir arayüz), belli bir uzaklıktan iletişim mümkün hale gelmiştir. Bu işlem jest tanıma ile mümkün olmuştur ve jest tanımanın uygulama alanları çok geniştir.

Literatürde yapılan araştırmalar incelendiği zaman el jestleriyle oluşturulan insan-makine etkileşim sistemlerinin yanısıra diğer biyometrik özellikler olan parmak izi tanıma[1], yüz tanıma[2], iris tanıma[3] kullanılarak da oluşturulan insan-makine etkileşim sistemleri olduğuda gözlenmiştir. Bunun nedeni ise diğer biyometrik özelliklerin öznetelik çıkarımı konusunda el jestlerine göre çok daha kolay elde edilebilmesidir. Bu durum el jestleri ile insan-makine etkileşim sistemlerinin biraz daha arka planda kalmasına neden olmuştur.

Literatürde el jestleri ile yapılan insan-makine etkileşim sistemleri örnek olarak 2011 yılında Ankit Chaudhary, J. L. Raheja, Karen Das, Sonia Raheja [4] tarafından yapılan farklı el jestlerinin tanımlanması ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. 2014 yılında Eshed Ohn-Bar ve Mohan Manubhai [5] Trivedi tarafından yapılmış olan otomotiv arayüzlerinin kontrolünün gerçek zamanlı el jestleriyle kontrolü ile ilgili bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bir diğer çalışma ise Aralık 2014 tarihinde H. Renuka ve B. Goutam [6] tarafından bilgisayar kontrol panellerinin kontrolü için el jestleri tanıma işlemleri

gerçekleştirilmiştir. Yukarıda bahsedilen ve literatürde bulunan diğer çalışmalar [7],[8] incelendiği zaman genel olarak gerçek zamanlı el jestlerinin kullanılması yerine parmak sayılarından faydalanılarak kontrol sağlamak amacıyla yapılan çalışmalar olduğu gözlenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, el jesti tanındıktan sonra gerçek zamanlı sistemde el jestinin takip edilmesi ve el jestinin koordinat bilgilerinden ve yapay sinir ağı algoritmalarından da yararlanarak inverter klimanın sıcaklık ve fan ayarlarının kontrolünün sağlanmasıdır. Bu amaçla seçilen yöntem, el jestlerinin gerçek zamanlı bir sistemden elde edildikten sonra bu görüntülere gerekli morfolojik işlemlerin uygulanması, görüntünün arka planının temizlenmesi, genellikle el jestlerinin tanınmasından yaşanan sorunlardan olan arka planın temizlenmesi ve öz niteliklerinin çıkarılması gibi problemlere çözüm getirmek amacıyla Yönlü Gradyanlar Histogramı(YGH)[9] algoritmasının kullanılmasıdır.

1.3 Hipotez

El jestlerinin tespiti ve tanınması ile ilgili oluşturulan algoritma ile gerçek zamanlı sistemlerde karşılaşılan arka planın temizlenmesi ve sadece ten rengi tespitin yapılması sonucunda ten rengine benzer cisimlerinde algılanması sorunu ortadan kaldırılmıştır. Sistem tarafından her el jestinin algılanması problemi YGH algoritması kullanılarak sadece bir el jestinin algılanması sağlanmış ve kullanıcıya kolaylık sağlanmıştır. Ayrıca inverter klimanın sıcaklık ve fan kontrolünün yapay sinir ağı algoritması ile yapılması sayesinde el hareketlerinin sınıflandırılmasına adaptif hale getirilmesi sağlanmıştır.

GÖRÜNTÜ İŞLEME ALGORİTMALARI İLE EL JESTİNİN ELDE EDİLMESİ

İnverter Klima Akıllı Etkileşim Sistem Tasarımı projesi ile ilgili olarak öncelikle problemin çözümünde kullanılacak olan algorithmadan bahsedilmiştir. Bu önerilen algoritmanın ilk basamağı olan el jestinin elde edilmesi kısmında hangi görüntü işleme algoritmalarının kullanıldığından bahsedilmiştir.

2.1 Önerilen Algoritma

İnverter Klima Akıllı Etkileşim Sistem Tasarımı için önerilen algoritma temel olarak iki aşamadan oluşmaktadır;

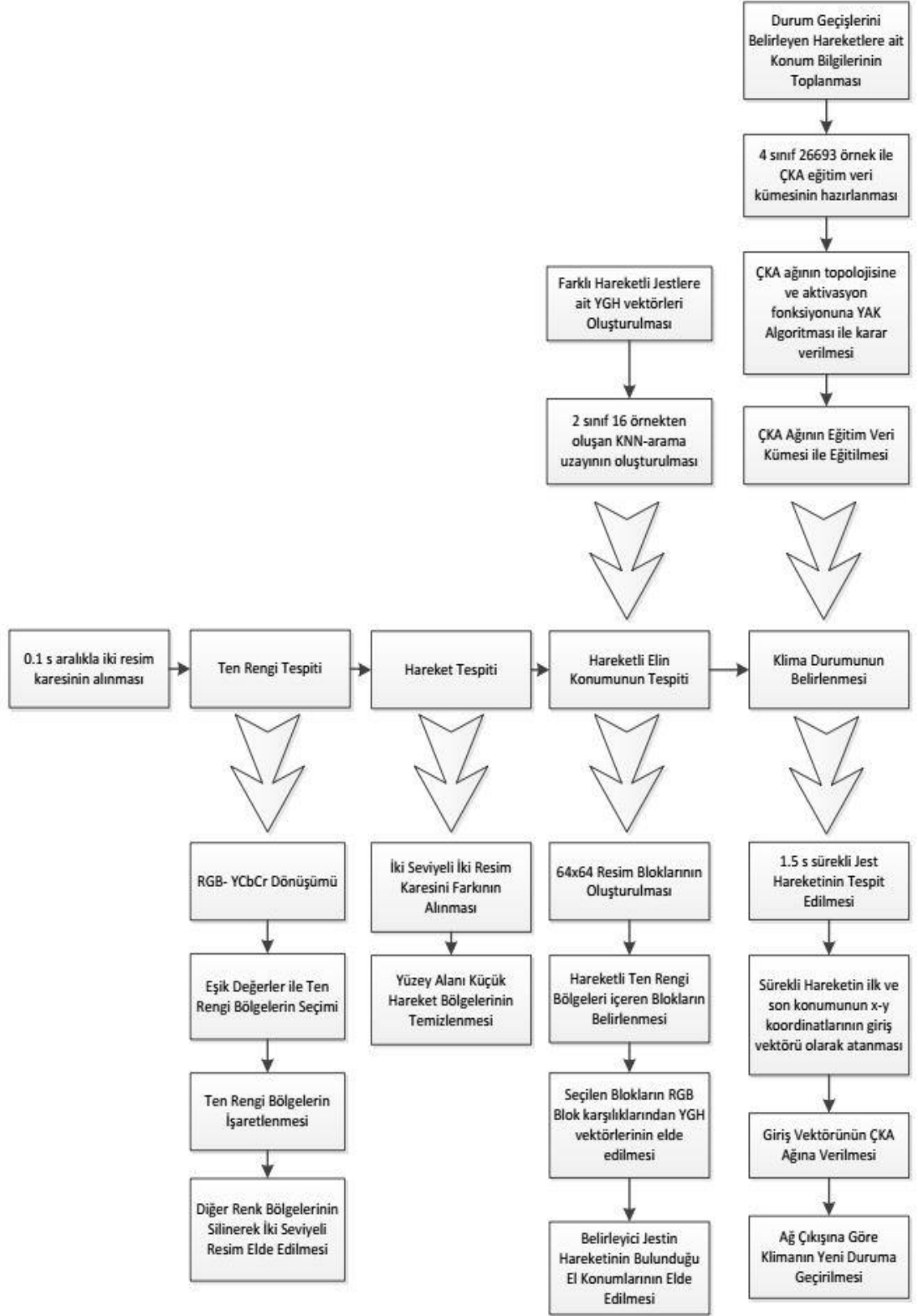
- Görüntü İşleme ve El Jestinin Elde Edilmesi
- El Jestinin Koordinatlarının Yapay Sinir Ağlarında Giriş Olarak Kullanılması ile Klimanın Kontrolünün Sağlanması

İlk aşamada kamera çalışmaya başladığı anda ilk görüntü elde edilmekte ve bu görüntüde YCbCr dönüşümü gerçekleştirilerek eşik değerlerinin yardımıyla ten renginde olan alanların tespiti sağlanmıştır. Daha sonra gerçek zamanlı sistem çalıştırılmış ve 100 ms aralıklarla görüntüler alınmış ve aynı işlem gerçekleştirilerek resimlerdeki ten rengi olan alanlar belirlenmiştir. Sürekli elde edilen resimlerden ilk resim çıkarılarak arka plan temizlenmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen kısımlarda küçük boyutta ten rengine benzer alanların temizlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda gerçekleştirilen işlemler Bölüm 2.2’de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Bu işlemler gerçekleştirildikten sonra daha önceden elde edilmiş olan 8 adet istenilen el jestinin bulunduğu resim ve 8 adet farklı ten rengindeki ve el jestinin olmadığı resim 64x64 lük boyutlara çevirilmiştir. Daha sonra bu 16 resmin YGH özellik vektörleri elde edilmiştir ve k – en yakın komşuluk algoritmasına verilmiştir [10]. Arka plandan arındırılmış olan resimde 64x64 lük el jesti arama işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem süresi konusunda kazanç sağlamak amacı ile bu arama işlemi sadece ten rengi tespiti gerçekleştirilen alanlarda yapılmıştır. Ten rengi tespiti yapılan alanların YGH özellik vektörleri çıkarılmış ve kNN’de $k=3$ komşuluğu ile el jestinin tespiti gerçekleştirilmiştir.

İkinci aşamada elde edilen el jesti resimlerinin koordinatları kullanılarak 26.693 adet örnek oluşturulmuş ve bu örnekler kullanılarak çok katmanlı algılayıcıda (ÇKA) eğitim işlemi gerçekleştirilmiştir. Çok katmanlı algılayıcıda öğrenme parametrelerinin optimizasyon işlemi için Yapay Arı Kolonisi (YAK) algoritması kullanılmıştır [11]. Elde edilen parametreler ile oluşturulan çok katmanlı algılayıcı mimarisinin son hali el jesti tespiti algoritması ile birleştirilerek sistem son haline getirilmiştir.

Şekil 2.1’de yukarıda bahsedilen aşamaları içeren tezde önerilen sisteme ait blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 2. 1 İnverter klima akıllı etkileşim sistem tasarımı için önerilen algoritmanın blok diyagramı

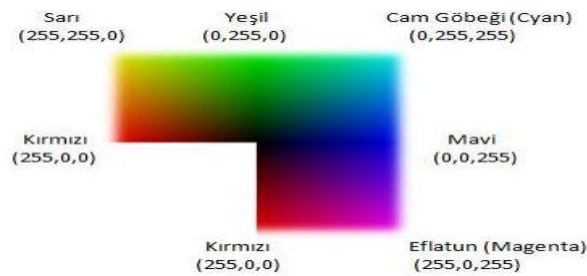
2.2 Görüntünün Elde Edilmesi ve Ten Rengi Tespiti

İnverter Klimanın el hareketleriyle kontrolünün sağlanması amacı ile oluşturulacak olan sistemde ilk olarak görüntünün elde edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerçek zamanlı bir sistem oluşturulması nedeniyle görüntüler kameranın sürekli şekilde çalıştırılmasıyla elde edilmiştir. Kameradan elde edilen görüntülerden belli aralıklarla tek bir resim haline getirilerek işlemler gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak sistemde maliyetin ve işlem hızının önemli olması nedeniyle çözünürlük 320x240 piksel olarak belirlenmiştir. Görüntülerin bu şekilde alınması hem sistemin maliyetinde hemde işlem hızında kazanç sağlamıştır.

Elde edilen görüntüden el jestinin elde edilmesi amacıyla öncelikle ten rengi tespiti işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.3 Resmin RGB Uzayında Elde Edilmesi

Elde edilen görüntünün bilgisayar tarafından işlenebilmesi amacıyla resim RGB uzayında elde edilmiştir. RGB Kırmızı, Yeşil ve Mavi dalga boylarının çeşitli oran ve miktarlarda kullanılmasıyla elde edilen bir renk uzayıdır. Her dalga boyunun %100 oranında karıştırılması aydınlığı yani beyaz, her dalga boyunun birbiri ile karıştırılmaması ise karanlığı yani siyah rengin elde edilmesini sağlar. RGB modeli bilgisayar ekranları veya katodik televizyon tüpleri gibi, doğrudan emilimle çalışan cihazlarda kullanılır. Üç ana renk her oranda karıştırılarak ara renkler elde edilebilir[12]. Aşağıda bulunan Şekil 2.2’de RGB uzayında hangi renklerin hangi RGB değerine denk geldiği gösterilmiştir.



Şekil 2. 2 RGB renk uzayı köşegen noktalarındaki renk karşılıkları

2.4 Resmin YCbCr Değerlerinin Elde Edilmesi

YCbCr yaygın olarak Avrupa televizyon stüdyoları tarafından görüntü sıkıştırma işlemi için kullanılan kodlanmış lineer olmayan RGB sinyalidir [13]. Bu çalışmada, görüntüdeki

kişinin teninin bulunabilmesi için görüntü RGB formatından YCbCr formatına çevrilmiştir. Bu çevrim işleminde Y değeri parlaklık için kullanılmıştır. Cb ve Cr değerleri ten rengi için belirlenmiş olan eşik değerleri kullanılarak ten rengi olan bölgelerin belirlenme işleminde kullanılmıştır. Aşağıda Denklem 2.1, 2.2 ve 2.3’de RGB uzayında elde edilmiş olan resmin YCbCr dönüşümünü gerçekleştirmek amacıyla kullanılan matematiksel modeli, Denklem 2.4 ve 2.5’de ten renginin belirlenmesi için kullanılan literatürde çeşitli çalışmalarda belirlenmiş olan Cb ve Cr değeri için eşik değeri kabul edilen aralıklar verilmiştir. Resmin RGB uzayına dönüştürülmesi sonucunda elde edilen resim Şekil 2.3’de, RGB-YCbCr Dönüşümü gerçekleştirilmiş olan resim Şekil 2.4’de, ve son olarak Şekil 2.5’de ten rengi tespiti gerçekleştirilmiş resmin çıktısı verilmiştir.

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (2.1)$$

$$Cb = B - Y \quad (2.2)$$

$$Cr = R - Y \quad (2.3)$$



Şekil 2. 3 Örnek bir görüntünün RGB dönüşümü



Şekil 2. 4 Şekil 2.3’de gösterilen örnek görüntünün RGB-YCbCr dönüşümü

$$70 \leq Cb \leq 130 \quad (2.4)$$

$$134 \leq Cr \leq 173 \quad (2.5)$$



Şekil 2. 5 Şekil 2.3’de gösterilen örnek görüntünün ten rengi tespiti yapılmış hali

2.5 Hareket Tespiti

Ten rengi tespit işlemi tamamlandıktan sonra resmin arka planının temizlenmesi ve yüz gibi bu çalışmada ihtiyaç duyulmayan ten rengi bölgelerinin temizlenmesi amacı ile hareket tespiti işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için sistemde ilk kamera çalıştığı anda ilk resim kayda alınmış ve bu resmin ten rengi tespiti yapılmıştır. Daha sonra kamera 100 ms aralıklarla resim işleme işlemini gerçekleştirmeye başlamaktadır. Her resimde ten rengi tespiti yapılmıştır ve her resim ilk resimden çıkarılarak arkada sabit olarak bulunan cisimlerden ve ten rengi tespiti yapılabilecek yüz ve boyun bölgesi gibi alanların temizlenmesi işleminde kullanılmıştır.

Hareket tespiti kısmında el jesti hareketleri dışında kalan ufak değişimlerin (yüzdeki kaymalardan kaynaklanabilecek) algılanmaması amacı ile resmin boyutunun 1/1200’den daha küçük olan kısımların son resimden temizlenmesi sağlanmıştır ve böylelikle el jestinin büyük bir doğruluk oranında elde edilmesi sağlanmıştır. Hareket tespiti işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen resim Şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2. 6 Hareket tespiti işleminden sonra elde edilen görüntü

2.6 Hareketli El Jestinin Konumunun Tespitinin Yapılması

Hareketli el jestinin konumunun tespiti işlemi iki aşamadan oluşmaktadır;

- K- en yakın komşuluk uzayının oluşturulması
- YGH özellik vektörlerinin çıkarılması

Bu çalışmada ilk işlem olarak k- en yakın komşuluk uzayının oluşturulması işlemi gerçekleştirilmiştir. İstenen el jestinin tanıtılması amacıyla anlamlı ve anlamsız başlığı altında 8'er örnekten 16 örnek toplanmıştır. Anlamlı başlığı altında istenilen el jestlerinin resimleri toplanmış, anlamsız başlığı altında ise istenmeyen el jestleri ve arka planda bulunan kısımların resimleri toplanmıştır. Elde edilen bu resimler 64x64'lük boyutlarda olacak şekilde tekrar boyutlandırılmıştır. Yeniden boyutlandırma işlemleri gerçekleştirilen resimlerin YGH algoritması kullanılarak resimlerin 1x1764 boyutlu satır matris şeklindeki özellik vektörleri çıkarılmıştır. Daha sonra bu 16 resimden elde edilen özellik vektörleri kullanılarak k- en yakın komşuluk uzayı oluşturulmuştur.

Hareketli el jestinin konumunun tespit edilmesi aşamasında ise 0.1 saniye aralıklarla alınan resimlerde ten rengi tespiti yapılmış ve ardından bu resimlerde 16 piksel aralıklarla 64x64 lük kısımlarda YGH özellik vektörleri elde edilerek k- en yakın komşuluk uzayında kullanılmıştır ve el jestinin resimdeki konumu tespit edilmiştir. Bölüm 2.4.1 ve 2.4.2'de sırasıyla k- en yakın komşuluk uzayı ve yönlü gradyanlar histogramı (YGH) açıklanmıştır.

2.7 K – En Yakın Komşuluk Uzayının Oluşturulması

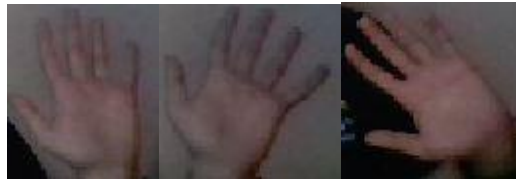
k En Yakın Komşu yöntemi, sınıflandırma problemini çözen denetimli öğrenme yöntemleri arasında yer alır. Yöntemde; sınıflandırma yapılacak verilerin öğrenme kümesindeki normal davranış verilerine benzerlikleri hesaplanarak; en yakın olduğu düşünülen k verinin ortalamasıyla, belirlenen eşik değere göre sınıflara atamaları yapılır. Önemli olan, her bir sınıfın özelliklerinin önceden net bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Yöntemin performansını k en yakın komşu sayısı, eşik değeri, benzerlik ölçümü ve öğrenme kümesindeki normal davranışların yeterli sayıda olması kriterleri etkilemektedir [10].

k En Yakın Komşuluk algoritmasında özellik vektörünün hangi sınıfa ait olduğuna önceden oluşturulmuş olan uzaydaki özellik vektörlerine olan Öklid uzaklığının

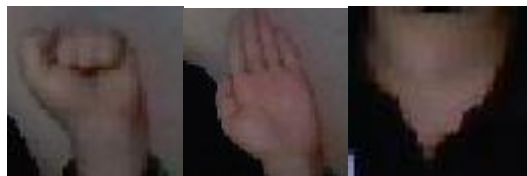
hesaplanması ile karar verilir. Kullanılan özellik vektörünün uzaydaki hangi vektöre Öklid uzaklığı olarak yakın olduğu tespit edilir ve bu özellik vektörü o özellik vektörünün olduğu sınıfa atanır. Kullanılan Öklid uzaklığının formülü Denklem 2.6’da verilmiştir; Burada x ve y iki adet resimden elde edilen YGH özellik vektörlerinin değerlerini belirtmektedir.

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2.6)$$

Bu çalışmada k en yakın komşuluk algoritması el jestinin konumunun tespiti aşamasında elde edilen YGH özellik vektörlerinin, el jestine ait olup olmadığının belirlenmesinde kullanılmıştır. Bunun için öncelikle k en yakın komşuluk uzayını oluşturmak amacıyla kullanılmak istenen el jestinin resimlerinden 8 adet, anlamsız veya istenmeyen el jestlerinin resimlerinden 8 adet toplanmıştır. Burada anlamlı sınıfında istenilen el görüntüleri yer alırken, anlamsız sınıfında istenilmeyen el jestleri veya arka farklı el resimleri yer almaktadır. Toplanan veriler öncelikle 64x64 lük boyutlarda olacak şekilde tekrar boyutlandırılmışlardır. 64x64’lük boyutta olan bu 16 resmin YGH özellik vektörleri çıkarılmış ve bu özellik vektörleriyle k en yakın komşuluk uzayı oluşturulmuştur. Elde edilen k en yakın komşuluk uzayı daha sonra resimlerden elde edilecek YGH özellik vektörlerinin hangi sınıftan olduğuna karar vermek amacıyla kullanılmıştır. Şekil 2.7’de anlamlı sınıfında bulunan resimlerden 3 adet örnek, Şekil 2.8’de ise anlamsız sınıfına ait üç adet örnek resim gösterilmiştir.



Şekil 2. 7 İstenilen el jestine ait örnekler



Şekil 2. 8 Anlamsız sınıfa atanan örnekler

2.8 Yönlü Gradyanlar Histogramı (YGH)

Bilgisayarla görme alanında son yıllarda Yönlü Gradyanlar Histogramı (YGH) algoritması karmaşık içerikli görüntülerde nesne tanıma işlevini yüksek başarımla gerçekleştirebilen bir algoritma olarak kullanılmaktadır.

Yönlü Gradyanlar Histogramı (YGH) algoritması, gradyan temelli bir öznitelik çıkarım metodudur. Son yıllarda imgedeki piksellerin yönelim (θ) ve büyüklük (m) değerlerinin karakteristiği olarak da adlandırılabilir olan YGH yönteminin kullanımı birçok alanda oldukça ilgi görmektedir. Bu yöntemin temel amacı, imgeyi bir grup yerel histogramlar olarak tanımlamaktır. Bu histogramlar, imgenin yerel bir bölgesindeki gradyanların yönelimlerinin sayısını içermektedir [9].

YGH betimleyicilerin gerçekleşmesindeki işlem basamakları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Görüntünün gradyan büyüklüğünün alınması,
- Belirlenen lokasyonlar için yönelim histogramlarının hesaplanması
- Oluşturulan lokasyon grupları içindeki histogramların normalize edilmesi.

Uygulamalarda arzu edilen yön değerlerinin işaretli olmaları nedeniyle 0 dereceden küçük olan gradyan yönelimleri 180 derece ile toplanır. Buna göre elde edilen yeni görüntünün işaretli gradyan yönelimleri Denklem 2.7 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\vec{\theta}(x, y) = \begin{cases} \theta(x, y) + \pi & \text{eğer } \theta < 0 \\ \theta(x, y) & \text{değilse} \end{cases} \quad (2.7)$$

Gradyen yönelimi hesaplandıktan sonra, gradyan imgesi $[u \times v]$ piksel boyutundaki hücrelere bölünür ve her bir hücrenin yönelim histogramını oluşturmak için yönelim açıları $\theta(x, y)$ gradyan büyüklüğü (m) oranında s farklı açı aralığına bölünür. Yönelim histogramı $0^\circ - 180^\circ$ aralığına eşit bölünerek oluşturulur. YGH algoritmasında kullanılan gradyan değerlerinin hesaplanmasında, bir pikselin x eksenindeki parlaklık değişimini göstermek amacı ile Denklem 2.8, y eksenindeki parlaklık değişimini göstermek amacı ile Denklem 2.9 ve gradyan büyüklüğünün hesaplanmasında Denklem 2.10 kullanılmıştır;

$$g_x = i(x + 1, y) - i(x - 1, y) \quad (2.8)$$

$$g_y = i(x, y + 1) - i(x, y - 1) \quad (2.9)$$

$$m(x, y) = \sqrt{g_x(x, y)^2 + g_y(x, y)^2} \quad (2.10)$$

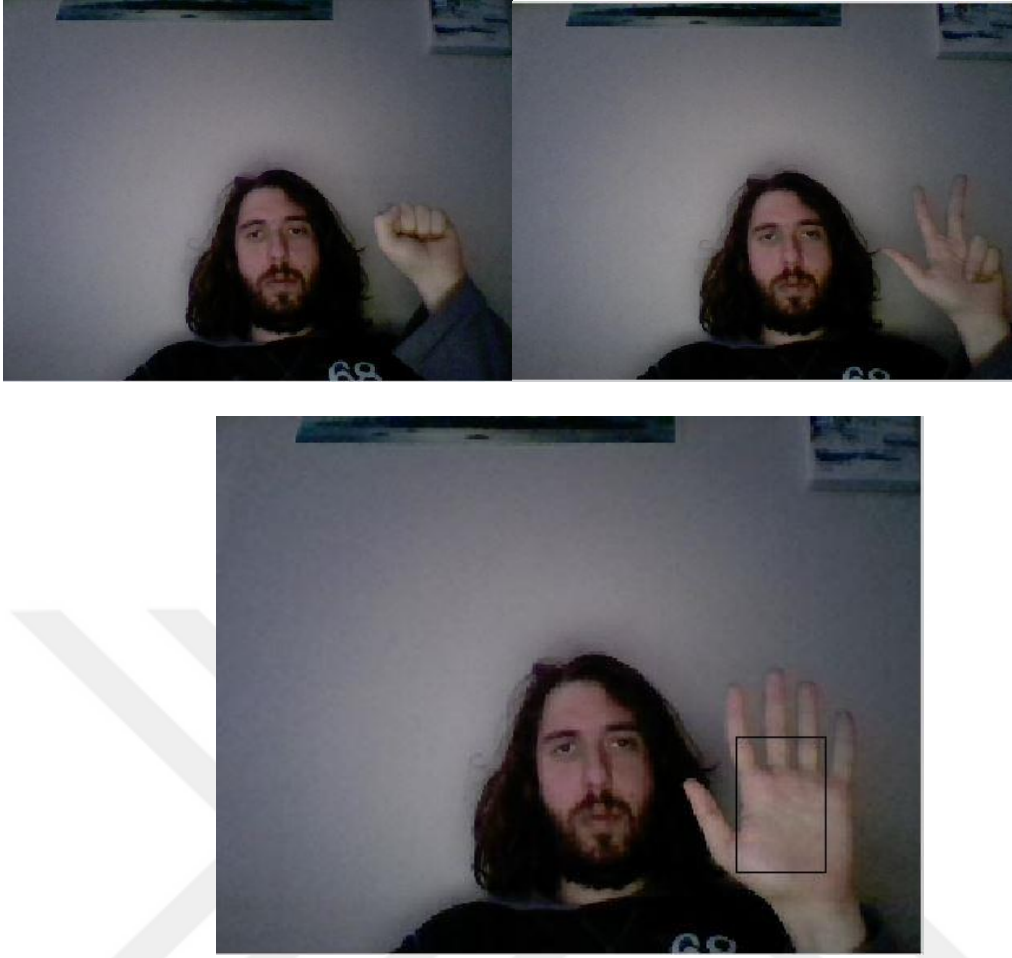
Açıların hesaplanmasında Denklem 2.11 kullanılmıştır.

$$\theta(x, y) = \tan^{-1} \frac{g_x(x, y)}{g_y(x, y)} \quad (2.11)$$

Bu çalışmada YGH algoritması, k en yakın komşuluk uzayının oluşturulmasında ve resimdeki hareketli el jestinin konumunun tespitinde olmak üzere iki aşamada kullanılmıştır.

İlk aşamada anlamlı ve anlamsız olmak üzere ikiye ayrılmış olan 16 adet el jesti görüntüsünün YGH özellik vektörleri elde edilerek k – en yakın komşuluk uzayı oluşturulmuştur.

İkinci aşamada ise gerçek zamanlı elde edilen resimlerin üzerinde 16 piksellik aralıklarla 64x64 lük pencereler gezdirilerek YGH özellik vektörleri elde edilmiştir. Sistemin gerçek zamanlı olarak çalışması nedeni ile YGH vektörlerinin her 64x64 lük pikselde hesaplanmasının sistemi yavaşlatması nedeni ile YGH vektörleri sadece ten rengi tespit edilen bölgelerde gerçekleştirilmiş ve istenen el jestinin konumu bulunmuştur.. Konumları bilinen el jestlerinin sınıflandırılabilmesi amacı ile konum bilgilerindeki değişiklikler (x ve y koordinatlarındaki değişim) çok katmanlı ağ yapısının girişi olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. 9 İstenilen el jestinin konumunun tespit edilmesi

Şekil 2.9’da görüldüğü üzere sadece daha önceden karar verilmiş olan el jesti tanınmakta ve kalan el jestleri sistem tarafından tanınmamaktadır. Bunun nedeni oluşturulmaya çalışılan sistem gerçek zamanlı olarak kullanılacağı ve sürekli olarak çalışacağı için her el jestinde sistemde değişikliğe neden olmamasını sağlamaya çalışmaktır. Bu sistemden seçilen el jesti avuç içi açık ve beş parmak ayırık şeklindeyken oluşan el jestidir.

2.9 Klima Durumunun Belirlenmesi

El jestinin tanınması ve takip edilmesi işlemi gerçekleştirildikten sonra bu hareketlerin sınıflandırılması ve klimanın sıcaklık ve fan ayarlarının kontrol edilmesi amacıyla karar verme mekanizması oluşturulmuştur. Bu mekanizma yapay sinir ağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha önceden karar verilen el jestleri hareketleri göz önünde bulundurularak 26.693 adet örnek oluşturularak YSA'nın eğitimi gerçekleştirilmiş ve eğitim sonucunda elde edilen ağırlıklar YSA'nın son halinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Sistem ilk tasarlanma aşamasında YSA'nın eğitim aşamasında karar verme mekanizması içinde bulunması ve karar verme işleminin adaptif bir şekilde gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Fakat kurulacak olan sistem gerçek zamanlı olarak çalışacak olması nedeniyle ağı eğitimi kısmı sistemin işletim hızında belirli bir yavaşlamaya neden olmuş ve bu sebeple ağı eğitimi sistemin dışında gerçekleştirildikten sonra elde edilen son ağırlıklar kullanılarak çok katmanlı algılayıcının sadece ileri yönlü hesaplama kısmı sisteme dahil edilmiştir.

Yapay sinir ağının eğitimi tamamlandıktan sonra görüntü işleme işlemleri ile birleştirilmiş ve sistem tamamlanmıştır. Sistem öncelikle el jesti hareketinin ilk 1.5 saniyesini takip etmekte ve hareketin ilk ve son durumdaki x ve y koordinatlarını yapay sinir ağına giriş olarak vermeleri ve burada el jestinin hareketinin sınıflandırılması sonucunda klimada bulunan sıcaklık ve fan ayarları son durumuna getirilmektedir. El jestinin hareketinin türüne göre sıcaklık ya da fandan hangisinin kontrol edileceğine karar verilmektedir. El jestinin sağdan sola doğru hareketi sonucunda sıcaklıkta azalma, soldan sağa doğru hareketinde ise sıcaklıkta artma olacak şekilde sistem tasarlanmıştır. El jestinin aşağıdan yukarıya doğru hareketinde ise fan derecesi artmakta, yukarıdan aşağıya doğru hareketinde ise fan derecesi azaltılmaktadır.

Sistemde yapılan tasarım ile sadece uygun el jestlerinin algılanması sağlanmıştır. Bu sayede her el jestinin kontrol sistemine müdahale etme riski ortadan kaldırılmış ve gerçek zamanlı kullanıma uygun bir sistem tasarlanmıştır.

YAPAY SİNİR AĞLARI ve EL JESTLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Yapay sinir ağları ve el jestlerinin sınıflandırılması için bu bölüm içerisinde öncelikle yapay sinir ağları hakkında ve kullanılan yapay sinir ağı algoritması olan çok katmanlı algılayıcılar anlatılmıştır ve bu ağ yapısının el jestlerinin sınıflandırılmasında nasıl kullanıldığından bahsedilmiştir.

3.1 Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirebilmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir [14]. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve girdiler arasında bağlantıları ortaya çıkarma özelliklerine sahiptirler. Yapay Sinir Ağları, ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış birçok işlem biriminden (nöronlardan) oluşan matematiksel sistemlerdir. Bir işlem birimi, aslında sık sık transfer fonksiyonu olarak anılan bir denklemdir. Bu işlem birimi, diğer nöronlardan sinyalleri alır; bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır. Genelde, işlem birimleri kabaca gerçek nöronlara karşılık gelirler ve bir ağ içinde birbirlerine bağlanırlar; bu yapı da sinir ağlarını oluşturmaktadır.

Yapay sinir ağları; insan beyninden esinlenerek, öğrenme sürecinin matematiksel olarak modellenmesi uğraşı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle öncelikle insan beynindeki nörolojik yapının modellenmesi ve oluşturulan bu modelin makine öğrenmesinde ve diğer birçok alanda (elektronik, ekonomi, askeri vs.) karşılaşılan problemlerin

çözümünde kullanılır hale gelmiştir. YSA'lar, uygulanan ağ modeline göre değişik karakteristik özellikler göstermelerine karşın temel birkaç ortak özelliğe sahiptir;

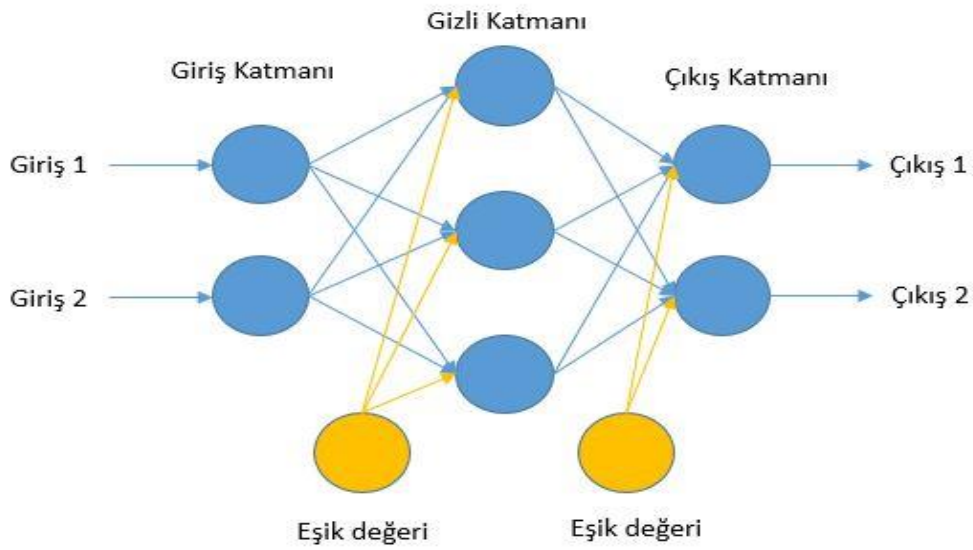
- YSA'lar birçok hücreden meydana gelmektedir ve bu hücreler eş zamanlı olarak çalışarak karmaşık işlevleri yerine getirmektedir.
- YSA'lar makina öğrenmesi gerçekleştirebilirler. Yapay sinir ağlarının temel işlevi bilgisayarın öğrenmesini ve farklı konularda eğitime uygun kararları verebilmelerini sağlamaktır. Olayları öğrenerek benzer olaylar karşısında mantıklı kararlar verebilmektedirler.
- Kendi kendine öğrenebilme ve organize etme yetenekleri vardır. YSA'lar eğitim süreci boyunca kendi kendine eğitim gerçekleştirebilir veya az adette eğitim verisi ile kalan örneklerden kendi eğitimini sağlayabilmektedir.
- Hata toleransına sahiptirler. YSA'ların eksik bilgilerle çalışabilmeleri ve bazı hücreleri bozulsada çalışabilmeleri, onları hatalara karşı toleranslı yapmaktadır.

3.2 Çok Katmanlı Algılayıcılar (ÇKA)

Çok katmanlı algılayıcılar perceptron adı verilen nöronlardan oluşan giriş, ara katman ve çıkış katmanları olmak üzere en az üç katmandan oluşan ağ yapılarıdır. Perceptronlar XOR problemi gibi doğrusal olarak sınıflandırılmayan problemleri çözümünde başarısızdır. Diğer bir deyişle çıktıların arasına bir doğru veya doğrular çizerek onları iki veya daha fazla sınıfa ayırmak mümkün değildir. XOR problemini çözmek için yapılan çalışmalar sonucu çok katmanlı algılayıcı modeli geliştirilmiştir. Rumelhart ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu modele hata yayma modeli veya geriye yayılım modeli de denilmektedir.

Çok Katmanlı Algılayıcılar özellikle sınıflandırma, tanıma ve genelleme yapmayı gerektiren problemler için çok önemli bir çözüm aracıdır. Bu model "Delta Öğrenme Kuralı" denilen bir öğrenme yöntemini kullanmaktadır [15]. Bu kural aslında ADALINE ve basit algılayıcı modelinin öğrenme kurallarının geliştirilmiş bir şeklidir. Bir katmandaki bütün işlem elemanları bir üst katmandaki bütün işlem elemanlarına bağlıdır. Bilgi akışı ileri doğru olup geri besleme yoktur. Bunun için ileri beslemeli sinir ağı modeli olarak adlandırılır.

Çok Katmanlı Algılayıcı modelinin temel amacı, ağın beklenen çıktısı ile ürettiği çıktı arasındaki hatayı en aza indirmektir. Bu ağlara eğitim sırasında hem girdiler hem de o girdilere karşılık üretilmesi gereken (beklenen) çıktılar gösterilir (eğitimli öğrenme). Kullanılan eğitime algoritmasına göre, ağın çıkışı ile arzu edilen çıkış arasındaki hata tekrar geriye doğru yayılarak hata minimuma düşünceye kadar ağın ağırlıkları değiştirilir. İki giriş nöronu, üç gizli nöronun ve iki çıkış nöronunun bulunduğu örnek bir çok katmanlı algılayıcının ağ yapısı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 Örnek bir çok katmanlı algılayıcı ağ yapısı

3.2.1 Çok Katmanlı Algılayıcıların Öğrenme Kuralı

Çok katmanlı ağın öğrenme kuralı en küçük kareler yöntemine dayalı “Delta Öğrenme Kuralı”nın geliştirilmiş halidir. Bu yüzden “Genelleştirilmiş Delta Kuralı” olarak da isimlendirilmektedir. Ağın öğrenebilmesi için eğitim seti adı verilen ve örneklerden oluşan bir sete ihtiyaç vardır. Bu set içinde her örnek için ağın hem girdiler hem de o girdiler için ağın üretmesi gereken çıktılar belirlenmiştir.

Genelleştirilmiş Delta Kuralı iki aşamadan oluşur[15];

- İleri Doğru Hesaplama
- Geri Doğru Hesaplama

Bu hesapları göstermek amacı ile üç katmanlı iki giriş nöronu, iki gizli nöron ve iki çıkış nöronundan oluşan bir çok katmanlı algılayıcı yapısı oluşturulmuştur.

3.2.2 İleri Doğru Hesaplama

İleri Doğru Hesaplama işleminde nöronlarda rastgele belirlenmiş olan ağırlık değerlerinin giriş değerleri ile çarpılması ve bu değerlerin eşik değeriyle toplanması sonucunda ağız gizli nöronunda aktivasyon fonksiyonunda kullanılacak değer elde edilmektedir (Denklem 3.1). Elde edilen değer aktivasyon fonksiyonunda işleme alındıktan sonra gizli nöron katmanındaki çıkışlar elde edilmiştir (Denklem 3.2). Elde edilen gizli nörondaki çıkışlar, çıkış nöronlarının giriş değerleri olarak kullanılmaktadır. Denklem 3.3’de gösterilmekte olduğu üzere gizli nörondan çıkan değerler rastgele belirlenmiş olan ağırlıklarla çarpılması ve eşik değerleriyle toplanması sonucunda ağız çıkış nöronunda aktivasyon fonksiyonunda kullanılacak olan değerler elde edilmiştir. Denklem 3.4’de görüldüğü üzere elde edilen bu değer aktivasyon fonksiyonunda işleme alındıktan sonra ağız çıkış değeri bulunmaktadır. Elde edilen değer ile hedef çıkış arasındaki fark bulunur. Elde edilen bu farka göre ağırlık güncelleme işlemi gerçekleştirilir. Ağırlıkların güncelleme işlemi yapıldığı kısma geri doğru hesaplama adı verilmektedir.

$$\begin{bmatrix} W_{11} & W_{21} \\ W_{12} & W_{22} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{1i} \\ b_{2i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{1i} \\ v_{2i} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$$\begin{bmatrix} f(v_{1i}) \\ f(v_{2i}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{d1} \\ y_{d2} \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

$$\begin{bmatrix} W_{o11} & W_{o21} \\ W_{o12} & W_{o22} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} y_{d1} \\ y_{d2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{1o} \\ b_{2o} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{1o} \\ v_{2o} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$$\begin{bmatrix} f(v_{1o}) \\ f(v_{2o}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

3.2.3 Geriye Doğru Hesaplama

Eğitime sırasında genelde geriye yayılım algoritması kullanılır. Geriye yayılım algoritması ağız ürettiği çıkış ile hedeflenen çıkış arasındaki farkı en azlamaya çalışarak ağırlıkları

güncellemeye çalışır. Algoritma ismini önce çıkışa yakın olan ağırlıkları güncellemesinden alır. Geriye yayılım algoritmasında temel ağırlık güncelleme ifadesi;

$$\Delta w_{ij}(t) = -\alpha \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} + \beta \Delta w_{ij}(t-1) \quad (3.5)$$

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \Delta w_{ij}(t) \quad (3.6)$$

Denklem 3.5’de ağda kullanılan ağırlıklarda yapılacak olan değişimin nasıl bulunduğu ile ilgili formül bulunmaktadır. Denklem 3.6’da ise ağ bir defa eğitim işlemini gerçekleştirdikten sonra yeni ağırlık değerinin hesaplanması ile ilgili formül bulunmaktadır. Burada E ağı ürettiği çıkış ile hedeflenen çıkış arasındaki fark, w_{ij} nöron ile giriş arasındaki ağırlık, α öğrenme oranı, β ise momentum sabitidir. Öğrenme oranı ve momentum sabiti [0, 1] tasarımcı tarafından belirlenen sabitlerdir.

Ağırlıkların güncellenmesi ifadesini matrisel formda verilecek olursa;

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

$$\begin{bmatrix} \delta_1^o \\ \delta_2^o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f'(y_1) \\ f'(y_2) \end{bmatrix} .* \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta w_{o11}(t) & \Delta w_{o12}(t) \\ \Delta w_{o21}(t) & \Delta w_{o22}(t) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \delta_1^o & 0 \\ 0 & \delta_2^o \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{d1} & 0 \\ 0 & y_{d2} \end{bmatrix} \beta \begin{bmatrix} \Delta w_{o11}(t-1) & \Delta w_{o12}(t-1) \\ \Delta w_{o21}(t-1) & \Delta w_{o22}(t-1) \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

$$\begin{bmatrix} \delta_1^i \\ \delta_2^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f'(y_{d1}) \\ f'(y_{d2}) \end{bmatrix} .* \begin{bmatrix} \delta_1^o & \delta_2^o \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{o11} & w_{o21} \\ w_{o12} & w_{o22} \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta w_{11}(t) & \Delta w_{12}(t) \\ \Delta w_{21}(t) & \Delta w_{22}(t) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \delta_1^i & 0 \\ 0 & \delta_2^i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 & 0 \\ 0 & x_2 \end{bmatrix} + \beta \begin{bmatrix} \Delta w_{11}(t-1) & \Delta w_{12}(t-1) \\ \Delta w_{21}(t-1) & \Delta w_{22}(t-1) \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Bu ifadelerde δ_i^o i’inci çıkış nöronuna ait yerel gradyan, δ_1^i i’inci gizli nörona ait yerel gradyan, w_{ij} i’inci gizli nöron ile j’inci giriş nöronu arasındaki ağırlık, w_{oj} i’inci çıkış nöronu ile j’inci gizli nöron arasındaki ağırlık, y_i i’inci çıkış, y_{di} i’inci gizli nöron çıkışı, d_i i’inci çıkışa

ait beklenen değer, $f'(a)$ ise aktivasyon fonksiyonunun a 'ya göre türevidir. $'\cdot'$ skaler çarpım işlemini temsil etmektedir. Denklem 3.7'de gösterildiği üzere öncelikle hedeflenen değerle istenilen değer arasındaki fark bulunmuştur. Bu değer hata oranına denk gelmektedir. Bir ağıncı güncellenmesindeki ana amaç hata oranını minimum değere indirmektir. Hata oranı değeri bulunduğundan sonra ağırlığın güncellemesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Denklem 3.8'de elde edilen çıkış değeri aktivasyon fonksiyonunun türevinden geçirildikten sonra hata oranı ile matrissel çarpım işlemi gerçekleştirilmiş ve bunun sonucunda δ_i^o i'inci çıkış nöronuna ait yerel gradyan değerleri elde edilmiştir. Çıkış nöronlarına ait yerel gradyan değerleri elde edildikten sonra gizli nöron ile çıkış nöronu arasında bulunan ağırlık değerlerinde yapılacak olan değışim miktarının değeri hesaplanmıştır ve bu değeri Δw_{oj} olarak Denklem 3.9'da gösterilmiştir. Denklem 3.10'da gizli nöronda kullanılacak olan yerel gradyan değeri olan δ_j^i hesaplanmıştır. Denklem 3.11'de gizli katmandaki nöronlar ile giriş nöronları arasında rastgele belirlenerek kullanılan ağırlık değeriğlerinin güncellenmesi için ağırlıklarda yapılacak olan değışim miktarının değeri hesaplanmıştır ve Δw_{ij} olarak gösterilmiştir. Giriş nöronları ile gizli nöron arasındaki ağırlıklarındaki değışim miktarı ve gizli nöron ile çıkış nöronu arasındaki ağırlıklardaki değışim miktarı belirlendikten sonra Denklem 3.6 kullanılarak güncel ağırlıklar belirlenir ve ağı bu güncel ağırlıklarla ileri doğru hesaplama işlemini gerçekleştirir.

Bu işlemler ağıda hedeflenen hata oranına ulaşana kadar bu sırayla tekrarlanmaktadır. Bu tekrarların her birine ağıncı eğitiminde 'iterasyon' adı verilmektedir. Bir çok katmanlı algılayıcı yapısında eğitimin durdurulması için ya önceden belirlenen iterasyon sayısının tamamlanmış olması gerekmektedir ya da istenilen hata oranına ulaşılmış olması gerekmektedir.

3.3 Problem İçin Uygun Veri Setinin Oluşturulması

İnverter klima akıllı etkileşim sisteminde kullanılacak olan yapay sinir ağı tasarımı ile ilgili olarak çok katmanlı algılayıcılarda çalışma yapılmıştır. Daha önce problem için uygun olduğu belirlenen 4 girişli ve 2 çıkışlı çok katmanlı algılayıcı yapısı elde edilmiştir. Çok katmanlı ağı yapısının belirlenmesinde, el jestleri sınıflandırıldıktan sonra el jestlerinin ilk ve son konumlarının x ve y eksenindeki değeriğlerinin kullanılacak olması nedeniyle 4 adet

giriş nöronu, bu giriş nöronlarından gelecek değerlere göre inverter klimanın sıcaklık ve fan değerlerinin artma ve azalma durumları kontrol edileceği için 2 bitlik sayı sistemiyle 4 durumun 2 nöronla oluşturulabilmesi nedeniyle 2 çıkış nöronun kullanılmasına karar verilmiştir. Elde edilen yapay sinir ağının eğitilmesi amacıyla dataset oluşturma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Görüntü işleme işlemleri tamamlandıktan sonra, yapay sinir ağının eğitimi için gerekli veriler toplanmıştır. Veri seti oluşturulurken el jestlerinin hareket başlangıcındaki koordinatları ve hareket tamamlandığı andaki koordinatlarından faydalanılmıştır. Bu işlem için hareketlerin sınıflandırılması işlemi aşağıdaki koşullar göz önünde bulundurulmuştur;

- Görüntüde belirlenen el jestinin soldan sağa doğru hareketi sıcaklığın artırılması olarak sınıflandırılmıştır ve çıkış değeri olarak [0,0] atanmıştır.
- Görüntüde belirlenen el jestinin sağdan sola doğru hareketi sıcaklığın azaltılması olarak sınıflandırılmıştır ve çıkış değeri olarak [0,1] atanmıştır.
- Görüntüde belirlenen el jestinin aşağıdan yukarıya doğru hareketi fanın artırılması olarak sınıflandırılmıştır ve çıkış değeri olarak [1,0] atanmıştır.
- Görüntüde belirlenen el jestinin yukarıdan aşağıya doğru hareketi fanın azaltılması olarak sınıflandırılmıştır ve çıkış değeri olarak [1,1] atanmıştır.

Yukarıda belirlenen bu dört sınıftan en az 6000'er örnek oluşturularak toplam 26.693 adet örneğin, % 80'i eğitim kümesi olması amacı ile %20'si test kümesi olması amacıyla kullanılmıştır. Çok katmanlı algılayıcı öğrenme parametreleri rastgele belirlenecek şekilde çalıştırılmış ve %89 civarı ortalama başarı elde edilmiştir. Çok katmanlı algılayıcının başarısını arttırmak amacı için ağın öğrenme parametreleri ile ilgili olarak optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.4 Çok Katmanlı Ağ Yapısının Oluşturulması ve Öğrenme Parametrelerinin Optimizasyon İşleminin Gerçekleştirilmesi

Bu sistem için önceden tasarlanmış olan 4 girişli ve 2 çıkışlı ve 3 katmandan oluşan çok katmanlı algılayıcı yapısı oluşturulmuştur. Yapay sinir ağlarının dezavantajları arasında sayılan ağ yapısının (gizli katmandaki nöron sayısı ve kullanılacak olan aktivasyon fonksiyonunun türü) ve öğrenme parametrelerinin (öğrenme katsayısı ve momentum sabiti) belirli bir kurala bağlı olarak belirlenememesinden dolayı çok katmanlı algılayıcı yapısına, yapay arı kolonisi algoritması uygulanarak ağın 4 adet parametresi için optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon işleminde kullanılacak olan algoritmaya karar vermek amacıyla insan hareketlerinin sınıflanmasında kullanılan iki adet veri setinin çok katmanlı algılayıcı ağ yapısında sınıflandırma işlemi kullanılmış ve bu ağ yapısının öğrenme parametrelerinin optimizasyonu yapay arı kolonisi (yak), genetik algoritma (ga) ve benzetimli tavlama (bt) ile gerçekleştirilmiştir[16]. Bu çalışmanın sonucunda iki veri setinde de en başarılı sonucu yapay arı kolonisi algoritmasının verdiği görülmüştür. Optimizasyonda kullanılan bu parametreler;

- Aktivasyon Fonksiyonun Türü
- Gizli Katmandaki Nöron Sayısı
- Öğrenme Katsayısı (α)
- Momentum Sabiti (β)

Bu parametrelerin optimisasyonu sonucunda elde edilen değerlerle ağ yapısının eğitimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçların en başarılı olduğu durumlardaki son ağırlıklar kaydedilmiş ve çok katmanlı algılayıcının sistemde kullanılacak olan ileri doğru hesaplama kısmı oluşturulmuştur.

3.4.1 Yapay Arı Kolonisi ve Optimizasyon İşlemi

Yapay Arı kolonisi algoritması temelinde sürü zekasını örnek alarak oluşturulmuş bir algoritmadır. Sürü zekası; termitler, arılar, karıncalar, kuşlar, balık sürüleri gibi aralarında beslenme ya da savunma gibi konularda işbirliği ve etkileşim içinde olan canlıların veya

diğer sosyal hayvanların topluluk halindeki davranışlarını örnek alarak, problemlere çözüm getirmeyi amaçlayan bir yapay zeka tekniğidir. Bir sürüde iki önemli işlev vardır:

- Kendi başına organize olabilme
- İş bölümü

Kendi başına organize olabilme; bir sürüde görev alan birimlerin, diğer birimlerle etkileşimden aldıkları bilgileri kullanarak kendi başlarına işlev görerek sürünün bütünü etkilemeleridir. Sürünün diğer birimleri ile iletişimde temel komşuluk bilgilerinden faydalanılmaktadır.

Yapay Arı Kolonisi (YAK), arı kolonilerinin davranışlarını temel alan bir optimizasyon algoritmasıdır. Doğal yaşamda bal toplayan bir arı kolonisi içinde görev paylaşımı vardır. Kolonide arılar üç gruba ayrılır [11]. Bunlar;

- İşçi Arılar
- Gözcü Arılar
- Kaşif Arılar

Algoritmada yiyecek kaynakları, optimize edilmeye çalışılan problemin olası çözümlerine karşılık gelmektedir. Bir kaynağa ait nektar miktarı, o kaynakla ifade edilen çözümün kalite değerini ifade etmektedir. Algoritma işleyişi beş temel adımda gerçekleşmektedir;

- Bal kaynağı bölgelerinin ilk değerlerinin belirlenmesi,
- İşçi Arıların belirlenen bal kaynaklarına yönlendirilmesi,
- Bal kaynağı olmaya aday bölgeler için olasılık hesaplamalarının yapılması,
- İşçi arıların aktardıklarına bağlı olarak, gözlemci arıların yeni bal kaynaklarını belirlemesi,
- Mevcut bal kaynaklarının kullanım dışı bırakılma kararının verilmesi şeklindedir.

Algoritmanın ilk adımında, bal kaynakları bölgelerine ait değerler Denklem 3.12’de gösterildiği üzere;

$$x_{ij} = x_j^{min} + (x_j^{max} - x_j^{min}) * rand \quad (3.12)$$

ile hesaplanır. Denklemden j üretilen kaynak sayısını, i ise en uygun parametre sayısını temsil etmektedir. Algoritmanın ikinci adımında, her işçi arı toplam kaynak sayısının yarısına eşit sayıda yeni kaynak bulmaktadır. Algoritmanın üçüncü adımında, gözcü arılar Denklem 3.13’de gösterildiği üzere;

$$P_i = \frac{fit_i}{\sum_{j=1}^N fit_j} \quad (3.13)$$

olasılıkla bir besin kaynağı seçer. Kaşif arılar yiyecek ararken herhangi bir ön bilgi kullanmamakta, tamamen rastgele araştırma yapmaktadır. Kaşif arıların bu davranışındaki amaç sürünün belli bir bölgeye bağımlı kalmasını engelleyerek yeni ve daha fazla nektar olma ihtimali olan kaynakları bulmaktır. Bir kaynağı ifade eden çözüm belli sayıdaki deneme ile geliştirilmemişse bu kaynak terk edilir. Bu kaynağa gelip giden arıda kaşif arı olarak yeni nektar kaynağı aramaya gider. Kaşif arının yeni bir kaynak bulması Denklem 3.14’de gösterildiği üzere ve işçi arıların rastgele kaynak aramalarıyla birebir aynı olması nedeniyle Denklem 3.12 ile aynı olarak;

$$x_{ij} = x_j^{min} + (x_j^{max} - x_j^{min}) * rand \quad (3.14)$$

ile hesaplanır.

Arılar birim zamanda yuvaya getirilen yiyecek miktarını maksimize etmek için çalışırlar. En üst düzeye çıkarma probleminde amaç fonksiyonunun $F(\theta_i)$, $\theta_i \in R^p$, en üst düzeye çıkarılması gerekmektedir. θ_i , i. kaynağın pozisyonu olmak üzere $F(\theta_i)$ bu nektar miktarına karşılık gelir ve $E(\theta_i)$ ile orantılıdır. θ_i konumundaki nektar kaynağı “limit” parametresi sayısınca gelişmemişse θ_i ’deki kaynak terk edilir ve o kaynağın arısı kaşif arı haline gelir.

Bulunan yeni kaynak θ_i ’ye atanır. Algoritmadaki en iyi kaynağı bulma çabası her çevrimde devam eder. Algoritma maksimum çevrim sayısına ulaştığında sona erer. Elde edilen sonuçlar en uygun sonucu verir.

Yukarıda bahsedilmekte olan yapay arı kolonisi algoritması kullanılarak çok katmanlı algılayıcılar yapısındaki aktivasyon türü, gizli nöron sayısı, öğrenme oranı ve momentum katsayısı değerlerinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu işlem gerçekleştirilirken işçi arı sayısı ve gözcü arı sayısı 6 adet seçilmiş ve limit 10 olarak belirlenmiştir. Optimizasyon

işlemi sonucunda elde edilen parametreler ve maksimum test başarımları Çizelge 3.1’de gösterildiği şekildedir.

Çizelge 3. 1 Yak sonucu elde edilen öğrenme parametreleri

YAK sonucu Başarım	96.60
Gizli katman nöron	10
Öğrenme oranı	0.41
Momentum sabiti	0.62
Aktivasyon fonk	Sigmoid Fonk.

3.4.2 Çok Katmanlı Algılayıcı Mimarisinin Oluşturulması

Yak algoritması ile yapılan optimizasyon sonucunda elde edilen parametreler ile 4 giriş nöronu, 10 gizli nöron ve 2 çıkış nöronu ile 3 katmanlı çok katmanlı algılayıcı mimarisi oluşturulmuştur. Daha önceden elde edilen verilerden her hareketi temsilen en az 6000’er örnekten 26.693 adet örnek oluşturulmuş ve bunların %80’i eğitim kümesi ve %20’u test kümesi olmak üzere test verilerine çapraz doğrulama işlemi gerçekleştirilerek ağ 10 defa çalıştırılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda elde edilen sonuçlar ve son ağırlıklar aşağıdaki tabloda gösterilmektedir;

Çizelge 3. 2 Çok katmanlı algılayıcı ağ mimarisinin başarı oranı sonuçları

ÇKA	Başarı Oranı
1	95.87
2	95.86
3	95.90
4	95.99
5	95.97
6	96.24
7	95.87
8	95.96
9	96.24
10	96.60
Ortalama	96.05

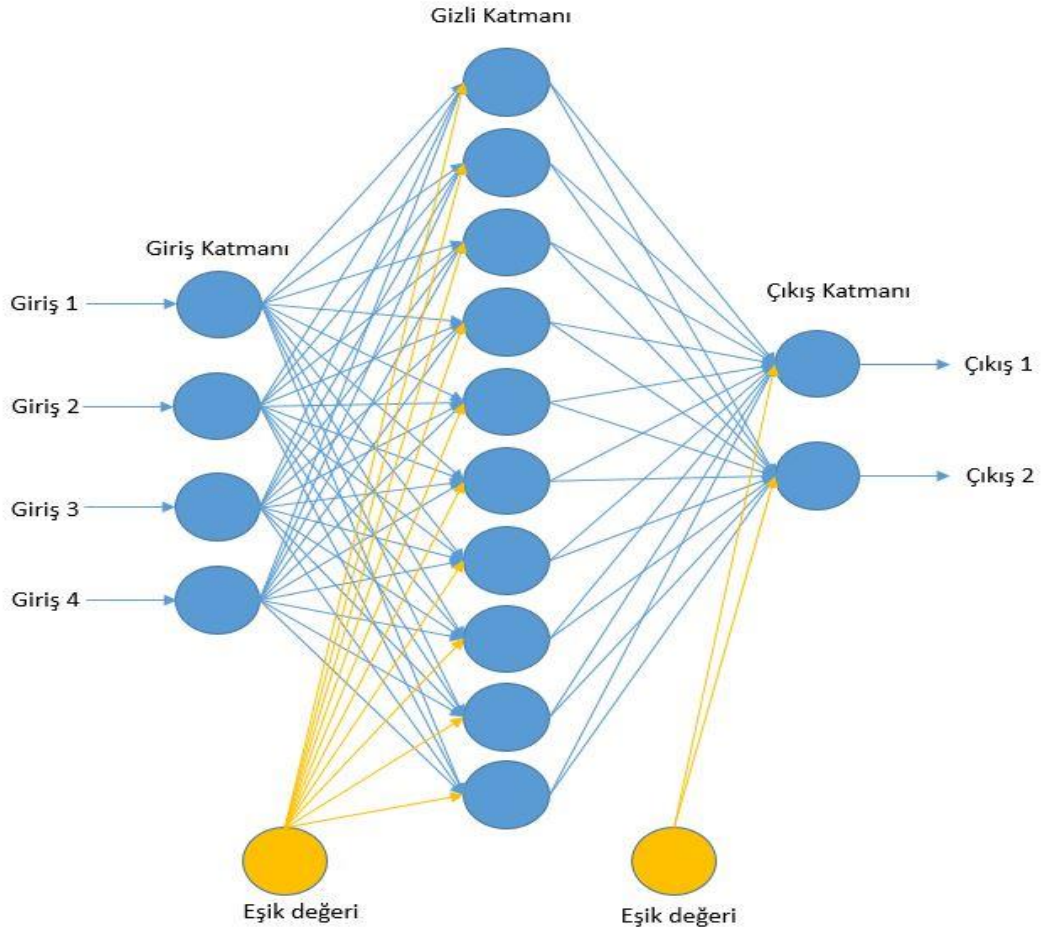
Çizelge 3. 3 Çok katmanlı algılayıcı ağ mimarisi son elde edilen giriş katman ile gizli katman arasındaki ağırlıkları

Son Giriş Ağırlıkları	Giriş nöronu 1	Giriş nöronu 2	Giriş nöronu 3	Giriş nöronu 4	Eşik Değeri
Gizli nöron 1	1,12768658792672	48,8647308418131	2,40837506389039	- 49,0543651038506	-5,88192436939125
Gizli nöron 2	0,638075806775152	-7,6762285033713	14,2406292454934	8,14873499296365	-8,92945544288535
Gizli nöron 3	3,40807715458406	3,09481811639050	-50,162983324332	-2,0797239725867	0,774346612159663
Gizli nöron 4	18,9516063304349	-17,819352646036	-25,195846224830	16,7492599828046	1,22911200483875
Gizli nöron 5	-3,79668429764639	-6,1428841503775	-6,6712496902327	-1,2501992217855	-0,17567216905071
Gizli nöron 6	18,9625497024330	12,1566648304360	-1,2433162828329	-12,767389114036	-10,7329077379972
Gizli nöron 7	-63,1331774350822	-2,8531097262254	63,3202790680645	2,59365509709629	-5,46127955635859
Gizli nöron 8	0,626872925276576	-44,882752744089	2,26760053366767	45,3022613122557	-5,56709479394769
Gizli nöron 9	48,4523616611569	3,95198829393638	-49,256911077529	-3,9567799238253	-2,58590281796797
Gizli nöron 10	-56,8537674757798	-3,5570535985808	2,02636607969249	4,51438247554080	0,845570133425615

Çizelge 3. 4 Çok katmanlı algılayıcı ağ mimarisi son elde edilen gizli katman ile çıkış katmanı arasındaki ağırlıkları

Son Çıkış Ağırlıkları	Gizli nöron 1	Gizli nöron 2	Gizli nöron 3	Gizli nöron 4	Gizli nöron 5	Gizli nöron 6	Gizli nöron 7	Gizli nöron 8	Gizli nöron 9	Gizli nöron 10	Eşik Değer
Çıkış Nöronu 1	27,9283	-5,272	0,8273	2,0680	-4,312	-4,7012	-21,21	30,8953	-20,247	-2,360	1.0323
Çıkış Nöronu 2	5,2070	-14,86	-7,361	-6,217	2,9251	12,8500	-6,761	-3,7056	10,5930	7,4914	0.6938

Elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak çok katmanlı ağ mimarisi son haline getirilmiştir ve elde edilen ağ yapısı el jestlerinin hareketlerinin sınıflandırılması işleminde kullanılmıştır. Çok katmanlı ağ mimarisinin son hali Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Problemin çözümü için oluşturulan çok katmanlı algılayıcı ağ yapısı mimarisi

3.5 İnverter Klima Akıllı Etkileşim Sistem Tasarımının Tamamlanması

Kamera tarafından alınan el jestlerinin görüntüleri önce morfolojik filtreleme işlemleri gerçekleştirildikten sonra ten rengi tespiti gerçekleştirilmiş ve elde edilen görüntü YGH algoritması kullanılarak el jesti yeri diğer ten rengi tespiti yapılan noktalardan ayrılarak el jestinin takibi sağlanmıştır. Elde edilen el jestinin hareket boyunca başlangıç ve bitiş koordinatları alınarak çok katmanlı algılayıcı yapısında giriş olarak kullanılmış ve elde edilen sonuçlardan inverter klimanın sıcaklık ve fan ayarlarının kontrolleri sağlanacak şekilde sistem oluşturulmuştur.



BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde İnverter Klima Akıllı Etkileşim Sistem Tasarımı için literatürde sıklıkla kullanılmayan algoritmaların birleştirilerek yeni bir algoritma önerilmiştir. Bu algoritma iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar istenilen el jestinin tespit edilmesi ve tespit edilen el jestinin konumları ile klima sisteminin sıcaklık ve fan ayarlarının kontrol edilmesidir.

Literatürde el jestinin tespiti konusunda kullanılan algoritmalarından biri ten rengi tespitinin yapılması ve el jestinin belirlenmesidir. Fakat el jestinin sadece ten rengi ile tespit edilmesi vücudun diğer bölümlerinin el jestiyle karıştırılması ya da ortamda ten rengine yakın renklerdeki objelerin de bulunabilmesi ve bunların el jestinin konumunun belirlenmesinde sorunlara neden olmasından dolayı tek başına başarılı bir algoritma değildir. Literatürde kullanılan bir diğer algoritma olan Viola-Jones algoritması ise kısmen başarılı sonuçlar verebilmesine karşın uzun süren eğitim aşaması nedeni ile gerçek zamanlı sistemlerin tasarımı aşamasında kullanışlı değildir. Bu tezde önerilen algoritma hem ten rengi tespitinden hem de yönlü gradyen histogramları algoritmasının ortak kullanılması nedeniyle diğer algoritmalara karşın daha başarılı sonuçlar verilmiştir.

Bu tezde ikinci aşamada kullanılan ve el jestinin konumlarından faydalanan sıcaklık ve fan ayarlarının kontrolünün sağlanmasını sağlayan çok katmanlı algılayıcı ağ yapısı sistemin kontrolü için yeterli başarıyı sağlamıştır. Ayrıca çok katmanlı algılayıcılarda en

çok karşılaşılan problemlerden biri olan öğrenme parametrelerinin optimizasyon işlemi yapay arı kolonisi algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiş bu da çok katmanlı algılayıcı ağ yapısının daha başarılı sonuç vermesini sağlamıştır.

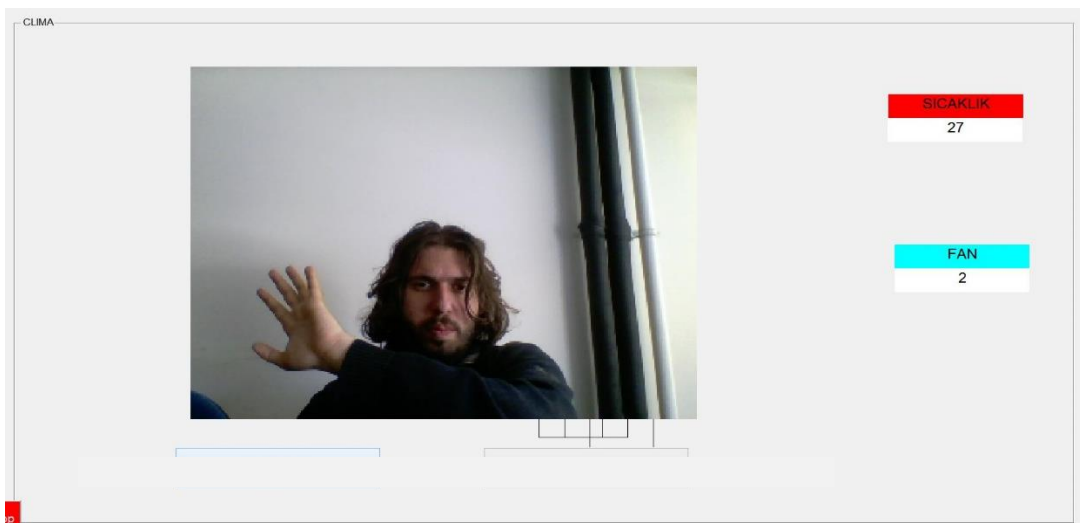
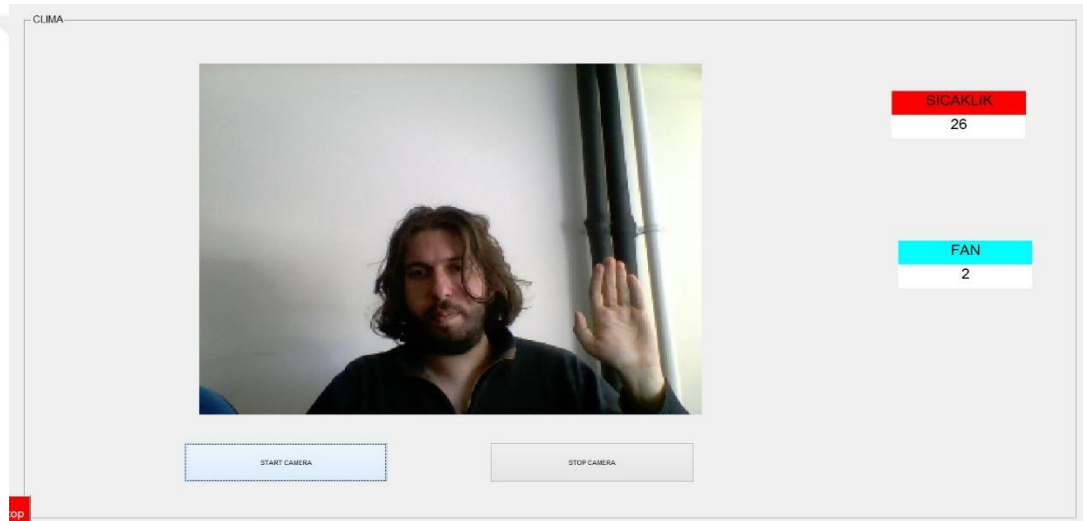
Bu tez üzerindeki gelecekte planlanan çalışmalar ise sistemin her ortamda adaptif bir şekilde kullanılabilmesini sağlamaktır. Sistemin bu durumundaki dizaynında sadece bir adet k en yakın komşuluk uzayı oluşturulmuş ve resimdeki el jestlerinin elde edilmesi kısmında 64×64 'lük matrisler kullanılarak yönlü gradyanlar histogramı özellik vektörleri çıkartılmıştır. Bu durum sistemin belli bir mesafede başarılı sonuçlar vermesine neden olmuştur. Bu sistemin mesafeden bağımsız olarak çalışması amacıyla 16×16 lık matrislerden başlanarak 128×128 boyutlu matrislere göre dört farklı k en yakın komşuluk uzayı oluşturulması planlanmıştır ve sisteme eklenecek bir mesafe ölçer sensörle birlikte kullanıcının klimaya olan uzaklığına göre uygun pencerenin seçilip, o pencerede YGH özelliklerinin elde edilmesi ve mesafeye göre seçilen k en yakın komşuluk uzayı kullanılarak el jestinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde oluşturulan sistem mesafe tanımaksızın kullanıcıya rahat bir inverter klima kontrol ortamı sağlamış olacaktır.

KAYNAKLAR

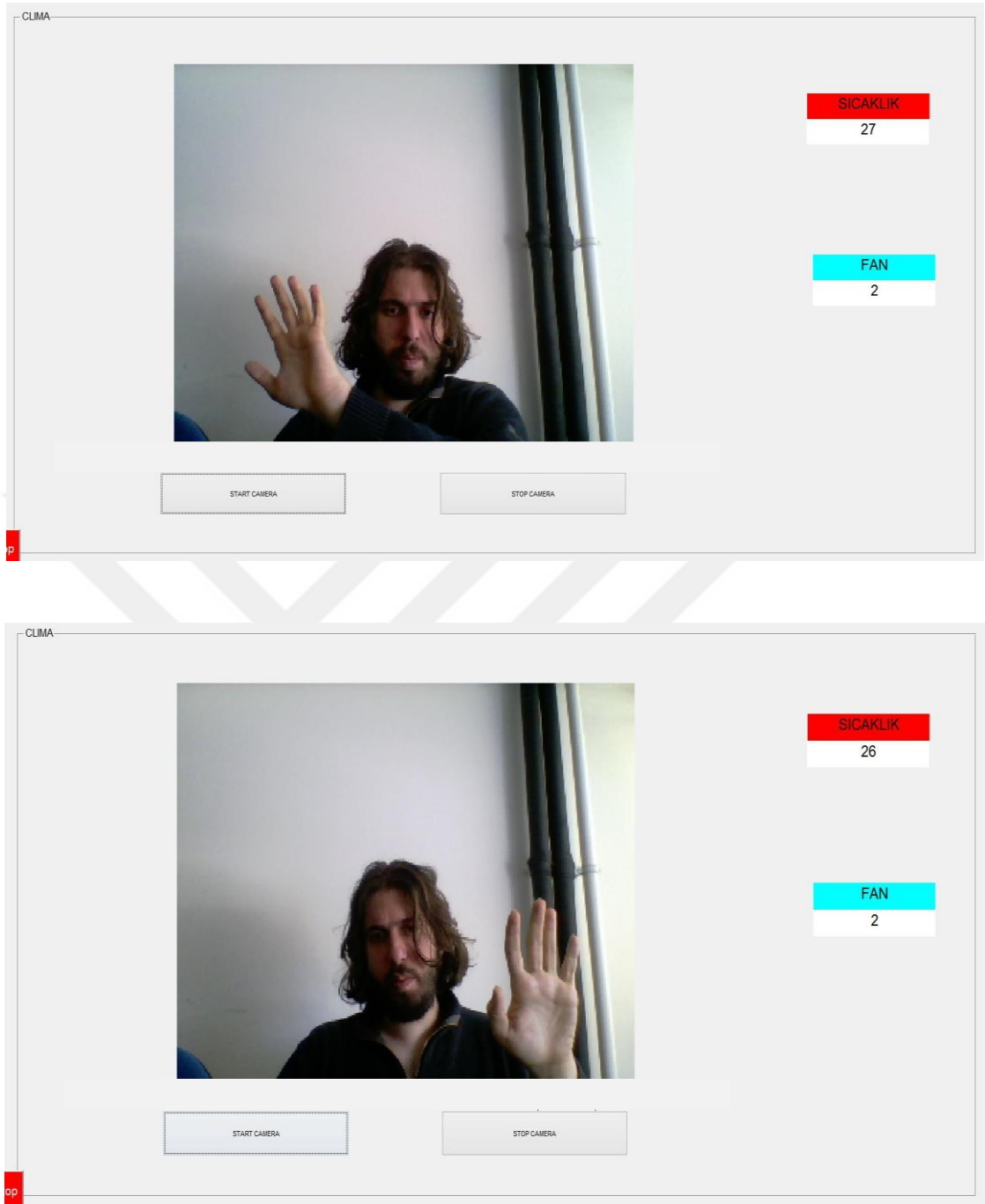
- [1] Preetham, S., Sanath, S., Sreevatsa, G.S., Sumanth, M., Varun, P.M. ve Kumar, D.N.K., (2013). "Smart Console for Vehicles", Texas Instruments India Educators' Conference (TIIEC), 4-6 Nisan 2013, 44 – 48.
- [2] Ju, J., Han, D., Kim J., Lee, I., Cha, J. ve Kim, J., (2015). "A new control owner switching system for multiple TV viewers via face recognition", IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 9-12 Ocak 2015, 323 – 326.
- [3] Thavalengal, S., Bigioi, P. ve Corcoran, P., (2015). "Evaluation of combined visible/NIR camera for iris authentication on smartphones", IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 7-12 Haziran 2015, 42-49.
- [4] Chaudhar, A., Raheja, J. L., Das, K. ve Raheja, S., (2011). "Intelligent Approaches to interact with Machines using Hand Gesture Recognition in Natural way: A Survey", International Journal of Computer Science & Engineering Survey 2(1) (IJCSES).
- [5] Ohn-Bar, E. ve Trivedi, M.M., (2014). "Hand gesture recognition in real time for automotive interfaces: A multimodal vision-based approach and evaluations," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 15(6): 2368–2377.
- [6] Renuka, H. ve Goutam, B., "Hand Gesture Recognition System to Control Soft Front Panels", International Journal of Engineering Research & Technology 3(12) (IJERT), 12 Aralık 2014.
- [7] Lee, D. ve Park, Y., (2009). "Vision-based Remote Control Sytem by Motion Detection and Open Finger Counting". IEEE Transactions on Consumer Electronics 55(4): 2308–2313.
- [8] Zhou, R., Yuan, J. ve Zhang, Z., (2011). "Robust hand gesture recognition based on finger-earth mover's distance with a commodity depth camera". Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia, 1093-1096.

- [9] Karakaya, F., Altun, H. ve Çavuşlu, M.A., (2009). "Gerçek Zamanlı Nesne Tanıma Uygulamaları için HOG Algoritmasının FPGA Tabanlı Gömülü Sistem Uyarlaması." IEEE 17th Signal Processing and Communications Applications Conference(SIU).
- [10] Maleki, M., Eroglu, K., Aydemir, O., Manshoori, N. ve Kayikcioglu, T., (2013). "A new method for selection optimum k value in k-NN classification algorithm", 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 24-26 Nisan 2013, 1 – 4.
- [11] Pamuk, N., (2013). "Enerji Sistemlerinde Yapay Arı Kolonisi (YAK) Algoritması Kullanarak Yük Akışı Optimizasyonu" 2013 Akdeniz Üniversitesi Akademik Bilişim Konferansı, 23-25 Ocak 2013.
- [12] Özcan, T., (2010). Hareketli Nesnelerde Yüz Tespitine Yönelik Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- [13] Phung, S. L., Bouzerdoun, A. ve Chai, D., (2002). "A novel skin color model in ycbcr color space and its application to humanface detection", In IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'2002),1: 289–292.
- [14] Çayıroğlu, İ., İleri Algoritma Analizi-5, Karabük Üniversitesi, <http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/IleriAlgoritmaAnalizi/IleriAlgoritmaAnalizi-5.Hafta-YapaySinirAglari.pdf>
- [15] Özyılmaz, L., (2015). İşlemsel Biyobilişim Dersi, Ders Notu, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, İstanbul.
- [16] Taşkıran, M., Çam, Z. G. ve Kahraman, N., (2015). "An Efficient Method to Optimize Multi-Layer Perceptron for Classification of Human Activities." Proceedings of CCCT 2015. 2nd International Conference on Computer, Control and Communication Technologies (CCCT'15). Emirates Research Publishing.

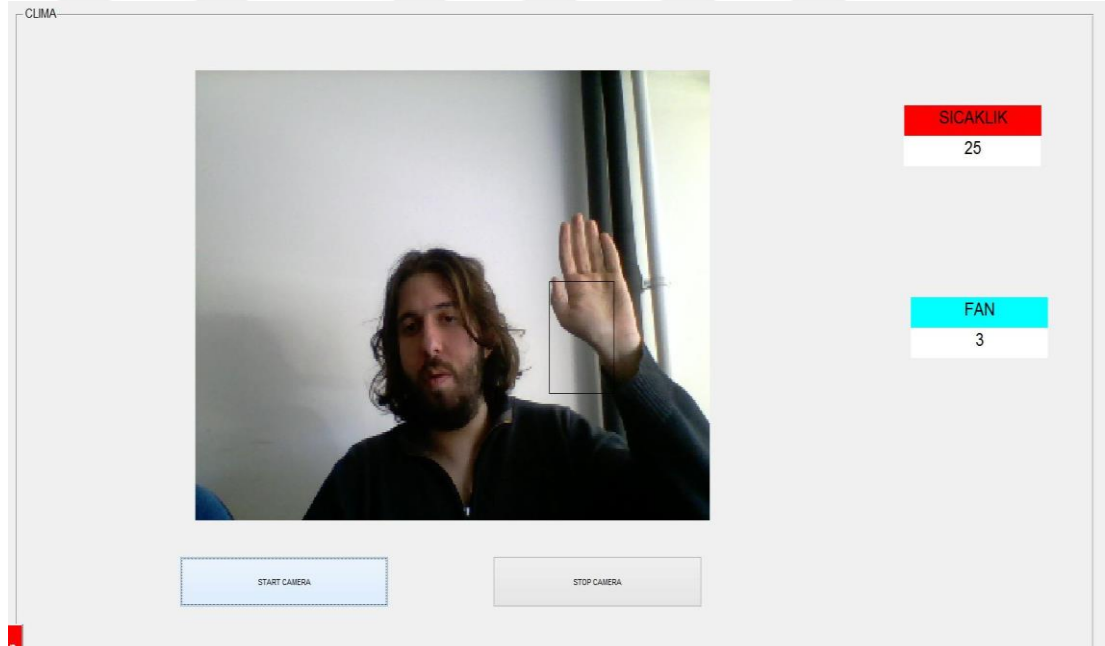
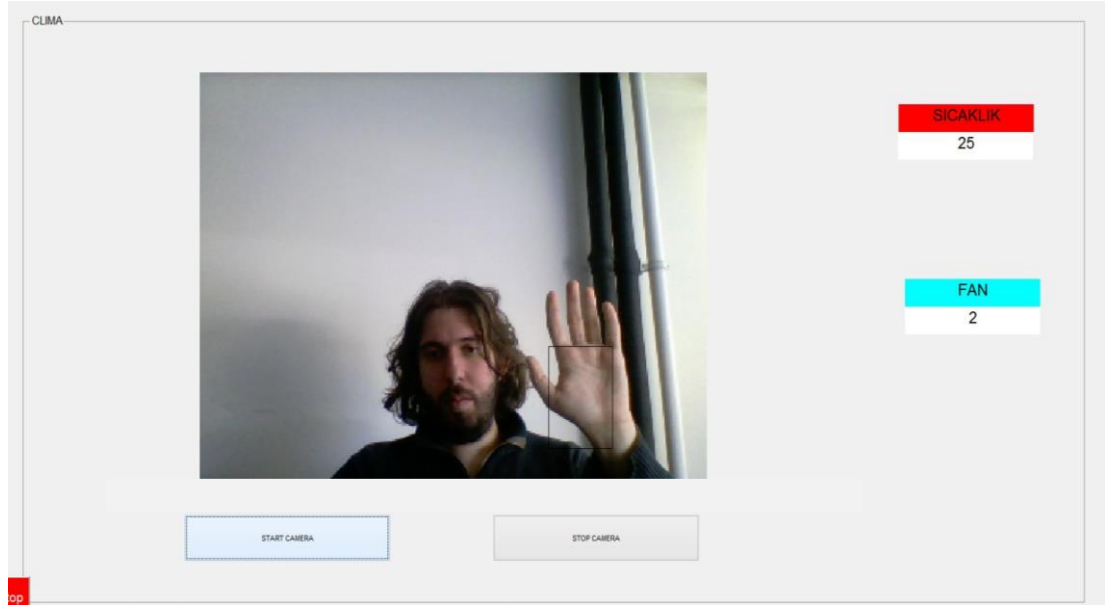
TEST SONUÇLARI



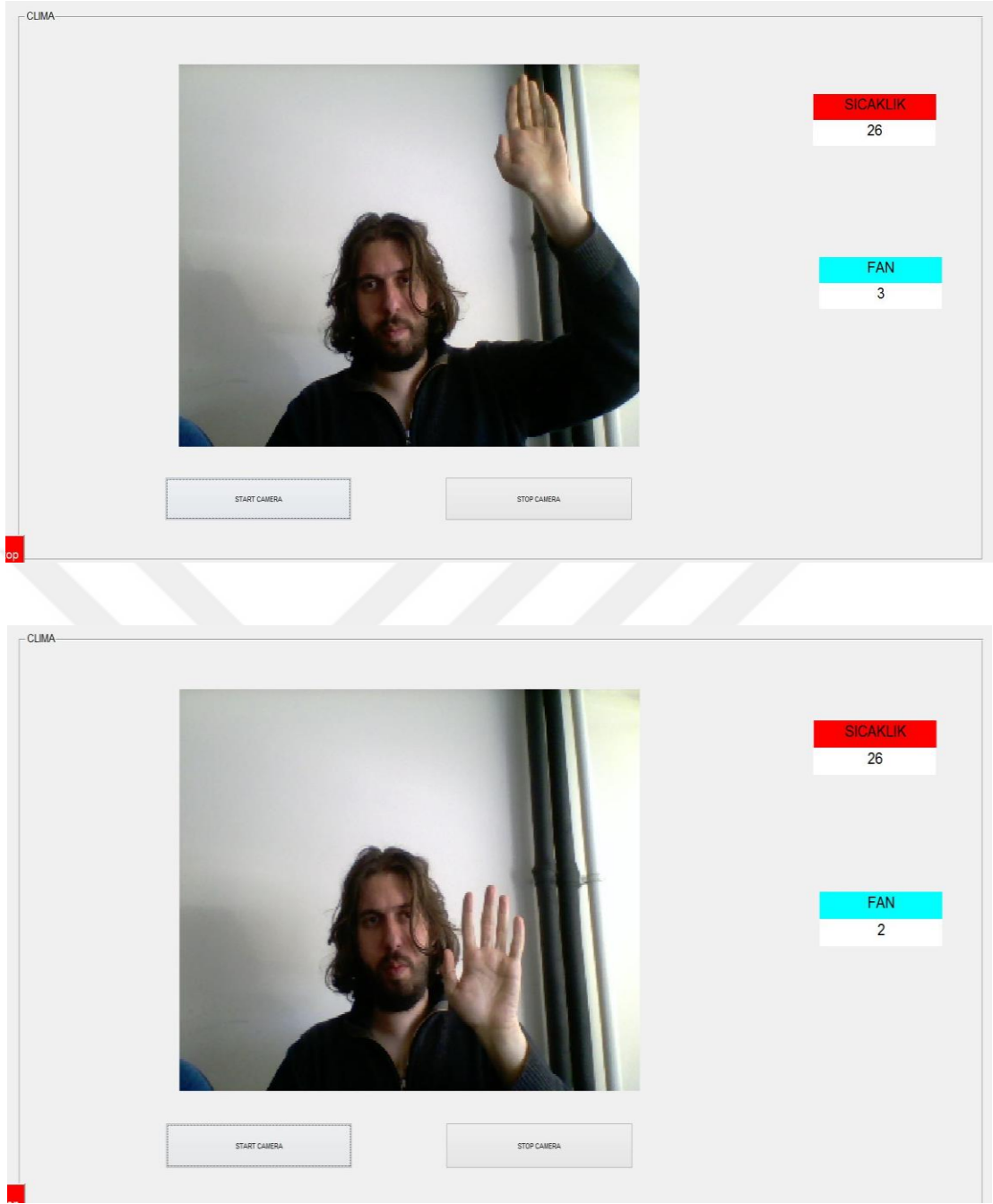
Şekil 4. 1 El jesti ile klima sıcaklığı arttırma



Şekil 4. 2 El jesti ile klima sıcaklığı azaltma



Şekil 4. 3 El jesti ile klima fanı arttırma



Şekil 4. 4 El jesti ile klima fanı azaltma

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Murat TAŞKIRAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 19.08.1989/DENİZLİ
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mrttskrn@yildiz.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Elektronik ve Hab. Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	-
Lisans	Elektronik ve Hab. Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Fen	Denizli Anadolu Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
Eylül 2014 - Devam	Yıldız Teknik Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Bildiri

1. Taşkıran, M., Çam, Z. G., & Kahraman, N. (2015, Aralık). “An Efficient Method to Optimize Multi-Layer Perceptron for Classification of Human Activities.” Proceedings of CCCT 2015. 2nd International Conference on Computer, Control and Communication Technologies (CCCT'15). Emirates Research Publishing.
-

Proje

1. San-Tez 0817.STZ.2014. numaralı ‘İnverter Klima Akıllı Etkileşim Sistem Tasarımı’ projesi