



**ANKARA'DA ŞEHİR İÇİNDE MEYDANA GELEN TRAFİK KAZALARININ
ANALİZİ, KRİTİK NOKTALARIN BELİRLENMESİ VE BİR YAPAY SİNİR AĞI İLE
MODELLENMESİ**

Uğur YILDIRIM

**DOKTORA TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2014

Uğur YILDIRIM tarafından hazırlanan “ANKARA’DA ŞEHİR İÇİNDE MEYDANA GELEN TRAFİK KAZALARININ ANALİZİ, KRİTİK NOKTALARIN BELİRLENMESİ VE BİR YAPAY SINIR AĞI İLE MODELLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kazaların Çevresel Ve Teknik Araştırması Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç.Dr. Uğur ÖZCAN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Başkan: Prof.Dr. Adnan SÖZEN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Doç.Dr. Selçuk Kürşat İŞLEYEN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Yrd.Doç.Dr.İsmail KARAOĞLAN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Yrd.Doç.Dr. Talip KELLEGÖZ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 31/10/2014

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof.Dr.Şeref SAĞIROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Uğur YILDIRIM

31/10/2014

ANKARA'DA ŞEHİR İÇİNDE MEYDANA GELEN TRAFİK KAZALARININ ANALİZİ,
KRİTİK NOKTALARIN BELİRLENMESİ VE
BİR YAPAY SİNİR AĞI İLE MODELLENMESİ
(Doktora Tezi)

Uğur YILDIRIM

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ekim 2014

ÖZET

Bu tez kentleşmenin olumsuz boyutlarından biri olarak her geçen gün artan trafik kazalarına çözüm olabilecek, alternatif güzergâh seçeneği sunan bir yapay sinir ağı modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Ankara ili örneğinde trafik kazalarını azaltacak ileri beslemeli bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Bu model oluşturulurken Emniyet Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 2008,2009 ve 2010 yıllarında Ankara il sınırları içinde meydana gelen kaza tespit tutanakları temel olarak alınmış, risk analizi yapılmış ve riskli noktaları tespit etmek için yapay zekâ teknikleri uygulanmıştır. Bu model vasıtasıyla, hava, yol ve araç koşulları göz önüne alınmak suretiyle, sürücünün ulaşmak istediği konuma kadar olan güzergâhtaki riskli noktalar sürücünün bilgisine sunulmuş ve alternatif güzergâhları seçmesine olanak tanınmıştır. Model oluşturulurken MATLAB R2013a yazılımı ve özellikle bu yazılımdaki Levenberg-Marquardt öğrenme algoritmasına göre çalışan ağ eğitim algoritması kullanılmıştır. Risk kriterleri oluşturulduktan sonra, bu algoritma kullanılarak eğitim ve test süreçlerinden geçirilmiş verilerin %95'in üzerinde bir doğrulama oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Çalışma kapsamında Google Maps teknolojisinin harita gösterme, harita üzerine işaret noktası ekleme ve rota hesaplaması özelliklerinden faydalanılarak görsel olarak sürücünün daha az riskli güzergâhlara yönlendirilmesi sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 902.1.014
Anahtar Kelimeler : Trafik kazaları, yapay sinir ağı, Google Haritası, bilgisayar yazılımı
Sayfa Adedi : 87
Danışman : Doç. Dr. Uğur ÖZCAN

THE ANALYSIS OF ACCIDENTS THAT HAPPENED IN THE CITY OF ANKARA,
DETERMINATION OF RISKY POINTS AND
MODELLING WITH AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(Ph. D. Thesis)

Uğur YILDIRIM

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
October 2014

ABSTRACT

This thesis aims to develop an artificial neural network model to address one of the negative aspects of urbanization, namely, the ever-increasing traffic accidents. For that purpose a feed forward model of artificial neural network has been created for the specific case of Ankara. In the construction of this model, the reports of accidents that occurred within the provincial limits of Ankara during the 2008-2010 period have been taken as the basis for our project, a risk analysis has been conducted and the techniques of artificial intelligence have been used to determine the risky zones. These reports have been obtained from the General Directorate of Security. The model takes the weather, road and vehicle conditions into consideration and provides the driver with a list of risky points on the route to the point of destination; s/he is also allowed to choose an alternative route. In creating the model, R2013a freeware version of MATLAB software and especially the Levenberg-Marquardt algorithm has been used. Since it has been proven that this algorithm has a very high percentage of success, this type of algorithm has been chosen to train and test the data. Our results have shown 95 percent confidence level. As part of our research, various functions of Google Maps technology such as mapping, placing marker and route-calculating have also been used as a visual guidance interface in order to figure out the routes of minimum risk for the drivers.

Science : 902.1.014
Key Words : Traffic accidents, artificial neural network, Google Maps, computer software
Page : 87
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Uğur ÖZCAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında değerli bilgi, tecrübe ve katkılarını esirgemeyerek beni yönlendiren tez danışman hocam Doç. Dr. Uğur ÖZCAN'a, çok sevgili arkadaşım Öğretim Görevlisi Dr. Oktay YILDIZ'a (Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği), tez izleme komitesinde yer alan Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Öğretim Üyeleri Doç. Dr. S. Kürşat İŞLEYEN ve Yrd. Doç. Dr. Talip KELLEĞÖZ'e teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3. TRAFİK KAZALARI VE SEBEPLERİ	9
3.1. “Trafik Kaza” Tanımı.....	9
3.2. Trafik Kazalarının Genel Nedenleri	10
3.2.1. Hız	10
3.2.2. Emniyet kemeri.....	11
3.2.3. Cep telefonu	11
3.2.4. Alkol	11
3.2.5. Kask	12
3.2.6. İlk yardım.....	13
3.3. Türkiye’de Trafik Kazaları	13
4. ANKARA’DAKİ ŞEHİR İÇİ KAZALARININ İNCELENMESİ	17
5. YAPAY ZEKÂ VE YAPAY SİNİR AĞLARI	29
5.1. Tarihçe	29

	Sayfa
5.2. Yapay Zekâ	29
5.3. Yapay Sinir Ağları	30
5.4. Biyolojik nöronlar	31
5.5. Yapay sinir ağları ve biyolojik nöronlar	33
5.6. Yapay sinir ağları ana öğeleri.....	33
5.7. Yapay sinir ağlarının yapısı	34
5.8. Transfer Fonksiyonları	36
5.8.1. Tansig (tanjant sigmoid) transfer fonksiyonu	36
5.8.2. Logsig (logaritmik sigmoid) transfer fonksiyonu	37
5.8.3. Purelin transfer fonksiyonu	37
5.9. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması	38
5.9.1. İleri beslemeli yapay sinir ağları	38
5.9.2. Geri beslemeli yapay sinir ağları	38
5.10. Eğitim Algoritmaları	39
5.10.1. MATLAB ortamındaki bazı eğitim algoritmaları	39
5.10.2. Diğer bazı eğitim algoritmaları	43
5.11. Danışmanlı ve Danışmansız Öğrenme	45
5.11.1. Danışmanlı öğrenme	45
5.11.2. Danışmansız öğrenme	46
6. TRAFİK KAZALARININ ÖNLENMESİNDE YAPAY SİNİR AĞI MODELİ	49
6.1. Genel Bakış.....	49
6.2. Çalışma Süreci	49
6.3. Tez Uygulama Aşamaları	49
6.3.1. Yapay sinir ağı eğitimi ön çalışması	50

	Sayfa
6.3.2. KÖYSAM veritabanı	50
6.3.3. Risk	50
6.3.4. KÖYSAM için risk analizi	52
6.3.5. YSA eğitimi	55
6.4. Uygulama yazılımı	65
6.4.1. Uygulama form ara yüzü	65
6.4.2. Google Maps API	66
6.4.3. Javascript	67
6.4.4. Uygulama	68
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
7.1. Sonuçlar	77
7.2. Öneriler	79
KAYNAKLAR	81
EKLER	85
ÖZGEÇMİŞ	87

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı'ndan alınan verilere göre Türkiye İstatistik Kurumu'nun yayınladığı "Yıllara göre kaza, ölü ve yaralı sayıları"	3
Çizelge 4.1. Ankara ilinde 2008 yılında hava durumuna göre kaza istatistikleri	20
Çizelge 4.2. Ankara ilinde 2008 yılında açık havada meydana gelen kaza yerine göre kaza sayıları	21
Çizelge 4.3. Ankara ilinde 2008 yılında koordinat gruplarına göre kaza sayıları	21
Çizelge 4.4. Ankara ilinde 2009 yılında hava durumuna göre kaza istatistikleri	23
Çizelge 4.5. Ankara ilinde 2009 yılında açık havada meydana gelen kaza yerine göre kaza sayıları	23
Çizelge 4.6. Ankara ilinde 2009 yılında koordinat gruplarına göre kaza sayıları.....	24
Çizelge 4.7. Ankara ilinde 2010 yılında hava durumuna göre kaza istatistikleri	25
Çizelge 4.8. Ankara ilinde 2010 yılında açık havada meydana gelen kaza yerine göre kaza sayıları	25
Çizelge 4.9. Ankara ilinde 2010 yılında koordinat gruplarına göre kaza sayıları.....	26
Çizelge 4.10. Ankara ilinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında hava durumuna göre kaza istatistikleri	26
Çizelge 4.11. Ankara ilinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında açık havada meydana gelen kaza yerine göre kaza sayıları.....	27
Çizelge 4.12. Ankara ilinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında koordinat gruplarına göre kaza sayıları	27
Çizelge 6.1. Çeşitli algoritmalara göre bazı test sonuçları	63

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. TÜİK verilerine göre 2013 yılında Türkiye genelinde meydana gelen trafik kazalarında sürücü kusurları dağılımı	14
Şekil 5.1. Biyolojik sinir hücrelerinin yapısı	32
Şekil 5.2. Perceptron örneği	33
Şekil 5.3. Yapay sinir ağlarında kara kutu yapısı	35
Şekil 5.4. Tansig fonksiyon grafiği	36
Şekil 5.5. Logsig fonksiyon grafiği	37
Şekil 5.6. Purelin fonksiyon grafiği.....	37
Şekil 5.7. Danışmanlı öğrenmede ağırlıkların verilmesi.....	46
Şekil 5.8. Danışmansız öğrenmede ağırlıkların verilmesi	47
Şekil 6.1. Risk algılama grafiği	52

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. 2008 yılında Ankara’da bölge gruplamasına göre, açık havada, cadde üzerinde en çok trafik kazasının meydana geldiği bölge.....	20
Resim 4.2. 2009 ve 2010 yıllarında Ankara’da bölge gruplamasına göre, açık havada ve cadde üzerinde en çok trafik kazasının meydana geldiği bölge.....	24
Resim 4.3. 2008, 2009 ve 2010 yıllarında Ankara’da bölge gruplamasına göre, açık havada, cadde üzerinde en çok trafik kazasının meydana geldiği bölge.....	28
Resim 6.1. YSA eğitimi için Excel formatında örnek veriler	55
Resim 6.2. MATLAB eğitim ve test kodlaması.....	56
Resim 6.3. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı şeması	57
Resim 6.4. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı başarı grafiği	58
Resim 6.5. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı eğitim durumu grafiği	59
Resim 6.6. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı hata grafiği	60
Resim 6.7. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı regresyon grafiği (LM algoritması için)	61
Resim 6.8. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı regresyon grafiği (GDM algoritması için)	62
Resim 6.9. MATLAB yazılımında 10 20 ağırlıklı LM algoritması eğitim sonuçları	64
Resim 6.10. MATLAB yazılımında 10 20 ağırlıklı LM algoritması test sonuçları	64
Resim 6.11. MATLAB yazılımının Visual Studio ile entegrasyonunu sağlayan ara yüzü	65
Resim 6.12. KÖYSAM uygulama ara yüzü, başlangıç formu	66
Resim 6.13. Web sayfasına gömülü Google Dünya Haritası başlangıç kodları	68
Resim 6.14. Güzergâh giriş çerçevesi	69
Resim 6.15. Google Haritası güzergâh çizgisi.....	70

Resim	Sayfa
Resim 6.16. Güzergâh üzerindeki noktaların hesaplandığı Javascript kodlaması	70
Resim 6.17. YolTarifi fonksiyonunun Javascript kodlaması	71
Resim 6.18. Google uygulamasından gelen alternatif güzergâhlar örneği	72
Resim 6.19. Belirlenen güzergâh üzerinde rastgele seçilmiş noktalar ve bölgeleri	73
Resim 6.20. Risk analizi için parametre giriş çerçevesi	73
Resim 6.21. MATLAB Risk Testi kodları.....	74
Resim 6.22. Güzergâh üzerindeki noktaların risk değerleri için örnek.....	75
Resim 6.23. Güzergâh üzerindeki noktaların harita üzerinde gösterimi	75

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
d	Ölü sayısı
i	Yaralı Sayısı
j_c	j konumundaki kazaların sayısı
k	Ölü sayısı puanlama katsayısı
m	Yaralı sayısı puanlama katsayısı
r	Risk puanı
Δ	Bir noktanın riskli sınıfına dâhil edilebilmesi için belirlenen eşik değeri

Kısaltmalar	Açıklama
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
HTML	Hyper Text Markup Language (Zengin Metin İşaret Dili)
GPS	Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
KÖYSAM	Kazaları Önlemede Yapay Sinir Ağı Modeli
MATLAB	Matrix Laboratory
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Yapılan araştırmalar ülkemizde artan nüfus ve araç sayısı ile birlikte ölümlü ve yaralanmalı bir trafik kazasına karışma olasılığının her geçen gün arttığını göstermektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2014 yılında yayınladığı istatistiklere göre; 2013 yılında 1 046 048'i maddi hasarlı, 161 306'sı ölümlü veya yaralanmalı olmak üzere 1 207 354 trafik kazası meydana gelmiş, bu kazalarda 3 685 kişi yaşamını yitirmiş, 274 829 kişi yaralanmıştır (Çizelge 1.1) [1].

Çizelge 1.1. Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı'ndan alınan verilere göre Türkiye İstatistik Kurumu'nun yayınladığı "Yıllara göre kaza, ölü ve yaralı sayıları"

Yıl	Toplam kaza sayısı	Maddi hasarlı kaza sayısı	Ölümlü, yaralanmalı kaza sayısı	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2002	439 777	374 029	65 748	4 093	116 412
2003	455 637	388 606	67 031	3 946	118 214
2004	537 352	460 344	77 008	4 427	136 437
2005	620 789	533 516	87 273	4 505	154 086
2006	728 755	632 627	96 128	4 633	169 080
2007	825 561	718 567	106 994	5 007	189 057
2008	950 120	845 908	104 212	4 236	184 468
2009	1 053 346	942 225	111 121	4 324	201 380
2010	1 106 201	989 397	116 804	4 045	211 496
2011	1 228 928	1 097 083	131 845	3 835	238 074
2012	1 296 634	1 143 082	153 552	3 750	268 079
2013	1 207 354	1 046 048	161 306	3 685	274 829

Teknolojinin ilerlemesi, dünya nüfusunun hızlı artışı gibi etkenler şehir içi trafiğinin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Trafiğin artmasıyla birlikte bu konudaki sorunlarda hızlı bir artış göstermektedir. Trafik kazaları ve trafik güvenliği bu sorunların başında gelmektedir. Ülkemizde çok sayıda ölüm ve yaralanmalara sebep olan kazalar genellikle bazı kritik noktalarda daha sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Bu kritik noktaların tespit edilmesi ve buna yönelik sistemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında; 2008, 2009 ve 2010 yıllarında Ankara ili sınırları içinde meydana gelen kaza tespit tutanakları temel alınarak belirli noktalar için risk analizi yapılması planlanmıştır. Risk analizi sonucunda, olası kaza yerlerinin tespiti için Google Maps ile entegre çalışan bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Ankara Emniyet Genel Müdürlüğünden alınan veriler öncelikle tek bir tabloda toplanmış ve metin olarak verilen bilgiler kodlara çevrilmiştir. Bu işlem yapılırken 2010 yılı verilerde uyumsuzluk sorunuyla karşılaşmıştır. Kazaları ve kazaların detaylarını oluşturan tabloda diğer tablolardan farklı olarak bilinmeyen türde bir kodlama kullanıldığı anlaşılmıştır. Sorun giderildikten sonra bütün tablolar birleştirilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Çalışmada, modelleme için MATLAB R2013a yazılımı ücretsiz öğrenci sürümü (www.mathworks.com) kullanılmıştır. Yüksek bir tahmin başarı oranına sahip olduğu düşüncesiyle bu yazılımdaki “Levenberg-Marquardt” öğrenme algoritması tercih edilmiştir. Risk kriterleri oluşturulduktan sonra bu algoritma kullanılarak eğitim ve test süreçlerinden geçirilmiş verilerin, yüksek doğrulama oranına sahip olması sağlanmıştır. Çalışma kapsamında Google Maps teknolojisinin harita gösterme, harita üzerine marker ekleme ve harita üzerinde rota hesaplaması özelliklerinden faydalanılmıştır (www.google.com/maps/preview).

Kazaların önceden tespit edilmesinin mümkün olmadığı açıktır ancak elde edilen verilerden yola çıkarak bir yapay sinir ağı oluşturup olası kaza risklerini tahmin etmek mümkün gözükmemektedir. Verilerde; kazanın koordinatları, ölü yaralı sayısı, ay, gün, yıl ve hava şartları gibi bilgiler önemli veriler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu veriler bilgisayar ortamında “eğitim algoritması” içine konulduğunda riskin olup olmadığına dair bulgular elde edilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yapay zekâ tekniklerinden Yapay Sinir Ağı (YSA) oluşturarak Ankara ilindeki riskli bölgelerin tespit edilmesi ve alternatif güzergâhların belirlenmesi konusuyla ilişkili olan tez çalışmaları ve makale özetleri aşağıda sunulmuştur:

M. A. Çelik tarafından yapılan tez çalışmasında; kullanımı gittikçe yaygınlaşan “Akıllı Trafik Sistemleri” incelenmiş, birçok farklı sistemin özelliklerinden ve faydalarından bahsedilmiş, bu sistemlerin Türkiye ve diğer ülkelerdeki kullanımları örneklendirilmiştir. Bu genel değerlendirmeyi takiben, trafik güvenliği kavramı ve aşırı hız sonucu meydana gelen trafik kazaları üzerinde durulmuş, aşırı hızın kazalara olan etkisi irdelenmiştir [2].

H. K. Özkan tarafından yapılan tez çalışmasında; kaza noktalarının kendi arasındaki ilişkiyi (oto korelasyon), mekansal sınıflar ve kazaların yol ağı ile olan ilişkisini sorgulayabilmek için, trafik kazalarının mekansal analizinde kullanılacak bir metot geliştirilmiş ve metoda uygun bir yazılım (Span) üretilmiştir. Geliştirilen yazılım; düzlem ve yol ağı üzerinde nokta desen analizlerini gerçekleştirebilmekte, en yakın komşu indeksi, küresel, çapraz ve yerel K değerlerini hesaplayabilmektedir. Yazılım, birim testlerini takiben gerçek veriler ile Ankara Batıkent bölgesinde meydana gelen trafik kazalarının mekânsal özelliklerinin dönemsel farklılıklarını belirlemek üzere test edilmiştir. Bu test sonuçları ile Batıkent bölgesinde okul çevresinde alınan trafik tedbirlerinin kazaların dağılımı üzerindeki anlamlı etkisi olduğu bulunmuştur [3].

E. Doğan tarafından yapılan tez çalışmasında; Türkiye’de trafik kazaları sonucu meydana gelen yaralı ve ölü sayılarını tahmin etmek için geliştirilen modeller anlatılmaktadır. Bu çalışmanın esas hedefi; nüfus ve motorlu araç sayıları bilgilerini kullanarak, regresyon analizi, YSA, GA (Genetik Algoritma) metotlarını kullanarak Türkiye’nin Adana, Ankara, Antalya, Bursa, İçel, İstanbul, İzmir ve Konya illerinde gelecekte meydana gelmesi muhtemel trafik kazalarının sayısının ve bu kazalar neticesinde oluşacak yaralı ve ölü sayılarının çeşitli metotlarla tespit edilmesidir. Böylece, elde edilen bu tahminler, trafik güvenliğini arttıracak yeni planların tespit edilmesine katkı sağlayacaktır. Çalışmanın bir diğer amacı da, bu

modeller geliştirilirken kullanılacak; regresyon analizi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma yöntemlerinin bir karşılaştırmasını ortaya koymaktır [4].

T. Söylemezoğlu tarafından yapılan tez çalışmasında, karayolu trafik güvenliğinin sağlanmasında coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımının önemini ortaya koymak ve trafik kazalarının özelliklerinin belirlenmesi ile alınacak önlemler açısından sağlayacağı faydaları irdeleyerek ölümlü ve yaralanmalı kazaların azaltılması veya belirli bir sayının altına düşürülmesi için gerekenleri tespit etmek amaç edinilmiştir. Kaza kara noktalarının kısa zamanda ve doğru şekilde tespiti, sonuçların yorumlanması ve uygulama geliştirilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmıştır [5].

A. Bilim tarafından yapılan tez çalışmasında; Konya şehrindeki trafik kazalarının azaltılması için çalışma yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında Konya şehir içinde 2004 ve 2005 yıllarında meydana gelen trafik kaza istatistikleri analiz edilmiştir. İkinci aşamasında ise Konya halkının şehir trafiğine ve trafik kurallarına bakış açısını belirlemek için bir anket çalışması yapılmıştır. Daha sonra Konya şehir içinde en çok kaza olan ilk 10 bölge tespit edilerek bu bölgelerde neden fazla kaza olduğunu belirlemek için bir takım analiz ve gözlemler yapılmıştır. Bu verilere göre de bu bölgelerde oluşan trafik kazalarını en aza indirebilmek için yapılması gereken tespitler sunulmuştur. Son olarak da elde edilen veriler yorumlanarak Konya şehir içinde meydana gelen kazaların azaltılması yönünde neler yapılabileceği konusunda değerlendirmeler ve öneriler verilmiştir [6].

E. Atılğan tarafından yapılan tez çalışmasında; veri madenciliğini olabildiğince kapsamlı bir şekilde ele alınarak, ülkemizde hala önemli bir sorun olan, her geçen gün insanlarımızın hayatını kaybettiği trafik kazaları incelenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında trafik kazasında sürücüler ve yayaların kaza sonrasındaki durumuna etki eden faktörler, anlaşılması diğer yöntemlere göre daha kolay olan karar ağacı yöntemleri ve denetimsiz öğrenme yöntemlerinden olan birliktelik kuralları ile incelenmiş ve sonuçları tartışılmıştır. Karar ağacı yöntemlerinden C5.0, Chaid, Quest, C&RT modelleri uygulanarak model değerlendirme ölçülerine göre en uygun model belirlenmeye çalışılmıştır [7].

H. Bulak tarafından yapılan tez çalışmasında; Mersin ili şehir merkezinde meydana gelen trafik kazalarının sıklığı ve etken olan faktörlerin nelerden oluştuğu irdelenmiş ve Mersin şehir merkezinde en fazla trafik kazalarının meydana geldiği bölgeler belirlenerek, kazaların genel bir istatistiksel değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu bölgelerde kazaya sebep olan unsurlar araştırılıp, değerlendirilerek meydana gelen trafik kazası miktarlarının nasıl azaltılabileceği konusunda bilgiler verilmiştir. Bu çalışmada amaç Mersin ili şehir merkezindeki 2006 – 2009 yılları arasındaki meydana gelen trafik kazalarının incelenmesidir [8].

A. K. Beğen tarafından yapılan doktora tezinde; Türkiye'nin üç önemli illerinden olan Kayseri, Sivas ve Yozgat'ta 2003-2007 döneminde il sınırları içinde meydana gelen trafik kazalarının analizi yapılmıştır. Bu amaçla her ilden yaklaşık 700'er adet olmak üzere toplam 2 130'a yakın kaza tutanakları incelenmiştir. Çalışmanın daha sağlıklı olması için kaza tutanaklarındaki tüm veriler (anket tarzında hazırlanmış) düzenli bir şekilde bilgisayar ortamına aktarılmış ve bu veriler değerlendirilmiştir. Kazaya sebep olan faktörler tek tek ele alınarak incelenmiştir. Bu verilerde kazaya karışan sürücü, yolcu, araç ve aracın niteliği yol ve çevre ile ilgili geniş ve detaylı bilgi yer almaktadır. Daha sonra derlenen bu bilgiler istatistikî olarak analiz edilmiş ve son olarak öngörülerde ve tahminlerde bulunmak maksadı ile Lojistik regresyon tekniği uygulanarak bir dizi sonuç elde edilmiştir [9].

M. Özgenel tarafından yapılan yüksek lisans tezinde; çeşitli ülkelerdeki katılım denetimi (sürekli tıkanıklığı önlemeye yarayan akıllı ulaşım sistemlerinden biridir) durumlarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması yapılmış ve trafik akımının asal ve türetilmiş değişkenleri anlatılmıştır [10].

F. T. Kibar tarafından yapılan yüksek lisans tezinde; karayolu güvenliğinin sağlanmasında kazalara neden olan faktörlerin incelenerek bu faktörlerin birbiriyle ilişkilerini içine alan kaza tahmin modelinin oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışmanın birinci kısmında; genel bir giriş yapıldıktan sonra, tezin amaç ve kapsamı anlatılmış, tez konusu ile ilgili kaynak araştırmasına yer verilmiştir. Sonrasında, ulaştırma hakkında genel bilgiler, ülkemiz ulaştırma tercihi ve bu tercihin doğurduğu sorunların neler olduğuna değinilmiştir. Karayolu güvenliği ve

karayolu güvenliğini sağlanması için alınabilecek önlemler anlatılmış, trafik kazalarının etken bileşenleri ile kaza tahmin modellemesi yapılması için kullanılan istatistiksel yöntemler ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında ise; Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu'nun Beşikdüzü ilçesinden Of ilçesine kadar olan 010-21 ve 010-22 kontrol kesim numaralı, 113,5 kilometrelik karayolu kesimi üzerindeki, 5 yıllık (2002, 2003, 2004, 2006 ve 2007 yılları) trafik kaza verileri alınmış ve bu kesimlerin trafik ve yol karakteristikleri belirlenerek toplam kazalar için bir kaza tahmin modeli oluşturulmuştur [11].

M. Alkan tarafından yapılan doktora tezinde; "Tehlike Erken Uyarı Modeli" (TEUM) ile olası trafik kazalarının önlenmesi, dolayısıyla olası trafik kazalarındaki yaralanma ve sakatlanmaların azaltılması amacı ile Trafik Kaza Analiz Programı (TKAP) geliştirilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen TKAP uygulamasında Ankara ili, belediye hudutları dışında 2000-2004 yılları arasında vuku bulan toplam 15 689 kaza analiz edilerek, 2005 yılı kazaları tahmin edilmiştir. Uygulamadan elde edilen sonuçlara göre, TEUM'un trafik kazaları üzerindeki tahmin hassasiyetinin oldukça yüksek bir düzeyde olduğu anlaşılmıştır [12].

S. Erdoğan tarafından yapılan çalışmada; elle yazılan kaza raporlarının verisini çizelgeye aktaran bir sistem geliştirilmiştir. Bu sisteme göre Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak harita üzerinde karayolları işaretlenerek Afyonkarahisar il sınırları içindeki sorunlu bölge, Kernel Density analizi ve tekrarlanabilirlik analizi denen iki farklı yöntem ile araştırılmış ve belirlenmiştir. Daha sonra, bu sorunlu bölgedeki kaza koşulları incelenmiş ve bu iki yöntemle belirlenen sorunlu bölgelerin gerçekten çapraz yollar, kavşaklar gibi sorunlu yerleri yansıttığı anlaşılmıştır. Önceki çalışmaların çoğu CBS'yi yalnız kaza yerini gösteren görsel araç olarak tanıtmıştı. Oysa bu çalışmayla, istatistiksel analiz yöntemleri ile Türkiye'deki sorunlu bölgelerin tespiti ve kaza analizi için CBS, bir yönetim sistemi olarak kullanılmıştır [13].

J. Wua ve arkadaşları tarafından yazılan makalede, formlardaki bilgiyi işlemek amacıyla sentezleme ve finansmanı kullanan bir yöntem sunulmaktadır. Makaleye göre form-tabanlı karar destek sistemleri, karar vermede bilgiyi sunmak için

formları kullanan özel bilgi sistemleri türüdür. İşyerlerinde bilgiyi toplamak ve yaymak için kullanılan kâğıt formlar kullanıcının bilgi ihtiyaçlarını ortaya çıkaran doğal kaynaklardır. Yönetim bilgi sistemleri gibi kullanıcı dönüşümlü sistemler de bilhassa faydalıdır. Oluşan sistem, karar vermeye yararlı bilgisayar tabanlı formların esnek bir şekilde oluşum ve değişimine izin vermektedir. Prototip bir sistem makalede ayrıntılı olarak açıklanmıştır [14].

S. Contini ve arkadaşları tarafından yazılan makalede; modern bilgi teknolojileri ve coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak başlıca kaza risklerinin kontrolü tartışılmaktadır. Bu amaçla ASeveso IIB Talimatlarının en son düzenlemelerinden kısaca bahsedilmiştir. Bu düzenlemeler daha şeffaf yöntemleri ve karar-almayı gerektirdiğinden, ayrıca halka açık yer-kullanımına ve şehir dışı acil durum planlamasının yapılmasına ihtiyaç duymuştur. Dolayısıyla, yeni talepler bazı araçların geliştirilmesine neden olmuştur. Tehlike kaynaklarının haritalanması, risk idaresi, risk değerlendirmesi ve acil durum planlaması ile uğraşan bu araçların temel özellikleri tartışılmış ve örnekler verilmiştir. Bundan başka, eğer uygun bir şekilde tasarlanırlarsa, bu araçların kullanımının riskli işlerde uzlaşa sağlayarak üreticiler, yetkililer ve halk arasındaki diyalogu arttırabileceği tartışılmıştır. Sonuç olarak bu araçların kullanımındaki sınırlamalar ve geleceğe dair gelişimleri tartışılmıştır [15].

A. Feeldersa ve arkadaşları tarafından yazılan makalede; veri madenciliği işlemindeki farklı aşamalar açıklanıp bazı tuzaklarını ve bu tuzaklardan korunmanın yolları tartışılmıştır. Bu makaleye göre analiz etmek daha önemli olmasına rağmen, veri seçimi ve ön-işleme en fazla zaman tüketen faaliyetlerdir ve nihai başarıdaki en önemli etkenlerdir. Başarılı veri madenciliği projeleri; veri madenciliği uzmanlığına, şirket verisine ve konuyla ilgili nesnelerin katılımına ihtiyaç duyar. Tamamen otomatik bir veri analizi önerilmesine rağmen, verinin arkasındaki işlem bilgisi, çoğu veri madenciliği tuzaklarından sakınmada vazgeçilmezliğini korur [16].

S.S. Durduran'ın makalesinde, temelinde trafik kazalarının otomatik olarak tahmin edilmesi olan bir karar verme sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem oluşturulurken; trafik kazalarının önceden tahminin ne kadar önemli olduğu anlatılmış, gün,

sıcaklık, nem, hava şartları ve kazanın olduğu ay gibi niteliklerin olduğu bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) yardımıyla, çevre ve iklim şartlarına bağlı olarak risk faktörlerinin tanımlandığı, Konya-Afyonkarahisar karayolundaki motorlu araç kazalarını kapsayan, ilişki-tabanlı nitelik seçimi, vektör makinesi destekli (VMD) sınıflama algoritması ve yapay sinir ağları (YSA) temeline dayalı trafik kazalarını tahmin eden bir karar verme sistemi (KVS) önerilmiştir. Motorlu araç kazalarının olduğu yerler Trafik Bölge Şubeleri tarafından kaydedilen trafik kaza raporlarının ArcGIS 9.0 yazılımındaki dinamik bölümlleme işlemi ile hesaplanmıştır. Bu Karar Verme Sisteminde, ilk olarak, Gün, sıcaklık, nem, hava koşulları ve ay olmak üzere 5 nitelikli trafik kazaları veri setlerinin nitelik sayısı Korelasyon Temelli Özellik Seçimi (KTÖS) kullanılarak 1'e düşürülmüştür. KTÖS metoduyla beş nitelik ile çıktılar arasındaki korelasyon katsayıları, en yüksek korelasyon katsayısına sahip olan nitelik alınarak seçilmiş ve hesaplanmıştır. İkinci olarak, tek nitelikli trafik kazası olayları SVM ve ANN modelleri kullanılarak kazalı veya kazasız sınıflandırılmıştır. Karar-verme sistemi önerisi ANN sınıflayıcısıyla %61,79 tahmin hassasiyetiyle, RTF (Radyal Temelli Fonksiyon) ile VMD kullanılarak % 67,42 tahmin hassasiyetiyle elde edilmiş ve bu sonuçlar önerilen Karar-verme sisteminin gerçek trafik kazalarının tahmininde kullanılabileceğini göstermiştir [17].

3. TRAFİK KAZALARI VE SEBEPLERİ

3.1. “Trafik Kaza” Tanımı

Trafik kazalarının tanımları tüm ülkelerde evrensel bir tanıma sahiptir ve neredeyse birbirlerinin aynısıdır. T.C. Karayolları Trafik Kanunu’ndaki tanım şu şekildedir: “Karayolları üzerinde hareket halinde olan, bir veya birden fazla aracın karıştığı ölüm, yaralanma veya maddi zararlar sonucunda meydana gelen olaya trafik kazası denir”. Bu tanımdaki “kaza” terimi farklı biçimlerde tanımlanmakta ve algılanmaktadır. Eğer bu terimi doğru şekilde açıklayabilirsek kazaların önlenmesi için gerekli tedbirlerin hemen hemen tamamının alınmaması için hiçbir sebep yoktur. Ulusal ya da uluslararası tanımlamaların hepsinde kazanın tanımı şu şekildedir: “Gerçekleşmesi önceden bilinmeyen, tahmin edilmeyen veya planlanmayan bir zamanda meydana gelen, can ve mal kaybına sebep olan olaya kaza denir”. Kaza olduktan sonra geri dönüşü mümkün olmadığı için “olan oldu” düşüncesiyle işi oldubittiye getirmek genelde yaygın bir yaklaşımdır. Genel yaklaşım böyle olunca trafik kazaları için de önlem almanın mümkün olmadığı ve ancak batıl önlemlerle korunabileceğimiz gibi bir sonuca ulaşılmaktadır. Mistik veya anlamsız yaklaşımlarla kazaların tanımı yapmak yerine bilimsel ve somut tanımlar yapmak daha yerinde olur. Örneğin bu metinlerde kazanın; “bilinen yanlış davranış ve ihmaller veya nedenler zincirinin son halkası olup, daha önce alınacak önlemler ile kaçınılabılır ve korunabilir bir olaydır” şeklinde tanımlanması daha doğrudur. Bu tanım başta trafik kazaları olmak üzere bütün kazalar için geçerlidir. Bu tanımın dışına çıkarsak olay mistik nitelikler kazanmaya başlayacak ve “olan oldu, yapacak bir şey yok” yaklaşımının yerleşmesine sebep olacaktır. Oysa olaya yukarıda verdiğimiz bilimsel tanımla yaklaşırsak “trafik kazaları, faktörler paketinin hazırladığı olasılığın bir sonucudur” şeklinde ele alınacak ve kaza olasılığını hazırlayan faktörlere karşı önlem alınması sonucunu doğuracaktır. Böylece trafik kazalarının sebepleri yok edilirse kazalardan korunabileceği veya kaçınılabileceği sonucuna varılacaktır.

Daha özet bir anlatımla, genelde kazalara; özelde ise trafik kazalarına neden olan faktörlerin azaltılmasına koşut olarak, kazalar azaltılabilir ve hatta giderekten yok edilebilir. Burada önemli olan, sonuç değil, bu sonucu doğuran nedenlerdir.

Yapılması gerekir; kaza olasılığını hazırlayan faktörlerin, önceden saptanarak, yok edilmesidir. Böylece, faktörler tek tek elimine edilerek o faktörün neden olduğu kazalar da yok edilir [18].

3.2. Trafik Kazalarının Genel Nedenleri

Birleşmiş Milletler Örgütü 179 ülkenin yol güvenliği ile ilgili birimlerinin bağlı olduğu bakanları ve heyetlerini “yol güvenliği ve çevre” alanında önlemler almak konusunda 19-20 Kasım 2009 tarihinde Moskova’da “Küresel Yol Güvenliği Bakanlar Konferansı” düzenlendi. Müzakereler sonunda gelecek on yıllık eylem planının bildirgesi katılanlar tarafından kabul edildi.

Moskova toplantısında deklare edilen ve önlem alınması gereken trafik kaza nedenleri öncelik sırasına göre şöyle tespit edildi [19].

- Hız
- Emniyet kemeri
- Cep ve araç telefon
- Alkol
- Kask
- İlk yardım

3.2.1. Hız

Trafik kazalarının meydana gelmesinde yaklaşık üçte bir orana sahip olan neden hızdır. Moskova toplantısında deklare edilen istatistiklere göre hızı %5 arttırmak demek ölümlü kaza oranını %20 arttırmak demektir [19]. Hızda her 1 km/saatlik artış ölümlü kaza riskini %5 artırır. Dünya ülkelerindeki yasal hız limitlerinden birkaç örnek vermek gerekirse:

- Yol altyapısı iyi olan ve sürücü bilinci yüksek olan Almanya, Avusturya, İngiltere, Avustralya, Yeni Zelanda 100 km/h.
- Yol altyapısı iyi olmayan ve sürücü bilinci düşük olan Endonezya, Ekvator,

Fas, Kenya, Nikaragua, Şili, Güney Afrika, Suudi Arabistan 100 km/h.

- Yol altyapısı iyi olmayan ve sürücü bilinci düşük olan Arjantin, Kongo 110 km/h.
- Yol altyapısı iyi olmayan ve sürücü bilinci düşük olan Ürdün, Umman, Botswana, Namibya 120 km/h.

Ülkemizde bölünmüş yollarda hız limitinin 110 km/saat ve %10 toleransla birlikte 121 km/h'tir [19].

3.2.2. Emniyet kemeri

Emniyet kemeri ölümleri %40 - %65 oranında azaltıyor. Emniyet kemeri kullanmayan sürücüler ve yolcular ya araçtan fırlayarak ya da ön cama çarparak yaşamını yitiriyor. 50 km/h hızda ani duruş 75 kg ağırlığındaki insanın çarpma ağırlığını 30 misli artırıyor (2 ton 250 kg) [19].

3.2.3. Cep telefonu

Araç sürerken cep telefonu ile konuşma halinde kaza olasılığı dört kat artıyor. Sürücünün refleks süresi %18 azalıyor ve bu da duruş mesafesini uzatıyor. Direksiyonu tek elle kullanmak kontrolü %25 zayıflatıyor. Araç kiti veya kulaklık kullanılsa dahi dikkat dağılımı kazaya neden oluyor.

İngiltere'de Transport Research Laboratory tarafından gerçekleştirilen deneylerde saatte 60 km ile giden bir aracın sürücüsünün ani durması gerektiğinde fren yapma mesafesinin normal durumda 31 metre, alkollü ise 35 metre, kulaklıklılı cep telefonu ile konuşuyorsa 39 metre, telefonu elinde tutarak konuşuyorsa 45 metre olduğu saptanmıştır [19].

3.2.4. Alkol

Yol güvenliğinde alkollü araç sürmenin riski tartışma konusu dahi edilemez.

Ancak ülkeden ülkeye farklılıklar olduğu görülüyor. Kandaki yasal azami alkol miktarı İsveç'te 0.000 promil iken, bu limit Türkiye'de 0.050 promil, Afrika ülkelerinde 0.080 promildir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün bir çalışmasında Orta Amerika ülkelerinden birisinin temsilcisi bir eyaletin limiti 0.200 promile çıkardığını ve yöneticileri zorla ikna ederek bu oranı 0.100 promile indirtibildiklerini ifade etmiştir [19]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun verilerine göre gerçekleşen ölümlü trafik kazalarının büyük bir bölümü alkollü araç kullanmaktan ötürü gerçekleşir. Amatör sürücüler için belirlenen yasal üst sınır olan 0.5 promil'i aşmamak için 70 kg ağırlığındaki bir kişinin bir defada alabileceği alkol miktarı 20 gr (25 ml)'dir.

Yapılan araştırmalarda kan alkol düzeyinin 1 saatte %12-20 mg azaldığını ortaya koymuştur. Adli vakalarda Adli Tıp Kurumu 5. İhtisas Kurulunca bu bilgiler göz önüne alınarak kan alkol düzeyinin 1 saatte ortalama %15 mg azaldığı kabul edilmektedir [40].

Karayolları Trafik Kanununda; alkollü içki, uyuşturucu veya keyif verici maddelerin etkisi altında araç sürme yasağı 48. maddede yer almaktadır.

3.2.5. Kask

Avrupa ülkelerinde motosiklet kullanımı çok yaygındır. Bu iki tekerlekli motorlu araçlarda kask kullanılması zorunlu hale getirilmiştir ama kazalardaki ve ölümlerdeki payı yüksektir. Bu sebeple kask konusu on yıllık eylem planına alınmıştır. Bugün Türkiye'de 2,5 milyon motosiklet yollara hareket halinde. Maalesef çoğunluğu kask kullanmamakta ve kaza riski bilincine sahip değil. Otomobillerdeki emniyet kemeri ne ise motorlardaki kask aynı özellikleri taşır. Her iki aracın tek amacı vardır, kaza ya da başka durumlarda ortaya çıkacak olası tehlikelerde insanı mümkün olduğunca yaralanma ve sakatlıklardan en üst düzeyde korumak. Koruma amaçlı yapılmış her araç üzerinde yıllarca çalışılarak gelişmiş teknolojilerdir [38].

3.2.6. İlk yardım

Herhangi bir hastalık veya kaza sonucu sağığı tehlikeye girmiş bir kişiyeye, durumunun kötüleşmesini önlemek amacı ile ilaçsız olarak yapılan müdahaleye İLK YARDIM denir. İlk yardım öteden beri üzerinde önemle durulan bir konudur. Trafik kazalarında ölümlerin %10 u ilk 5 dakikada, %50 si ilk 30 dakikada olur. 30 dakika içinde bir hayat kurtarmak mümkündür. Bunun için insanların suni teneffüs ve kalp masajı uygulamasını iyi öğrenmeleri zaruridir [39].

3.3. Türkiye’de Trafik Kazaları

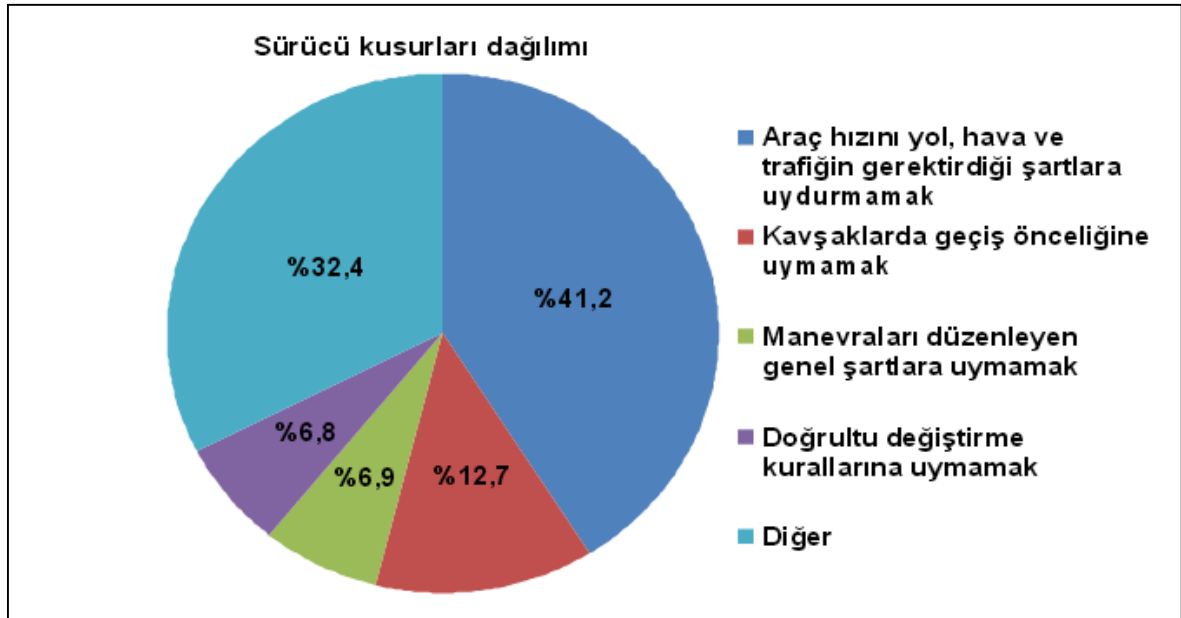
Yıllardan beri istatistikler, trafik kaza sıklığını sayısal veri olarak ortaya koymuş; ancak, rakamlar trafik güvenliğinin sağlanmasına yönelik bilinçli ve somut girişimlerde bulunulması için bir fırsat yaratmamıştır. Bilindiğı gibi trafik, belli başlı üç unsuru kapsamaktadır: Yol, araç ve yol kullanıcıları. Türkiye’de günümüze kadar yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak, bu unsurlardan ikisi üzerinde durulmuş ve çoğunlukla da mühendislik açısından değerlendirmeye gidilmiştir. Oysa trafiğın en önemli unsuru olan “insan” üzerinde ülkemizde pek çalışma yapılmamış, kazaların % 90’ının insan hatasından kaynaklandığı yönündeki bilgi, çeşitli panel ve toplantılarda çok sık yinelenmekle birlikte, insan faktörünün etkileri üzerine bir tanımlama ve değerlendirme yapılmamıştır.

Emniyet Genel Müdürlüğü(EGM) ve Jandarma Genel Komutanlığının(JGnK) idari kayıtlarından derlenen ve Resmi İstatistik Programı (RİP) kapsamında TÜİK tarafından yıllık olarak yayımlanan Karayolu trafik kaza istatistiklerine ilişkin verilere göre; Türkiye’de 2013 yılında meydana gelen 161 306 adet ölümlü yaralanmalı trafik kazası sonucunda 3 685 kişi hayatını kaybederken 274 829 kişi ise yaralanmıştır (Tablo 1.1). Ölümlerin %37,2’si, yaralanmaların %66,7’si yerleşim yeri içinde gerçekleşirken ölümlerin %62,8’i, yaralanmaların ise %33,3’ü yerleşim yeri dışında olmuştur. Bu istatistiklere göre Türkiye karayolu ağında 2013 yılında gerçekleşen trafik kazalarında ölen kişilerin %42,8’i sürücü, %39,5’i yolcu, %17,7’si ise yayadır. Trafik kazalarında ölenler ve yaralananlar cinsiyetlerine göre incelendiğinde ise ölenlerin %77’sinin erkek, %23’ünün kadın, yaralananların ise %70,2’sinin erkek, %29,8’inin kadın olduğu görülmektedir. TÜİK’in

İstatistiklerindeki ölü sayıları trafik kazasının olduğu yerde tespit edilen ölümleri kapsamaktadır. Toplam kaza sayısına tarafların kendi aralarında anlaşarak tutanak düzenledikleri maddi hasarlı kazalar da dâhil edilmiştir.

Türkiye karayolu ağında 2013 yılında ölümlü yaralanmalı trafik kazasına karışan toplam 251 729 taşıtın %50,3'ü otomobil, %16,2'si motosiklet, %16,1'i kamyonet, %5,7'si kamyon %3,2'si minibüs, %2,9'u otobüs ve %5,6'sı diğer taşıtlardan oluşmuştur.

İstatistiklere göre, Türkiye'de 2013 yılında meydana gelen 161 306 ölümlü yaralanmalı kazanın aylara göre dağılımına bakıldığında Ağustos ayı %11,3 pay ile en fazla kazanın meydana geldiği ay olurken Şubat ayı %5,7 pay ile en az kazanın meydana geldiği ay olduğu gözükmemektedir. Haftanın günlerine göre bakıldığında ise en fazla ölümlü yaralanmalı kazanın %15 pay ile Cumartesi günü olduğu görülmektedir. Türkiye karayolu ağında meydana gelen 161 306 ölümlü yaralanmalı kazanın %66,6'sı gündüz, %30,3' ü gece ve %3,1'i alacakaranlıkta olmaktadır [36].



Şekil 3.1. TÜİK verilerine göre 2013 yılında Türkiye genelinde meydana gelen trafik kazalarında sürücü kusurları dağılımı

Türkiye'de 2013 yılında ölümlü veya yaralanmalı trafik kazasına neden olan

toplam 183 030 kusura bakıldığında kusurların %88,7'sinin sürücü, %9'unun yaya, %1'inin yol, %0,9'unun taşıt ve %0,4'ünün yolcu kaynaklı olduğu görülmektedir. Sürücü kusurlarının %41,2'sini "Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak" oluştururken bunu %12,7 ile "Kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak" izlemektedir (Şekil 3.1) [20].

4. ANKARA'DAKİ ŞEHİR İÇİ TRAFİK KAZALARININ İNCELENMESİ

Ankara'daki trafik kazalarını analiz etmek için Ankara Emniyet Müdürlüğünden önceki yıllara ait kaza verileri temin edilmiştir. Bu bölümde önce verilerin yapısı açıklanmış daha sonra ise veritabanı sorgulamaları ile kazalara ait istatistiklere yer verilmiştir.

Ankara Emniyet Genel Müdürlüğü'nden edinilen veri tabanı MS Access'te saklanmış 2008, 2009, 2010 yıllarında yaşanmış trafik kazalarına ve bu kazaları yaşayan sürücü bilgilerine yer vermektedir. Ancak 2010 yılı verilerinin şifreli oluşu bu verileri kullanmayı mümkün kılamamıştır. Edinilen veri tabanında belirtilen 3 yıla ait 3 adet kaza tablosu bulunmaktadır. Bu tablolarda DSO_Kaza2008 tablosunda 8 897; DSO_Kaza2009 tablosunda 9 740; DSO_Kaza2010 tablosunda ise 9 989 farklı kazaya ait veriler bulunmaktadır. Proje veritabanı Ek-1'deki gibi sayısal ifadelerle çevrilmiştir.

Bu tabloda yer alan niteliklere ilerleyen bölümde yer verilmiştir.

Kaza Numarası: Nümerik değerlerden oluşan; kazaları özellikli olarak birbirinden ayırmak için kullanılan birincil anahtar türündeki nitelik Kaza_ID olarak isimlendirilmiştir. Kaza ve sürücü bilgileri tablolarının ilişkilendirilmesi ve bir tabloda birleştirilmesi aşamasında kullanılmıştır.

Kazanın Gerçekleştiği İl: Kazanın yapıldığı ilin plaka kodunu içeren Kaza_IL niteliği sayesinde Ankara iline ait olan kazalar ayıklanabilmiştir.

Kazanın Gerçekleştiği Tarih: Kaza_TARİH niteliği kazanın gerçekleştiği tarihi "yılaygün" formatında bir karakter dizisi olarak kaydeder. Bu durumun yarattığı karışıklığı önleyebilmek için uygulamada yıl, ay ve gün bilgileri ayrı ayrı tutulan nitelikler haline dönüştürülmüştür.

Kaza Saati: Kaza_SAAT niteliği kazanın gerçekleştiği zamanın ayrıntılarını içermektedir. Yapılan eğitim ve test çalışmalarında 24 saatlik zaman dilimin altışar saatlik dilimlere göre gruplandırılmasının daha uygun olduğu görülmüştür.

Hava Durumu: Kazanın hangi hava şartlarında gerçekleştiği bilgisini tutan Hava_Durumu niteliğinde değerler açık, bulutlu, sisli, yağmurlu gibi değerler almaktadır.

Kaza Yeri: Olayın yaşandığı yerin cadde mi sokak mı park alanı mı olduğu bilgisini tutan niteliktir. Bu nitelik özellikli olarak bir noktayı işaret etmez. Yani hangi caddenin hangi sokağından bahsedilmekte olduğu, bu nitelik ile bulunamaz. Aslında veri setinde kazanın hangi yol üzerinde olduğu bilgisi bulunmamaktadır. Sadece kazanın yaşandığı yerin coğrafi konumuna yer verilmiştir. Bu bilgi çok daha sağlıklı verilere ulaşılmasını sağlamakla birlikte hangi noktanın haritada hangi yol ile örtüştüğü bilgisi edinilemediği için problem yaratmaktadır.

Yol Bölünmüşlüğü: Bir yolun bölünmüş olup olmaması trafik kazalarını ve trafik kazalarından kaynaklı ölü ve yaralı sayısı ile maddi hasarları en çok etkileyen hususlardan bir tanesidir. Çünkü yolun bölünmemişliği halinde kafa kafaya çarpışma olarak tabir edilen trafik kazası türünü tetiklemektedir. Bu duruma şerit sayısındaki azlık da eklenirse yolun tehlikesi gitgide artmaktadır. Bu sebepten yolun bölünmüş olup olmaması niteliği ön işleme işlemlerinde dikkate alınan önemli parametrelerden biri olarak yer almaktadır. Ancak ön işleme aşamalarının ilerleyen kısımlarında bu parametre, çok fazla belirsiz değer aldığı gerekçesi ile yok sayılmıştır.

Kazanın Oluş Türü: Kazaların nasıl gerçekleştiğini ifade eden niteliktir. Bu türlere örnek olarak yandan çarpma, araçtan düşme gibi olaylar verilebilir.

Yolun Yatay Geometrisi ve Yolun Düşey Geometrisi: Yol_Geo_Yatay olarak isimlendirilen nitelik yolun yatayda hangi geometriye sahip olduğunu ifade eder. Yol_Geo_Dusey olarak isimlendirilen nitelik ise yolun eğimli ile ilgili bilgiler veren parametredir.

Yolun Kavşak Geometrisi ve Yolun Geçit Geometrisi: Yol_Geo_Kavşak olarak isimlendirilen nitelik kazanın gerçekleştiği yerde bir kavşak varsa bu kavşak ile ilgili bilgileri sunar. Yol_Geo_Gecit olarak isimlendirilen nitelik ise kazanın gerçekleştiği yer bir geçide sahipse bununla ilgili bilgiyi sunmaktadır. Bu geçitlere örnek olarak

kontrollü ve kontrolsüz demiryolu geçidi, okul geçidi, yaya geçidi vb. verilebilir.

X Koordinat ve Y Koordinat: X ve Y konumları ile kazanın gerçekleştiği noktanın yeri tam olarak ifade edilir. Bu konumlar coğrafi konumları ifade eder. Bu değerler virgülden sonra 5 dijite kadar hassasiyete sahiptir. Bu durum, kaza yerlerinde aynı noktayı ifade eden verilerin oluşmamasına sebep olduğundan veri önışleme aşamasına geçildiğinde virgülden sonra 1 dijite yuvarlanarak yaklaşık bir ifade bütünü oluşturulmaya çalışılmıştır.

Kaza Sonucunda Ölüm ve Yaralanmalar: Kazada ölen veya yaralanan kişilerin sayısı ayrı ayrı iki nitelik olarak bulunmaktadır.

DSO_SurucuBilgisi2008 tablosunda 14 027; DSO_SurucuBilgisi2009 tablosunda 15 473; DSO_SurucuBilgisi2010 tablosunda 16 063 kayıt bulunmaktadır.

Sürücü bilgilerinin yer aldığı tablolarda var olan nitelikler ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Kaza_ID ve Arac_ID: Kaza_ID niteliği, kaza tablosundaki ile ilişkilendirilmeyi sağlayan "foreign key" niteliğindeki bir parametredir. Araç_ID ise bütün araçlara özel olarak adanmış ruhsat numarası benzeri bir yapıdır.

Araç Cinsi: Uygulamanın, yolun riskini hesaplarken bunu aracın özelliklerine göre yapabilmesi amacıyla veri tabanında araç cinsini tutan nitelik kullanılmaktadır. Bu nitelik aracı özellikli olarak tanıtmaya da motorlu ve motorsuz araçları alt kategorilere ayırarak sonuçların gerçeğe yakın veriler çıkmasını desteklemektedir.

Sürücü Yaşı – Sürücü Cinsiyeti: Sürücünün yaşı parametresi çok kritik olmamakla birlikte çok yaşlı ve çok genç insanlar açısından önem arz edebilen bir niteliktir. Cinsiyet ise yine yaş gibi girdi verileri ile eşleşmede önemli olabileceği düşünülen bir özelliktir. Ancak yaş bilgisindeki sapmalar ve hatalı verilerin (3 yaşında 2000'e yakın sürücü bulunmaktadır) varlığı eğitim aşamaları sonucunda bu niteliğin çıkarılması ihtiyacını doğurmuştur. Daha iyi eğitim sonuçları doğuran bu nitelik gibi eğitim parametrelerinden çıkarılan çok sayıda nitelik bulunmaktadır.

Kaza Sonucu: Kaza sonucu olarak isimlendirilen nitelik sürücünün kaza sonrasındaki sağlık durumu hakkında bilgi verir. Kullanılmasına gerek duyulmamıştır. Çünkü diğer kaza tablolarında bu bilgi işlenmiş ve risk hesaplanılırken kullanılmıştır.

Sürücü Emniyet Kemer: Sürücünün emniyet kemerinin kaza anında takılı olup olmamasını ifade eden parametredir. Ancak veritabanında büyük çoğunlukta belirsiz veriler içerdiğinden ağ eğitiminde kaldırılması tartışılmaktadır.

Sürücü Asli Kusurları: İlgili nitelik iki kolon halinde veritabanında yer alır. Sürücünün kaza halindeki asli kusurlarını inceleyerek yasal yaptırımlarını belirtir. Yolun riskini hesaplamada yasal düzenlemelerin önemli olmadığına karar verilmiş ve nitelikler veritabanından çıkarılmıştır.

Çizelge 4.1. Ankara ilinde 2008 yılında hava durumuna göre kaza istatistikleri

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_SAYISI
06	2008	1-Açık	6 142
06	2008	2-Bulutlu	1 080
06	2008	3-Sisli	39
06	2008	4-Yağmurlu	465
06	2008	5-Karlı	164
06	2008	6-Fırtınalı	14
06	2008	7-Tipili	11

Veritabanındaki alanlardan KAZA_IL, HAVA_DURUMU kriterleri alınarak sorgulama yapıldığında Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi 2008 yılında Ankara ilinde havanın açık olduğu durumlarda en fazla kaza yapıldığı sonucuna varırız. Bu sonuç bize Ankara’da açık havaların kaza yapılması için en uygun hava şartı olduğu sonucuna vardırır. Diğer taraftan sürücüler genelde yolculuk için en çok açık havayı tercih etmiş olabilirler. Ancak tipili havalarda kaza yapmanın en az olması bu tür hava koşulunun en güvenli olduğu durum anlamına da gelmez. Çünkü Ankara’da tipi çok az görülen bir hava durumu olabilir.

Çizelge 4.2. Ankara ilinde 2008 yılında açık havada meydana gelen kaza yerine göre kaza sayıları

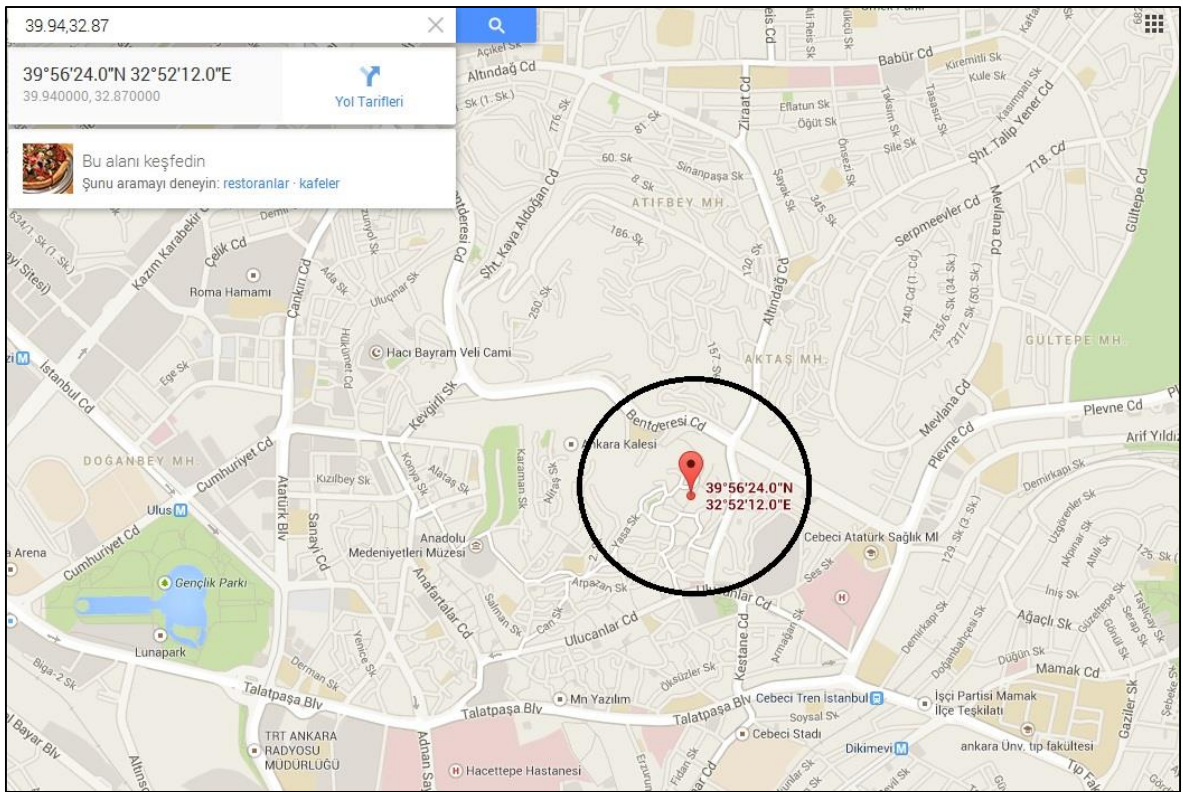
KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	KAZA_SAYISI
06	2008	1-Açık	1-Cadde	4386
06	2008	1-Açık	4-Devlet Yolu	696
06	2008	1-Açık	2-Sokak	657
06	2008	1-Açık	11-Tesis onu-içi	164
06	2008	1-Açık	3-Otoyol	134
06	2008	1-Açık	9-Bağlantı Yolu	55
06	2008	1-Açık	5-İl Yolu	17
06	2008	1-Açık	10-Park Alanı	11
06	2008	1-Açık	8-Servis Yolu	10
06	2008	1-Açık	6-Köy Yolu	9
06	2008	1-Açık	7-Orman Yolu	3

KAZA_YERI kriterini sorguya ekleyerek kazanın en çok olduğu açık havalarda kazanın gerçekleştiği yerin türüne göre kaza sayılarını sorguladığımızda Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi en çok kazanın caddelerde meydana geldiği sonucuna varırız.

Çizelge 4.3. Ankara ilinde 2008 yılında koordinat gruplarına göre kaza sayıları

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	BOLGE	KAZA_SAYISI
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.87-39.94	104
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.87-39.95	93
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.85-39.92	91
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.87-39.93	90
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.86-39.94	74
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.86-39.95	70
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.86-39.93	50
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.86-39.92	46
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.70-39.94	39
06	2008	1-Açık	1-Cadde	32.86-39.97	38

Sorgulama kriterlerine, kaza mahallinin Enlem ve Boylam koordinatlarının gruplandığı BOLGE kriterini ekleyerek Ankara'daki açık havalarda ve cadde üzerinde en çok kazanın meydana geldiği bölgeyi tespit etmek istediğimizde Çizelge 4.3. deki sonuçlara ulaşırız. Bu sonuca göre Ankara'da, açık havalarda, cadde üzerinde, 32.87 Boylam ve 39.94 Enlem koordinatı etrafında bir bölgenin en riskli bölge olduğu sonucuna varırız. Resim 4.1'de Google Maps uygulaması kullanılarak, 2008 yılı için elde edilen sonuçlara göre en çok kaza olan bölge gösterilmektedir.



Resim 4.1. 2008 yılında Ankara'da bölge gruplamasına göre, açık havada, cadde üzerinde en çok trafik kazasının meydana geldiği bölge

2009 yılında Ankara ilinde hava durumuna göre meydana gelen kaza sayıları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 2009 yılında açık havada meydana gelen kaza sayısında 2008 yılına göre artış kaydedilmiştir.

Çizelge 4.4. Ankara ilinde 2009 yılında hava durumuna göre kaza istatistikleri

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_SAYISI
06	2009	1-Açık	6 293
06	2009	2-Bulutlu	1 254
06	2009	3-Sisli	130
06	2009	4-Yağmurlu	998
06	2009	5-Karlı	105
06	2009	6-Fırtınalı	4
06	2009	7-Tipili	1

Kriterlere kazanın olduğu yer eklendiğinde ise cadde üzerinde meydana gelen kazaların hemen hemen aynı miktarda olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.5). Devlet yolu ve sokaklarda olan yerlerde kaza sayısında belirgin bir artış söz konusudur.

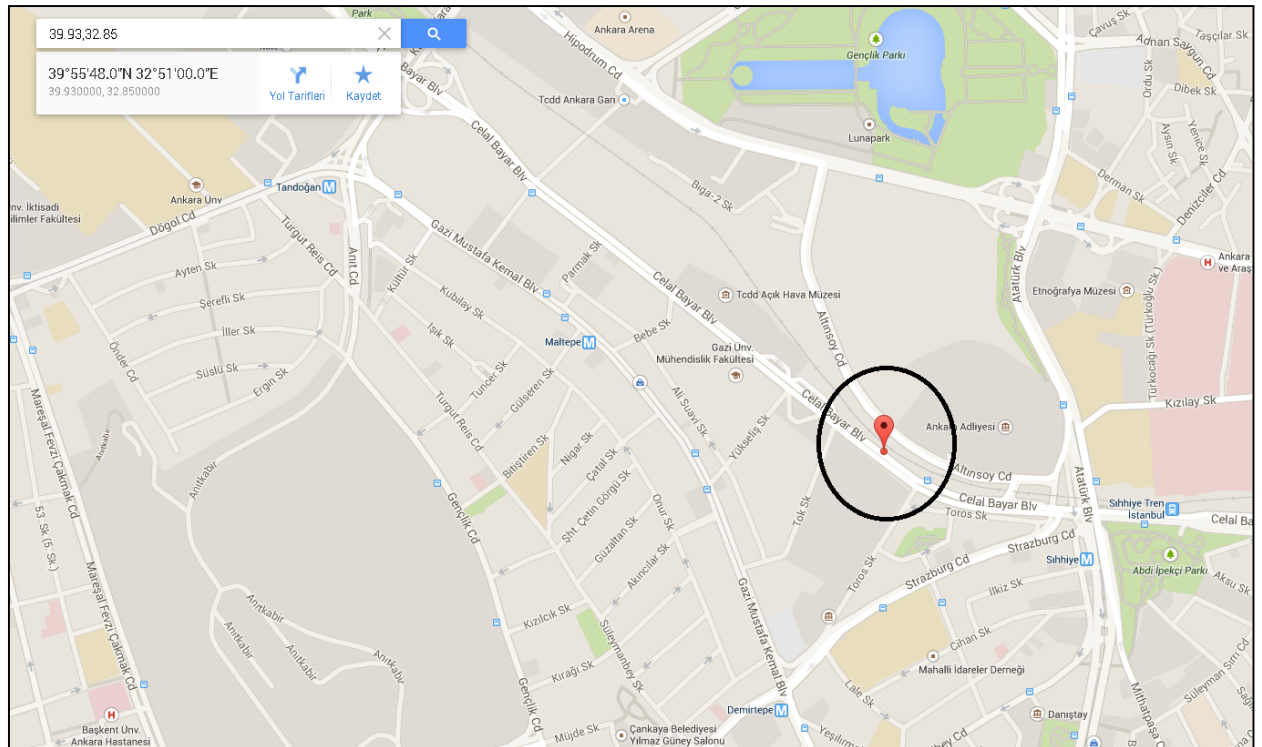
Çizelge 4.5. Ankara ilinde 2009 yılında hava durumuna ve kaza yerine göre kaza istatistikleri

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	KAZA_SAYISI
06	2009	1-Açık	1-Cadde	4 397
06	2009	1-Açık	4-Devlet Yolu	835
06	2009	1-Açık	2-Sokak	763
06	2009	1-Açık	11-Tesis onu-ici	148
06	2009	1-Açık	9-Baglanti Yolu	83
06	2009	1-Açık	6-Koy Yolu	21
06	2009	1-Açık	3-Otoyol	17
06	2009	1-Açık	5-II Yolu	12
06	2009	1-Açık	10-Park Alanı	9
06	2009	1-Açık	8-Servis Yolu	7
06	2009	1-Açık	7-Orman Yolu	1

2009 yılı kaza istatistiklerine bölge kriterini eklediğimizde caddede meydana gelen kazalarda en tehlikeli bölge merkez koordinatları boylamı 39.93 ve enlemi 32.85 olan bir çember olduğu gözükmemektedir (Çizelge 4.6). Bu bölge Resim 4.2'de Google haritası üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Ankara ilinde 2009 yılında koordinat gruplarına göre kaza sayıları

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	BOLGE	KAZA_SAYISI
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.93	79
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.92	72
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.95	61
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.94	59
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.87-39.93	56
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.86-39.92	44
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.86-39.97	42
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.86-39.95	40
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.90-39.95	34
06	2009	1-Acik	1-Cadde	32.82-39.93	34



Resim 4.2. 2009 ve 2010 yıllarında Ankara'da bölge gruplamasına göre, açık havada ve cadde üzerinde en çok trafik kazasının meydana geldiği bölge

2010 yılında Ankara ilinde hava durumuna göre meydana gelen kaza sayıları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 2010 yılında açık havada meydana gelen kaza sayısında 2008 ve 2009 yıllarına göre artış gözükmemektedir.

Çizelge 4.7. Ankara ilinde 2010 yılında hava durumuna göre kaza istatistikleri

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_SAYISI
06	2010	1-Acık	6 486
06	2010	2-Bulutlu	1 445
06	2010	3-Sisli	36
06	2010	4-Yagmurlu	853
06	2010	5-Karli	86
06	2010	6-Firtinali	1
06	2010	7-Tipili	2

Kriterlere kazanın olduğu yer eklendiğinde ise açık havada cadde üzerinde meydana gelen kazaların 2008 ve 2009 yıllarına göre belirgin miktarda azalma olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.8). Buna karşılık bağlantı yollarında ise artış kaydedilmiştir.

Çizelge 4.8. Ankara ilinde 2010 yılında hava durumuna ve kaza yerine göre kaza istatistikleri

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	KAZA_SAYISI
06	2010	1-Acık	1-Cadde	3 400
06	2010	1-Acık	9-Baglanti Yolu	1 749
06	2010	1-Acık	4-Devlet Yolu	692
06	2010	1-Acık	2-Sokak	380
06	2010	1-Acık	3-Otoyol	169
06	2010	1-Acık	11-Tesis onu-ici	46
06	2010	1-Acık	10-Park Alanı	16
06	2010	1-Acık	6-Koy Yolu	16
06	2010	1-Acık	8-Servis Yolu	11
06	2010	1-Acık	5-Il Yolu	4
06	2010	1-Acık	7-Orman Yolu	3

2010 yılı kaza istatistiklerine bölge kriterini eklediğimizde caddede meydana gelen kazalarda en tehlikeli bölge merkez koordinatları 2009 yılı ile aynı boylamı 39.93 ve enlemi 32.85 olan bir çember olduğu gözükmemektedir (Çizelge 4.9). Bu bölge 2008 yılı ile aynı olduğundan Resim 4.2’de Google haritası üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Ankara ilinde 2010 yılında koordinat gruplarına göre kaza sayıları

KAZA_IL	KAZA_YIL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	BOLGE	KAZA_SAYISI
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.93	70
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.94	59
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.92	57
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.85-39.95	48
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.87-39.93	35
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.58-39.96	34
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.86-39.94	33
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.59-39.96	31
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.89-39.99	28
06	2010	1-Acik	1-Cadde	32.57-39.96	28

Ankara Emniyet Genel Müdürlüğü’nün 2008, 2009 ve 2010 yıllarına ait kaza verilerine göre Ankara ilinde hava durumuna göre meydana gelen kaza sayıları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Ankara ilinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında hava durumuna göre kaza istatistikleri

KAZA_IL	HAVA_DURUMU	KAZA_SAYISI
06	1-Acik	18 921
06	2-Bulutlu	3 779
06	3-Sisli	105
06	4-Yagmurlu	2 316
06	5-Karli	355
06	6-Firtinali	19
06	7-Tipili	14

Kriterlere kazanın olduğu yer eklendiğinde ise en fazla trafik kazasının açık havada cadde üzerinde meydana geldiği gözükmemektedir (Çizelge 4.11). Devlet yolları, bağlantı yolları ve sokaklarda meydana gelen kazaların da yoğun olduğu gözlenmektedir

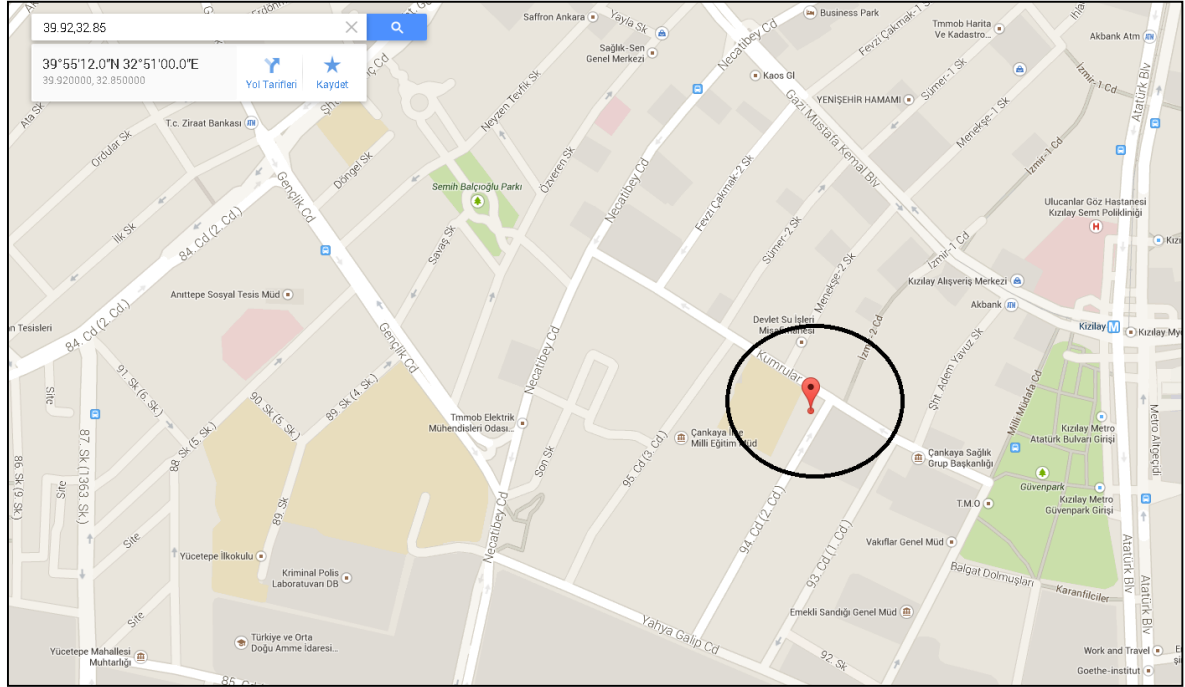
Çizelge 4.11. Ankara ilinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında açık havada meydana gelen kaza yerine göre kaza sayıları

KAZA_IL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	KAZA_SAYISI
06	1-Acık	1-Cadde	12 183
06	1-Acık	4-Devlet Yolu	2 223
06	1-Acık	9-Baglantı Yolu	1 887
06	1-Acık	2-Sokak	1 800
06	1-Acık	11-Tesis onu-ici	358
06	1-Acık	3-Otoyol	320
06	1-Acık	6-Koy Yolu	46
06	1-Acık	10-Park Alanı	36
06	1-Acık	5-II Yolu	33
06	1-Acık	8-Servis Yolu	28
06	1-Acık	7-Orman Yolu	7

Çizelge 4.12. Ankara ilinde 2008, 2009 ve 2010 yıllarında koordinat gruplarına göre kaza sayıları

KAZA_IL	HAVA_DURUMU	KAZA_YERI	BOLGE	KAZA_SAYISI
06	1-Acık	1-Cadde	32.85-39.92	220
06	1-Acık	1-Cadde	32.87-39.93	181
06	1-Acık	1-Cadde	32.85-39.93	152
06	1-Acık	1-Cadde	32.87-39.94	149
06	1-Acık	1-Cadde	32.87-39.95	136
06	1-Acık	1-Cadde	32.86-39.95	132
06	1-Acık	1-Cadde	32.86-39.94	122
06	1-Acık	1-Cadde	32.85-39.94	118
06	1-Acık	1-Cadde	32.85-39.95	117
06	1-Acık	1-Cadde	32.86-39.92	110

2008, 2009 ve 2010 yıllarına ait kaza istatistiklerine bölge kriterini eklediğimizde caddede meydana gelen kazalarda en tehlikeli bölge; merkez koordinatları boylamı 39.92 ve enlemi 32.85 olan bir çember olduğu gözükmemektedir (Çizelge 4.12). Bu bölge Resim 4.3'de Google haritası üzerinde gösterilmiştir.



Resim 4.3. 2008, 2009 ve 2010 yıllarında Ankara'da bölge gruplamasına göre, açık havada, cadde üzerinde en çok trafik kazasının meydana geldiği bölge

5. YAPAY ZEKÂ VE YAPAY SİNİR AĞLARI

5.1. Tarihçe

Yapay sinir ağlarını anlayabilmek için öncelikle YAPAY ZEKÂ kavramından biraz bahsetmekte fayda vardır.

Yapay zekâ dendiğinde ilk akla gelen, Steven Spielberg'in 2001 yılı yapımı, başrollerinde Haley Joel Osment ve Jude Law'ın paylaştığı gerçek insan olmaya çalışan bir robotun hikâyesini anlatan filmidir. Oysa yapay zekâ kavramı ilk kez 1920'li yıllarda yazılan ve sonraları Isaac Asimov'u etkileyen modern bilim kurgu edebiyatının öncü yazarlarından Karel Čapek'in eserlerinde dışa vurulmuştur. Karel Čapek, R.U.R adlı tiyatro oyununda yapay zekâyâ sahip robotlar ile insanlığın ortak toplumsal sorunlarını ele alarak 1920 yılında yapay zekânın insan aklından bağımsız gelişebileceğini öngörmüştü. Daha sonra, Alan Mathison Turing, "Makineler düşünebilir mi?" sorunsalını ortaya atarak Makine Zekâsını tartışmaya açmıştır. 1943'te II. Dünya Savaşı sırasında Kripto Analizi gereksinimleri ile üretilen elektromekanik cihazlar sayesinde bilgisayar bilimi ve yapay zekâ kavramları gerçek anlamda oluşmuştur [22].

5.2. Yapay Zekâ

"Zekâ, zihnin öğrenme, öğrenilenden yararlanabilme, yeni durumlara uyabilme ve yeni çözüm yolları bulabilme yeteneği olarak tanımlanabilir" [23]. Yapay zeka ise şu şekilde tanımlanabilir: "İdealize edilmiş bir yaklaşıma göre yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan, algılama, öğrenme, çoğul kavramları bağlama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarımda bulunma ve karar verme gibi yüksek bilişsel fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir" [21].

"İnsana özgü bu soyut düşünebilme süreci, bir makine tarafından da gerçekleştirilebilir mi?" sorusuna uygun olarak yapılan çalışmalar sonucunda yapay zekâ kavramı ortaya çıkmıştır. İnsanlar bir konudaki kararlarını deneyimleri ve idrak etme yetenekleri sayesinde verebilmektedir. Çok güçlü idrak yeteneğine

sahip olan insan beyni, bu işlemi çok kısa sürelerde yapabilmektedir. Bunun tersine sayısal işleme dayalı kararlar beyin tarafından idrak etme yeteneğine göre çok daha zor ve daha uzun sürelerde gerçekleştirilmektedir. Bilgisayarlar ise insan beyninin yeteneklerinin zıttı yeteneklere sahiptirler. Sayısal bir işleme dayalı karar verme mekanizmaları çok kısa sürede çalışabilirken, idrak etmeye dayalı kararları verememektedirler. Bu durum akıllarda bilgisayarlarda idrak yeteneği oluşturulabilir mi sorusunu oluşturmaktadır. Bu konudaki çalışmalar yapay zekâ çatısı altında toplanmıştır. Yapay zekâ dört bölüme ayrılmaktadır:

Bulanık Mantık: Bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Örneğin sıcak ve soğuk yerine sıcak, ılık, az soğuk, soğuk, çok soğuk gibi ara değerler verilerek çalışmalar yapılmaktadır.

Genetik Algoritma: Darwin'in evrim teoreminden esinlenerek oluşturulmuştur. Çok geniş veriler içerisinde belirli bir veriyi bulmak için kullanılan bir arama yöntemidir.

Uzman sistemler: Gerçek uzmanların bilgi birikimlerinin, düşüncelerinin, yorumlarının ve konuya yaklaşımlarının bilgisayara aktarılması temeline dayanır. İşletme yöneticilerine ve işletmedeki uzmanlara, sorunları tanımlamada ve çözümlemede yansızlık, kolaylık, isabet ve hız sağlar.

Yapay sinir ağları: İnsan beyninin sinir hücrelerini taklit eden bilgisayar programlarıdır. İnsan zekâsında olduğu gibi öğrenme, düşünme, anlama, kavrama, yorumlama yetisini bilgisayarlara kazandırmayı amaçlamaktadır. Satış tahminleri, endüstriyel süreç kontrol, müşteri araştırması, veri geçerliliği ve risk yönetimi gibi konularda yapay sinir ağı uygulamalarından faydalanılmaktadır.

5.3. Yapay Sinir Ağları

İnsan beyninden esinlenerek ortaya çıkarılan yapay bir sinir ağı yapısıdır. Ağı oluşturan her bir elemana yapay nöron adı verilmektedir. YSA çeşitli ağırlıklandırmalar sayesinde birbirine bağlanmış birçok yapay sinir hücresinden oluşmaktadır. Her biri kendi belleğine sahip basit işlemciler, YSA içerisinde

bulunmaktadır. Bu işlemciler sayesinde nöronlar bir ağ yapısını oluşturacak şekilde bir araya gelmektedirler.

YSA'lar, uygulanan ağ modeline göre değişik karakteristik özellikler göstermelerine karşın temel birkaç ortak özelliğe sahiptirler:

Birinci özellik; YSA'larda sistemin paralelliği ve toplamsal işlevin yapısal olarak dağılımlılığıdır. YSA'lar birçok nörondan meydana gelir ve bu nöronlar eş zamanlı olarak çalışarak karmaşık işlevleri yerine getirir. Diğer bir deyişle karmaşık işlevler birçok nöronun eş zamanlı çalışması ile meydana getirilir. Süreç içerisinde bu nöronlardan her hangi biri işlevini yitirse dahi sistem güven sınırları içerisinde çalışmasına devam edebilir.

İkinci özellik ise genelleme yeteneği, diğer bir deyişle ağ yapısının, eğitim esnasında kullanılan nümerik bilgilerden eşleştirmeyi betimleyen kaba özellikleri çıkarsaması ve böylelikle eğitim sırasında kullanılmayan girdiler için de, anlamlı yanıtlar üretebilmesidir.

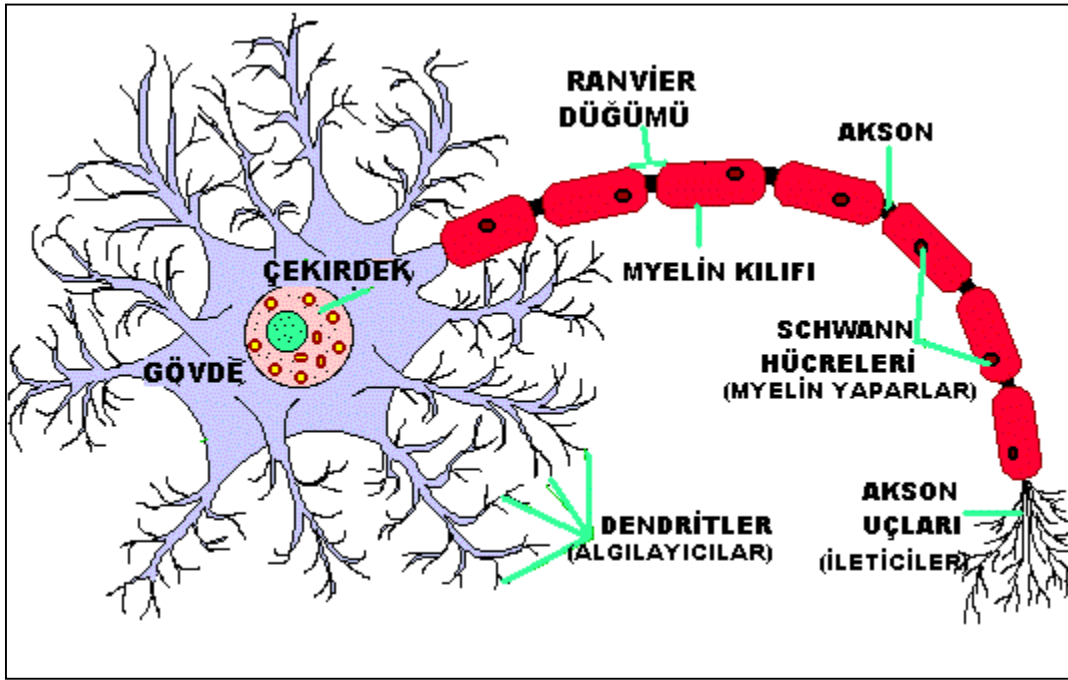
Üçüncü olarak; ağ fonksiyonları non-lineer olabilmektedir. Yapı üzerinde dağılmış belli tipteki non-lineer alt birimler özellikle, istenen eşleştirmenin denetim ya da tanımlama işlemlerinde olduğu gibi non-lineer olması durumunda işlevin doğru biçimde yerine getirilebilmesini matematiksel olarak olası kılarlar.

Dördüncü özellik ise; sayısal ortamda tasarlanan YSA'ların, donanımsal gerçekleştirilebilirlikleridir. Bu özellik, belki de YSA'ların günlük hayatta daha da fazla yaşamımızın içine gireceğinin bir göstergesidir [25].

5.4. Biyolojik Nöronlar

YSA insan beyninden esinlenerek ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle YSA'nın anlaşılması için biyolojik sinir hücrelerinin yani nöronların yapısının ve çalışma şeklinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bir sinir hücresi Şekil 5.1'de görüldüğü gibi akson, hücre gövdesi, dentrit olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Hücre gövdesi sinir hücresinin çekirdeğinin bulunduğu bölümdür. Dentrit, hücre gövdesinden çıkan çok sayıda dallanmalara verilen isimdir. Yapı olarak bir ağacın

dallarına benzerler. Görevi diğer sinir hücrelerinden gelen uyarıları alıp hücre gövdesine iletmektir. Akson ise hücre gövdesinden çıkan ve dallanma olmadan uzanan kısımdır. Her bir sinir hücresinde bir tane akson bulunur. Sinir hücrelerinden gelen uyarıları gövdeye taşımakla görevlidir. Bazı aksonlar miyelin adı verilen tabaka ile kaplıdır. Bu tabaka nöronların daha hızlı iletim yapmasını sağlayan yalıtıcı bir tabaka olarak düşünülebilir.



Şekil 5.1. Biyolojik sinir hücrelerinin yapısı

Sinir hücreleri arasındaki iletişim kimyasal bir süreçtir. Bu kimyasal süreç boyunca kimyasal enerji elektrik enerjisine, elektrik enerjisi kimyasal enerjiye dönüşmektedir. Dendritler hücreye gelen tüm girişleri toplarlar. Alınan tüm işaretler hücre içerisinde birleştirilerek bir çıkış darbesi üretilip üretilmeyeceğine karar verilir. Karar aşamasında bir sinir hücresinden diğer bir sinir hücresine gönderilen işaretin potansiyelinin belli bir eşik değerinin üstünde olup olmadığına bakılır. Ancak bu şart sağlandığında işaret gönderilebilir. Bu duruma hücrenin uyarılması denir.

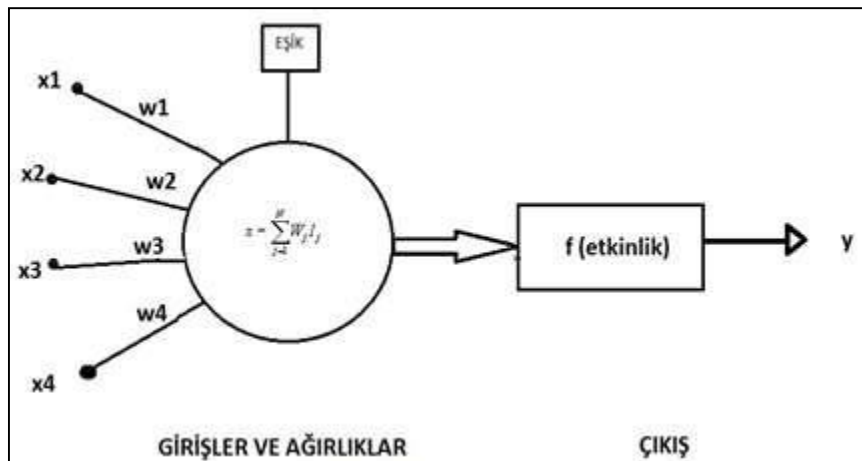
Hücrenin gönderilmesi sırasında her bir gönderme tepkisine sinaps adı verilir. Bir sinir hücresine giren sinapslar, o hücrenin özelliklerine göre işlenir ve tek bir çıktı üretilir. Bu çıktı aksondan hücre gövdesine gönderilir.

5.5. Yapay Sinir Ağları Ve Biyolojik Nöronlar

Teknoloji birçok alanda doğayı taklit eder ve onun yapısını anlamaya çalışarak daha üstün ürünler ortaya çıkarabilmeyi hedefler. Yapay sinir ağları konusunda da temel alınan öge biyolojik nöronlardır. Bu bakımdan iki yapı arasında benzerliklerden söz etmek mümkündür. Biyolojik nöronlar, yapay sinir ağ yapısında her bir işlem elemanı ile eşleşmektedir. Bununla birlikte biyolojik nöronlardaki dentritler, yapay sinir ağlarında transfer fonksiyonlarıyla; biyolojik nöronlardaki hücre gövdeleri, yapay sinir ağlarında hareket fonksiyonlarıyla; biyolojik nöronların akson uçları, yapay sinir ağlarındaki çıkış katmanıyla ve biyolojik nöronlardaki sinaps boşlukları, yapay sinir ağlarında ağırlıklar ile örtüşmektedir.

5.6. Yapay Sinir Ağları Ana Öğeleri

YSA'nın yapısının anlaşılması için girişler, ağırlıklar, toplama işlevi, eşik değeri, etkinlik işlevi ve çıkış isimli yapıların ne anlama geldiğinin bilinmesi gerekmektedir. Girişler ($x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$), sinir hücresinin çevresinden gelen bilgilerdir. Dış dünyadan veya aktif sinirden önce gelen diğer yapay nöronlardan alınabilir. Yapay sinir hücresindeki tüm girişler ağ üzerinde aynı etkiyi vermezler [26]. Bu etkinin derecesini belirlemek amacıyla her bir giriş için ağırlık değeri belirlenir. Şekil 5.2.'de şematize edilmiş yapay nörondaki w_1, w_2, w_3, w_4 değerleri bu ağırlıkları ifade etmektedir.



Şekil 5.2. Perceptron örneği

Toplama fonksiyonu gereğince, yapay sinir hücresindeki her bir ağırlık ait olduğu giriş ile çarpılır. Bu girişlerin hepsinin ağırlıklarla çarpılmış hali toplanır. Toplama işleminin sonucu eşik değeri ile toplanarak etkinlik işlevine gönderilir. Formül 5.1’de yer alan hesaplamada “w” ağırlıkları; “x” ise giriş parametrelerinin değerlerini vermektedir.

$$v = \sum_{j=1}^n w_j \cdot x_j \quad (5.1)$$

Bir yapay hücrenin ağırlıkları toplanmış halinin sonucu etkinlik işlevinden geçirilerek iletilir. “Bir etkinlik işlevinin kullanım amacı zaman bilgisi söz konusu olduğunda toplama işleminin çıkışının değişmesine izin vermektir” [27]. Bir sinir hücresi etkinlik işlevinin eşik seviyesinin altında olduğu sürece bir çıkış üretmez. Sinir sadece eşik seviyesinin üstünde ise bir çıkış üretilebilmektedir. Bu durum 1 ve 0 çıkış değerleriyle Formül 5.2’deki gibi ifade edilmektedir.

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{eğer} \quad \sum_{i=1}^n x_i w_i \geq T \\ 0 & \text{eğer} \quad \sum_{i=1}^n x_i w_i < T \end{cases} \quad (5.2)$$

“Düğümelerde etkinlik işlevinin sonuçları ölçek veya sınır işlemlerinden geçebilir. Ölçeklendirme, basitçe bir ölçek etmeni ile etkinlik değerinin çarpımının sonucudur. Sınırlandırma ise ölçeklenmiş sonuçların en az veya en çok sınırlarından dışarı çıkmamasını sağlar” [27].

Çıkış işlevi (Formül 5.2’de yer alan “y” simgesi ile gösterilen unsur), etkinlik işlevinden çıkan sonucu ilgili yerlere dağıtır. Bir sinirde tek bir çıkış vardır. Ama bu tek çıkış tek bir sinir hücresine giriş olmaz. Birden fazla yapay nöronun girişiyle birleşerek yapay sinir ağının oluşumu sağlanır.

5.7. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

Yapay sinir hücrelerinin bir araya gelmesi sonucu oluşan yapay sinir ağları, rastgele işlemler sonucu oluşmazlar. Yapay sinir ağları oluşması için belli bir

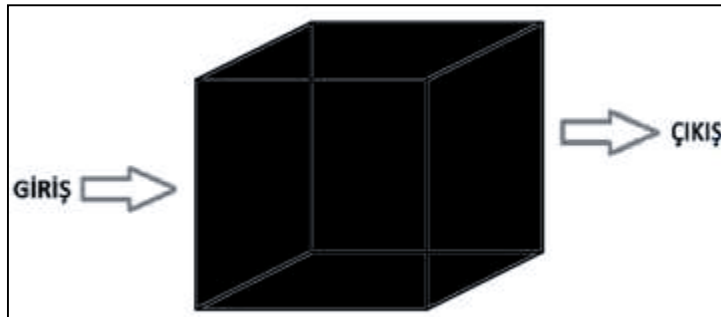
format gereklidir. Bu format YSA'ndaki katmanlar sayesinde belirlenir. "Katmanlar giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı olmak üzere 3 tanedir" [27].

Giriş katmanı:

Bu katman yapay sinir hücresine dış dünyadan veya ona bağlı diğer yapay nöronlardan gelen girişlerin kabul edildiği katmandır. Buradaki yapay sinir hücresi sayısı giriş olarak kabul edilecek veri sayısı kadardır. Yani her bir giriş bir veri taşıyacak biçimde oluşturulur. Giriş katmanından sonraki katman gizli katmandır.

Gizli katman:

Yapay sinir ağlarının temel işlevi bu katmanda gerçekleştirilir. Gizli katmanda birden fazla nöron bulunur. Nöronların sayısı problemin zorluk derecesine göre değişebilir. Zor olan bir problemin çözümü için sadece gizli katmandaki nöron sayısını artırmakla kalmayıp aynı zamanda gizli katman sayısı da artırılabilir. Gizli katmanın en önemli görevi giriş katmanından alınan giriş verilerinin belli fonksiyonlarla işlenmesi sonucu bir çıkış üretilerek bu çıkışın çıkış katmanına iletilmesi işlemidir [26].



Şekil 5.3. Yapay sinir ağlarında kara kutu yapısı

Yapay sinir ağlarında giriş verilerinin alınıp çıkış üretilmesi işlemi sırasında gerçekleştirilen işlemler tam olarak bilinemez. Bu durum literatürde "YSA'ların kara kutu özelliği" olarak geçmektedir. Şekil 5.3'de görüldüğü gibi bilinen unsurlar sadece girişler ve çıkışlardır. Yapay sinir ağları çıkışın hangi aşamalardan

geçirilerek üretildiği konusunda gizemlidir. Bu nedenle bilinmeyen işlemlerin yapıldığı bu bölüme kara kutu denir.

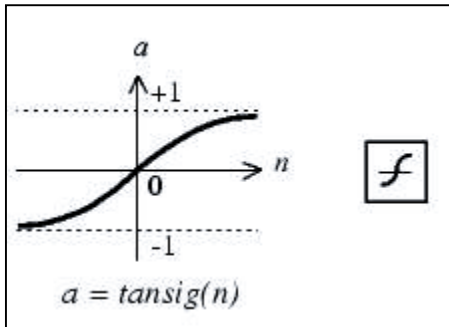
Çıkış katmanı:

Gizli katmandan gelen verilerin çıkışa iletilmesi işlemini gerçekleştiren çıkış katmanı geri beslemeli ağlarda hesaplanmış ağırlıkların tekrar giriş katmanına gönderilmesiyle karmaşık veri setlerindeki öğrenme sürecini daha etkin ve verimli hale getirmektedir. Genellikle çıkışlar bir adet olmakla birlikte çoklu çıkışların varlığı da söz konusudur.

5.8. Transfer Fonksiyonları

Eşik fonksiyonu ya da işaret fonksiyonu olarak da isimlendirilebilen transfer fonksiyonları, sonsuz olarak kabul edilen girişlere karşılık olarak belirli sınırlar içerisinde çıkışlar üretebilen fonksiyonlardır. Ana görevi girişlerin alan sınırlandırılmasını yapmaktır. Girişlerin derecelendirilmesi uygun sınırlar arasında yapılırsa çıkışlar da farklı olacaktır. Bunun aksi bir durumda çıkışlar bir noktada toplanacak ve yapay sinir ağının eğilimi anlaşılamaz olacaktır. Yapay sinir ağı modellerinde ağın yaptığı işe göre transfer fonksiyonu seçimi yapılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan transfer fonksiyonları; Tanget-Sigmoid (tansig), Logaritmik-Sigmoid (Logsig) ve Purelin'dir [26].

5.8.1. Tansig (tanjant sigmoid) transfer fonksiyonu

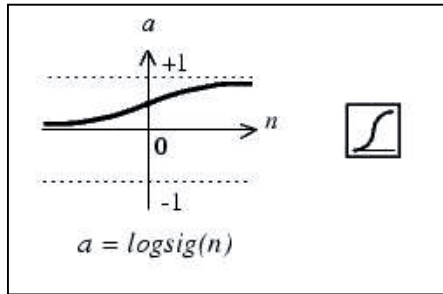


Şekil 5.4. Tansig fonksiyon grafiği

Bu fonksiyon birçok yapay sinir ağı uygulamasında sıkça kullanılan bir fonksiyondur. Açılımı Tangent-Sigmoid şeklindedir. Çoğu yerde Tanjant Hiperbolik fonksiyonu olarak da isimlendirilmektedir. Çift kutuplu bir fonksiyon olan tansig fonksiyonu, giriş uzayını genişleten bir fonksiyondur. Bu transfer fonksiyonu için fonksiyon değişimi Şekil 5.4'deki gibidir. Fonksiyon $[-1,+1]$ aralığında nonlinear bir değişim göstermektedir [26].

5.8.2. Logsig (logaritmik sigmoid) transfer fonksiyonu

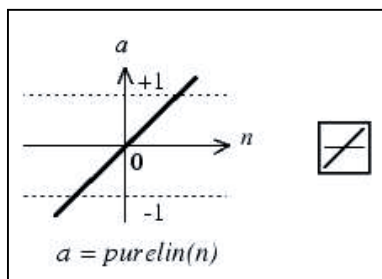
Sigmoid fonksiyonu olarak da isimlendirilebilen bu fonksiyon yapay sinir hücresinin cevabının girdilerin sürekli bir fonksiyonu olmasını gerektiren durumlarda kullanılır. Geriye yayma modeli her noktada diferansiyeli alınabilen bir fonksiyon gerektirdiği için Sigmoid fonksiyonu geriye yayma modeli için uygundur [26].



Şekil 5.5. Logsig fonksiyon grafiği

Şekil 5.5'de görüldüğü gibi fonksiyon negatif değer aralığında çıkışlar üretmemektedir. Fonksiyonun dinamik değişim aralığı olan $[0,1]$ aralığında, fonksiyon nonlinear bir değişim göstermektedir [26].

5.8.3. Purelin transfer fonksiyonu



Şekil 5.6. Purelin fonksiyon grafiği

Doğrusal fonksiyon olarak da bilinen Purelin fonksiyonunun en önemli özelliği Şekil 5.6'da görüldüğü gibi lineer olmasıdır. Nöronun girişlerinin değişimine göre nöron çıkışını lineer olarak elde edilir. Bu fonksiyonun değişim aralığı $[-1,+1]$ aralığında değişmektedir [26].

5.9. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

5.9.1. İleri beslemeli yapay sinir ağları

İleri beslemeli ağlarda işlemci elemanlar genellikle katmanlara ayrılmışlardır. İşaretler, girdi katmanından çıktı katmanına tek yönlü bağlantılarla iletilir. Bir katmandaki her işlemci eleman bir sonraki katmandaki tüm elemanlarla bağlantılıdır ancak aynı katmandaki elemanlar arasında herhangi bir bağlantı bulunmamaktadır. Bu nedenle ileri beslemeli yapay sinir ağlarında, işlemci elemanlar arasındaki bağlantılar bir döngü oluşturmamakta ve bu ağlar girilen verilere hızlı bir şekilde çıktı üretebilmektedirler.

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenmekte ve bir katmandaki hücrelerin çıktıları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden girdi olarak verilmektedir. Girdi katmanı, dışarıdan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan ara (gizli) katmandaki hücrelere iletmektedir. Bu bilgi, ara katman ve çıktı katmanında işlenerek ağ çıktısı belirlenir [42].

5.9.2. Geri beslemeli yapay sinir ağları

Geri beslemeli ya da diğer adıyla yinelemeli yapay sinir ağları, ileri beslemeli ağların aksine dinamik bir yapıya sahiptirler. Geri beslemeli yapay sinir ağları, çıktı veya ara katmanlardaki işlemci elemanların giriş veya önceki ara katmanlardaki işlemci elemanlara geri beslendiği bir yapıya sahiptir. Böylece girdiler hem ileri hem de geri yönde aktarılmış olurlar. Geri beslemeli yapay sinir ağları dinamik hafızaya sahiptir ve bir andaki çıktı hem o andaki hem de daha önceki girdileri yansıtır.

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında, en az bir işlemci elemanın çıktısı, kendisine ya da diğer işlemci elemanlara girdi olarak verilmekte ve genellikle geri besleme bir geciktirme elemanı(ara katman veya çıktı katmanındaki aktivasyon değerlerini bir sonraki iterasyona girdi olarak taşımakla görevli eleman) üzerinden yapılmaktadır. Geri besleme, bir katmandaki işlemci elemanlar arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki işlemci elemanlar arasında da olabilmektedir. Bu yapısı sayesinde geri beslemeli yapay sinir ağları, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterirler. Bu sayede, geri beslemenin yapılış şekline göre farklı yapı ve davranışta geri beslemeli yapay sinir ağları elde edilebilir [42].

5.10. Eğitim Algoritmaları

5.10.1. MATLAB ortamındaki bazı eğitim algoritmaları

MATLAB ortamında yapay sinir ağlarının eğitimi için kullanılan algoritmalar yanlarında kısa açıklamaları ile ilerleyen bölümde sunulmuştur:

Levenberg-Marquardt Algoritması (LM): LM algoritması Levenberg-Marquardt isimli kişi tarafından geliştirilmiştir. Orta ölçekli ağlar için oldukça hızlı çalışır. “Maksimum komşuluk” fikrini esas alan “en küçük kareler” yöntemidir [24].

Bu tezde başarı oranının yüksek olması nedeniyle “LM” algoritması kullanılmıştır. Bu nedenle Levenberg-Marquardt Metodu (LMM) olarak bilinen bu algoritmayı biraz daha açıklamak gerekir. Temel olarak bu algoritma maksimum komşuluk fikri üzerine kurulmuştur ve genel olarak bu metot yavaş yakınsama problemlerinden etkilenmez. İleri beslemeli ağlarda en hızlı öğrenme metodudur. $E(w)$ 'nin bir amaç fonksiyonu olduğu düşünülürse m tane hata terimi için $e_i^2(w)$ eşitlik 5.3'te verilmiştir.

$$E(w) = \sum_{i=1}^m e_i^2(w) = \|f(w)\|^2 \quad (5.3)$$

Bu eşitlikte, $e_i^2(w) \equiv (y_i - y_{d_i})^2$ dir. Burada amaç fonksiyonu $f(.)$ ve onun Jakobiyeini J 'nin bir noktada w bilindiği farz edilir. LMM'de hedef, parametre vektörü w 'nin $E(w)$ minimum iken bulunmasıdır. LMM'nin kullanılmasıyla yeni vektör w_{k+1} farz edilen vektör w_k 'dan eşitlik 5.4'deki gibi hesaplanır.

$$w_{k+1} = w_k + \delta w_k \quad (5.4)$$

Burada δw_k eşitlik 5.5'deki gibi verilir.

$$(J_k^T J_k + \lambda I) \delta w_k = -J_k^T f(w_k) \quad (5.5)$$

Eşitlikte;

J_k : f 'nin (hatanın) w_k değerlendirilmiş Jakobiyeini,

λ : Marquardt parametresi,

I : Birim veya tanımlama matrisidir.

Levenberg-Marquardt algoritması aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- i) $E(w_k)$ 'yı hesapla,
 - ii) Küçük bir λ değeri ile başla (mesela $\lambda = 0.001$),
 - iii) δw_k 'yı eşitlik 5.5 ile çöz ve $E(w_k + \delta w_k)$ değerini hesapla,
 - iv) Şayet $E(w_k + \delta w_k) \geq E(w_k)$ ise λ 'yı 10 arttır ve (iii)'ye git,
 - v) Şayet $E(w_k + \delta w_k) < E(w_k)$ ise λ 'yı 10 kat azalt,
- $w_k : w_k \leftarrow w_k + \delta w_k$ 'yı güncelleştir ve (iii)'ye git.

Hedef çıkışı hesaplamak için birçok katmanlı nöronun LMM kullanılarak öğretilmesi ağırlık dizisi w_0 'a bir başlangıç değerinin atanması ile başlar ve hataların karelerinin toplamı e_i^2 'nin hesaplanmasıyla devam eder. Her e_i^2 terimi hedef çıkışı (y) ile gerçek çıkış (y_d) arasındaki farkın karelerini ifade eder. Bütün veri seti için e_i^2 hata terimlerinin tamamının elde edilmesiyle, ağırlık dizileri (i)'den (v)'e kadar olan LMM adımlarının uygulanmasıyla açıklandığı gibi adapte edilir [28].

Bayesian Regularization (BR): Bayesian Regularization yöntemi olarak bilinen BR algoritması, LM eğitim algoritmasından türetilmiştir. Ağ yapıları karşılaştırılmasında en iyi ağ yapısının bulunmasında kolaylıklar sağlar. Hata kareleri toplamı ve ağırlıkların çeşitli şekillerde bir araya gelmesiyle oluşan durumları minimize etmeye çalışır [30]. Bayesian regülasyonu Levenberg-Marquardt optimizasyonuna göre ağırlık ve bias değerlerini günceller. Karesel hata ve ağırlıkların kombinasyonunu minimize eder ve ağı üretmek için doğru kombinasyonu belirler. Daha iyi genelleştirme yeteneğine sahip bir ağ oluşturmak için Mackay regülasyonu ile ağ parametrelerinin boyutunu sınırlayan yöntem önermiştir. Regülasyon teknikleri ağırlık değerlerinin daha küçük değerlerde kalması için ağı zorlar. Bu ağın cevabının daha yumuşak olmasına, ağın ezberleme (over fitting) olasılığının azalmasına ve gürültüyü yakalamasına neden olur [41].

Gradient Descent (GD): En temel “Gradient Descent” algoritmasıdır. Diğer bir deyişle dereceli azaltma algoritmasıdır. Diğer eğitim algoritmalarına göre daha yavaş çalışmaktadır [27]. İnternet Bilişim Sözlüğü’nde Gradient Descent şu şekilde tanımlanmaktadır: “Uyarlanır öğrenme algoritmalarında, bilinmeyen parametre vektörünü, bir performans fonksiyonunun negatif gradyanına orantılı adımlarla değiştirilerek en iyi değerini bulmak”. Bu tanıma göre bayır inişli algoritmaların, eğer adım boyu doğru seçilmişse ve performans fonksiyonu dışbükeyse, optimum sonuca gitmesi kesindir [31].

Gradient Descent with Momentum (GDX): GD algoritmasından daha hızlı çalışmasına rağmen temeli GD algoritmasına dayanır. Sadece “Batch Mode” adı verilen eğitim sırasında kullanılır. Batch mode eğitim demek, eğitim sırasında oluşturulan ağırlıkların ancak tüm girdilerin ve çıktıların ağa uygulanmasından sonra güncellenmesi demektir. Statik ve dinamik yapay sinir ağlarında kullanılabilir [32].

Gradient Descent with Momentum Backpropagation (GDM): GD algoritmasına momentum değişkeninin eklenmiş halidir. Genellikle GD algoritmasından daha hızlı çalışır [32].

Resilient Propagation (RP): Bu algoritmanın en avantajlı yanı bilgisayarlar için daha az hafıza ve işlem gücü gerektirmesidir. GDX algoritmasında açıklandığı gibi “batch mode” eğitimde kullanılan oldukça hızlı bir algoritmadır. Geriye yayılım mantığı ile çalışır. Esnektir. Hatalarını çabuk telafi eder [24]. Çok katmanlı ağ yapıları ara katmanlarında sigmoid ve hiperbolik transfer fonksiyonları kullanılır. Bu transfer fonksiyonları sonsuz bir giriş değeri aralığını sonlu bir çıkış değeri aralığına sıkıştırdıklarından dolayı çoğunlukla sınırlayıcı fonksiyonlar olarak da adlandırılmaktadır. Sigmoid ve hiperbolik fonksiyonlarda fonksiyona uygulanan nöron net giriş değeri büyüdükçe fonksiyon eğrisinin eğimi de sıfıra yakınsamaktadır. Bu durum ise sigmoid ve hiperbolik transfer fonksiyonlarını içeren çok katmanlı ağ yapılarının Steepest Descent yöntemi kullanılarak eğitilmesi sırasında problemlere neden olur. Nöron net giriş değerlerinin büyük olması durumunda, ağırlık ve bias değerleri optimum değerlerinden uzak olmasına rağmen, ağırlık ve bias değerlerindeki değişim miktarları da küçük olacaktır. RP eğitim algoritmasının amacı kısmi türevin bu olumsuz etkisini elimine etmektir. Ağırlık güncellemesinin yönünün tanımlanması amacıyla türev işleminin sadece işareti kullanılır. Kısmi türev sonucu bulunan değerın ağırlık güncellemesi üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Ağırlık değişiminin boyutu ayrı bir güncelleme değeri ile tanımlanır. Hata fonksiyonunun ağırlıklara göre türevi peş peşe iki iterasyonda aynı işarete sahip olduğunda her bir ağırlık ve bias için güncellenme değeri bir faktör yardımı ile arttırılır. Hata fonksiyonunun ağırlığa göre türevinin işareti bir önceki iterasyondaki işarettten farklı ise bu durumda güncellenme değeri bir faktör yardımı ile azaltılmaktadır. Eğer hata fonksiyonunun ağırlığa göre türevi sıfır ise güncellenme değeri aynı kalacaktır. Ağırlık değerlerinin salınma neden olması durumunda ağırlık değişim miktarı azaltılmakta, diğer taraftan ağırlık değerlerinin bir kaç iterasyonda da aynı doğrultuda değişmeye devam etmesi durumunda ise ağırlık değişim miktarı arttırılmaktadır. RP eğitim algoritması yakınsama hızı oldukça yüksek olan bir eğitim algoritmasıdır [31].

Conjugate Gradient Propagation (CGP): CGP algoritması, Polak-Ribiere tarafından geliştirilen CG algoritmasıdır. CGF'ye göre daha fazla hafıza ve işlem gücü gerektirir. Bazı durumlarda çözüme daha hızlı ulaşır [27].

Conjugate Gradient Backpropagation (CGB): Powell-Beale CG algoritmasıdır. CGP'den daha fazla hafıza ve işlem gücü gerektirir. Genellikle çözüme daha hızlı ulaşır ya da yaklaşır. CGB algoritmasında, arama işleminin yönü periyodik olarak gradient'ın negatif yönüne doğru sıfırlanır. İterasyon sayısının ağı parametre sayısına eşit olduğu nokta standart sıfırlama noktasıdır.

Scaled Conjugate Gradient (SCG): Ölçeklendirilmiş CG algoritması niteliğinde olan SCG (Scaled Conjugate Gradient), genel amaçlı bir eğitim algoritmasıdır [27].

5.10.2. Diğer bazı eğitim algoritmaları

Yapay sinir ağı eğitiminde kullanılan bazı önemli algoritmalar aşağıda açıklanmıştır:

Delta-Bar-Delta Algoritması: Tek katmanlı yapıdan oluşsan yapay sinir ağlarının aksine çok katmanlı sinir ağlarının yapıları daha karmaşık olduğundan dolayı, öğrenme oranının seçimi açısından güç durumların yaşanması da mümkündür. Bu nedenle, bu durumun iyileştirilmesi adına Delta-Bar-Delta algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu algorithmada öğrenme oranı adım adım iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu adımlar sırasıyla, her ağırlığın kendi öğrenme oranına sahip olması ve her bir ağırlığın kendisine komşu olan bir önceki komşuları ile karşılaştırılmasından oluşan adımlardır. Öğrenme oranının değişikliği bu komşuluk durumunun aynı yönde veya aksi yönde olma durumuna göre farklılık gösterir. Komşu aynı yönde ise öğrenme oranı arttırılırken zıt yönde olduğunda bu oran azaltılmalıdır [34].

RLS Algoritması: Özyinelemeli En Küçük Kareler (RLS) algoritması, en çok kullanılan adaptif algoritmalarından biridir. $\mathbf{R} \cdot \mathbf{w} = \mathbf{b}$ tipindeki sonlu lineer denklem sistemini çözmek için RLS algoritmasından yararlanılabilir. Bu denklemde $\mathbf{R}$ bilinen Hermitian bir matris, $\mathbf{b}$ bilinen bir vektör, $\mathbf{w}$ bilinmeyen bir vektördür. Ancak RLS algoritması çok fazla hesaplama karmaşıklığına sahiptir. Ayrıca RLS algoritması sayısal olarak kararsız bir yapıya eğilim göstermektedir. Öte yandan, matris tersi alma ve kararlılık gibi sorunlardan kaçınmak için diğer adaptif yöntemlerden yararlanılabilir [33].

Geri yayılım (GY) algoritması: Öğretme algoritmaları arasında, belirgin bazı avantajlarının olması bu algoritmanın uygulamalarda çok yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Kolay anlaşılması ve matematiksel olarak kolayca ispatlanabilir olması en çok tercih edilen öğretme algoritması olmasını beraberinde getirmiştir. Bu algortmada hatalar çıkış katmanından giriş katmanına doğru geriye yönelik olarak azaltılmaya çalışılmasından dolayı bu algoritma geriye yayılım ismini almıştır. Geriye yayılım algoritması, eğitimde eğitim azalan ve çok katmanlı perseptronları en çok kullanılan temel bir öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritmanın uygulanması, başlangıç ağırlıklarının rastgele seçilmesiyle başlar. Öğrenmeye başladıktan sonra problemin niteliğine göre önceden hazırlanmış giriş verileri giriş katmanına tanıtılır. Daha sonra işlemci elemanları üzerinden çıkış değerleri hesaplanır. Bu çıkışlar kullanılarak yapılan hata bulunur. Hatanın kabul edilemez olduğu durumda, eğitim azaltma ile ağırlıklar yeniden düzenlenir ve giriş katmanına yeniden tanıtılır. Eğer hatalar kabul edilebilir sınırlar içinde ise test işlemine başlanır. Öğretme veya test giriş setindeki veriler, yapay sinir ağının giriş katmanına uygulanır. Daha sonra işlemci eleman üzerinden çıkış verileri hesaplanır. İstenilen değerler ile ağın gerçek çıkışı karşılaştırılır. Yapılan hata kabul edilebilir sınırlar içinde ise giriş setinin uygun olduğuna karar verilir ve test işlemi durdurulur. Aksi takdirde giriş seti değiştirilerek ağın giriş katmanına yeniden tanıtılır [32].

Momentumlu Geri Yayılım Algoritması: Bu algoritmanın uygulamada kullanımı oldukça zaman alıcı olduğundan, bu algoritmanın uygulanacağı eğitim veri setinin seçimi oldukça önemlidir. Uygulamada tercih edilme durumu oldukça düşük olan bu algoritmanın daha hızlı çalışmasına yardımcı olmak için momentum katsayısı geliştirilmiş ve Momentumlu Geri Yayılım Algoritması olarak adlandırılmıştır. Öğrenmeyi etkileyen bir diğer önemli parametre ise öğrenme oranı olup bu oran belirlenirken dikkat edilmesi gereken durumlar söz konusudur. Özellikle Geri Yayılım Algoritması için öğrenme oranının küçük olması öğrenmeyi yavaşlatan bir faktör olurken büyük seçilmesi de ağırlık değişimlerini salınımlı ve kararsız yapabilmektedir. Bu sakıncalarından dolayı, Momentumlu Geri Yayılım Algoritmasında düzeltme miktarını ağırlıklarda uygulanacak olan denklemlere momentum teriminin eklenmesi ile azaltmak mümkündür. Bu katsayı $0 < \delta < 1$

aralığından seçilmelidir. Bu katsayı ağın hem salınım yapmasını engellemekte hem de ağın daha hızlı bir şekilde toparlanmasına yardımcı olabilmektedir [37].

5.11. Danışmanlı ve Danışmansız Öğrenme

YSA'larda öğrenme, “düğümler arasındaki ağırlıkların düğümlerdeki etkinlik veya aktarım işlevlerinin değişkenlerinin ayarlanmasıyla yapılmaktadır” [23]. Temelde bu öğrenme yöntemleri danışmanlı ve danışmansız olarak ikiye ayrılmaktadır.

5.11.1. Danışmanlı öğrenme

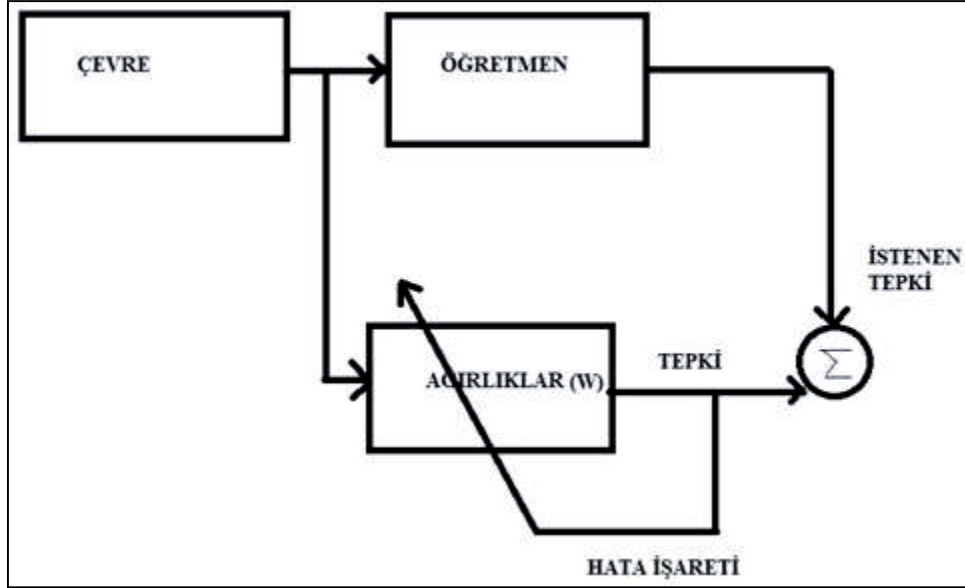
Danışmanlı öğrenme sırasında ağa verilen giriş değerleri için çıktı değerleri de verilir. Ağ verilen girdiler için istenen çıkışları oluşturabilmek için kendi ağırlıklarını günceller (Şekil 5.7). YSA bir sonraki döngüde gerçek çıkış ile istenen çıkış arasında daha yakın karşılaştırma üretebilir. Öğrenme yöntemi bütün işlem elemanlarının anlık hatalarını en aza indirmeye çalışır. Bu hata azaltma işleminde, tolere edilebilir hata değerine ulaşıncaya kadar ağırlıklar devamlı olarak incelenir.

Danışmanlı öğrenmede ilk şart ağın kullanılmadan önce eğitilmesidir. YSA'ya giriş ve çıkış bilgileri sunulur ve ağ eğitilir. Eğitimde kullanılan bilgilerin oluşturduğu küme “eğitim kümesi” olarak isimlendirilir. Her bir giriş için ona en uygun çıkış ağa sağlanır.

Ağın eğitim aşaması tamamlandıktan sonra ağdaki ağırlıklar sabitlenmiş olmaktadır. Bu ağırlıklar bir daha değiştirilemez. Bazı ağ yapılarında ağ çalışırken çok düşük oranda eğitime izin verirler bu işlem ağların değişen koşullara uyum sağlamasına yardımcı olur [23].

YSA'nın sistemin bütün özelliklerini ve ilişkileri öğrenmesi bekleniyorsa, eğitim kümesi daha fazla sayıda ve ihtiyaç duyulan tüm ilişkileri içeren sayıda örnek içermelidir. Eğer YSA sadece tek bir örnekle eğitilirse yalnızca bir olay için çok hassas olur. Diğer olaylar için doğru sonuç vermez. Ancak yapay sinir ağının eğitiminde “daha çok eğitim verisi, daha çok başarıyı getirir” şeklinde bir genelleme

yapılamaz. Eğitim verilerinin homojen oluşu, tutarlı oluşu, gürültüden uzak oluşu eğitim başarısı ile çok yakından ilişkilidir. Aksi durumlara sahip bir veri setinde var olan çok sayıda veri, o eğitimin başarılı olacağı sonucunu çıkaramaz. YSA'ların giriş ve çıkış verileri mutlaka sayısal olmak zorundadır.



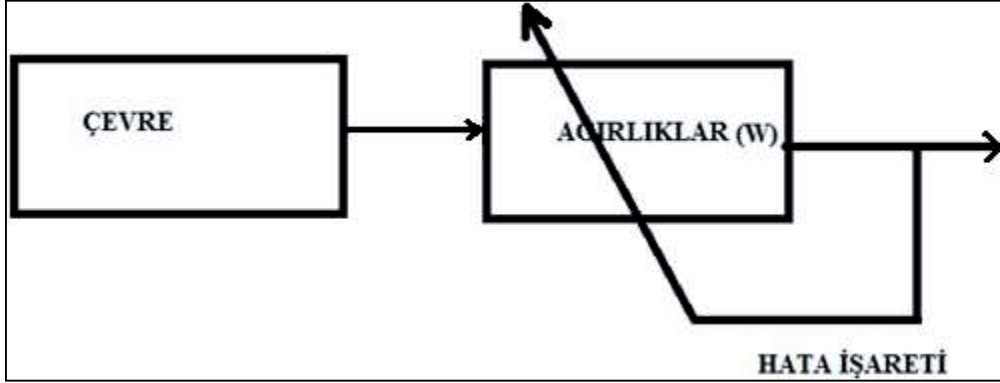
Şekil 5.7. Danışmanlı öğrenmede ağırlıkların verilmesi

Danışmanlı öğrenmede giriş ve çıkış çiftlerinden oluşan eğitim bilgileri vardır. Giriş bilgilerine göre üretilen çıkış değerleri istenen değerle karşılaştırılarak ağırlıkların değiştirilmesinde kullanılacak bilgi elde edilir. Burada önceden belirlenen değerden, giriş ile istenen değer arasındaki fark hata değeri küçük oluncaya kadar eğitime devam edilir. Hata değeri istenen değerden küçük olunca ağırlıklar sonlandırılarak eğitim işlemi sonlandırılır. Eğitim işlemi sırasında her bir eğitim bilgisi çifti için oluşan hata değerlerine göre ağırlıkların değiştirilmesine “örüntü kipi” öğrenme, tüm eğitim kümesi için hataların toplanarak toplam hata değerine göre ağırlıkların değiştirilmesine ise “küme kipi” öğrenme adı verilmektedir [23]. İstenen çıkış verilen girişe karşılık olarak üretilmiyorsa ağırlık çıkış değerindeki hatayı en küçük yapacak şekilde ağırlıkların değiştirilmesi gerekmektedir.

5.11.2. Danışmansız öğrenme

Sistemin istenen çıkış hakkında bir fikri yoktur. Tamamen girişlere göre kendisini örnekler. Ağırlıklarını istenen ya da hedef çıkış olmadan sadece girişe göre ayarlar

(Şekil 5.8). Bu öğrenme çeşidine Hebbian öğrenme, Grossberg öğrenme, Kohonen'in öz örgütlemeli harita ağı örnek gösterilebilir [23].



Şekil 5.8. Danışmansız öğrenmede ağırlıkların verilmesi

Danışmansız öğrenme için belli başlı örneklerden birisi “Kohonen” ağıdır. Kohonen ağında, giriş katmanına ek olarak birbiriyle topolojik olarak ilişkili sinirlerden oluşan tek bir çıkış katmanı vardır [27]. Her bir giriş, çıkış katmanındaki bir sinire bağlıdır. Ağ önceleri rastgele ağırlıklar ile çalışmaya başlar. “Herhangi bir giriş uygulandığında, giriş vektörüne uzaklığı en az olan sinir seçilir ve bu sinire gelen bağlantı giriş ağırlıkları giriş vektörüne yaklaşacak şekilde yenilenir. Bu kazanan sinirle birlikte, onun topolojik komşuluğunda bulunan belli sayıda sinire gelen ağırlıklar da benzeri şekilde değiştirilir. Kazanan sinirin diğer sinirleri ne büyüklükte etkileyeceği zaman içinde değişiklik gösterir” [23].

Danışmansız öğrenme ile gelecekte bilgisayarların kendi kendilerine gerçek robotik hareketleri öğrenebilecekleri öne sürülmektedir

6. TRAFİK KAZALARININ ÖNLENMESİNDE YAPAY SİNİR AĞI MODELİ

6.1. Genel Bakış

Kazaların Önlenmesinde Yapay Sinir Ağı Modeli (KÖYSAM), bir harita üzerindeki yollar için risk değerlendirmesi yapar. Bu değerlendirme sonucunda kişiyi, daha güvenli olacak şekilde alternatif yolları görebilmesini sağlayarak trafik kazalarının sıklıkla görüldüğü tehlikeli yollardan uzaklaştırmayı hedefler. Bunu yapabilmek için eğitim ve test aşamalarında kullanmak üzere bir veri tabanına ihtiyaç duyulmuş ve bu veri tabanı Ankara Emniyet Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Amaca en uygun veri seti olduğuna inanılan bu yapı, Ankara'da gerçekleşmiş trafik kazalarının tespit tutanağından bilgisayar ortamına geçirilen verileri kapsar.

6.2. Çalışma Süreci

Çalışma süresi sırasında ilk olarak gereksinimler belirlenmiştir. Gereksinim analizinde veri tabanı analizi ve programın işlevlerinin araştırılması önemli dönüm noktalarıdır. Ardından sistemin tasarım aşamasına geçilmiş; tasarımda sistem parçalara ayrılarak, bu parçaların her biri için görev dağılımı gerçekleştirilmiştir. Bahsedilen parçalar tek karakterli yapıların ve hibrit yapıların karakterlerinin tanınması olarak ayrılmıştır. Sistemin tasarımı gerçekleştirildiğinde MATLAB uygulama geliştirme ortamındaki kodlama aşamasına geçilerek parçalar ayrı ayrı test edilmiştir. Küçük modüllerin çalışır vaziyette yer aldığı bu sistem daha sonra birleştirilecek ve gerekli entegrasyon yapılmış, uygulama Visual Studio'da hazırlanan ara yüzle birleştirilmiştir.

6.3. Tez Uygulama Aşamaları

KÖYSAM tez çalışması 5 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama; yapay sinir ağı eğitimini tasarlamak, ikinci aşama; gereken parametreleri ve girdileri seçerek veritabanını oluşturmak, üç ve dördüncü aşama; risk oluşturan verileri hesaplayarak analizini yapmak ve son aşama ise yapay sinir ağı eğitimini

gerçekleştirmektedir. Bu işlemlerden sonra web tabanlı bir arayüz ile yapay sinir ağı sonuçlarını entegre ederek uygulama oluşturulacaktır.

6.3.1. Yapay sinir ağı eğitimi ön çalışması

Yapay sinir ağının eğitimi işlemini gerçekleştirmek için Ankara Emniyet Genel Müdürlüğü'nden alınan parçalı veriler tek bir tablo altında birleştirildi. Bu tablo içindeki karakter formatındaki veriler sayısal kodlara çevrildi. Oluşturulan verilerin içinden eğitimde kullanılacak olanlar Microsoft Excel dosyasına aktarıldı. Örneğin Emniyet Genel Müdürlüğü'nden gelen "Hava Durumu" kaza verisi; Acık, Bulutlu, Sisli, Yagmurlu, Karli, Firtinali ve Tipili şeklinde metin halindeyken, sırasıyla 1,2,3,4,5,6 ve 7 olarak kodlandı. Bu veri, kaza olduğu sırada havanın durumunu bildirmektedir ve tutanağı hazırlayan memur tarafından doldurulmuştur. Veri yapısıyla ilgili bütün kodlar EK-1 de verilmiştir.

6.3.2. KÖYSAM veritabanı

Ankara Emniyet Genel Müdürlüğü'nden edinilen veri tabanı MS Access'te saklanmış 2008, 2009, 2010 yıllarında yaşanmış trafik kazalarına ve bu kazaları yaşayan sürücü bilgilerine yer vermektedir. Edinilen veri tabanında belirtilen 3 yıla ait 3 adet kaza tablosu bulunmaktadır. Bu tablolarda DSO_Kaza2008 tablosunda 8897; DSO_Kaza2009 tablosunda 9740; DSO_Kaza2010 tablosunda ise 9989 farklı kazaya ait veriler bulunmaktadır.

6.3.3. Risk

KÖYSAM için risk analizi yapmadan önce risk ve risk ile ilgili bazı kavramları açıklamakta fayda olacaktır. Risk; bir tehlikenin ortaya çıkma olasılığı ve bu tehlikenin ortaya çıktığı anda sebep olacağı etkinin ciddiyeti arasındaki bağıdır [29].

$$[\text{Risk}] = [\text{Olasılık}] \times [\text{Şiddet}] \quad (6.1)$$

Risk formül 6.1'deki eşitliğe göre hesaplanır. Bu formülün verdiği sonucun değerlendirilmesi ile bir riskin kabul olup olmadığı ya da hangi zaman periyodunda

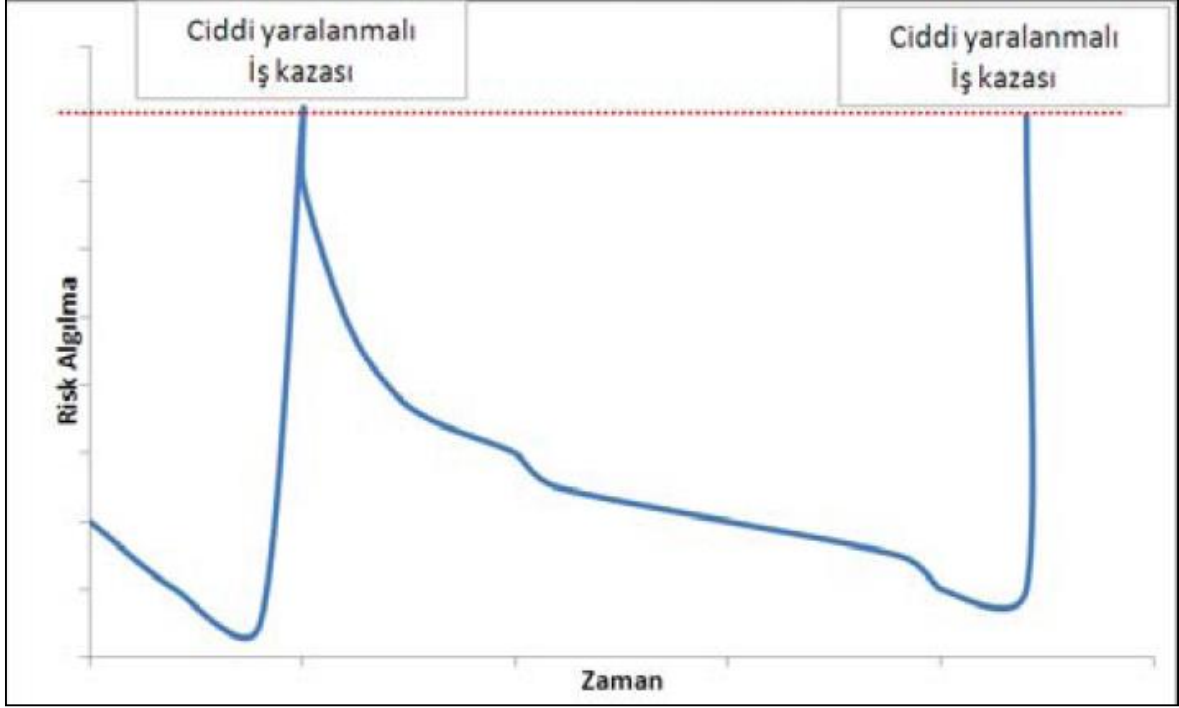
ne ölçüde önlem alınması gerektiği belirlenir. Ortaya çıkacak bir olayın ne şiddette zarar vereceği aşağı yukarı tahmin edilebilir (yüksekten düşmede ölüm ya da ciddi yaralanma, vb.). Çoğunlukla bu konuda çalışanların en çok zorlandıkları da bir olayın ortaya çıkma olasılığının rakamsal olarak ifade edilmesidir.

Risk analizi; riskin büyüklüğünü hesaplayarak riskin tolere edilebilir olup olmadığını karar verme çalışmasıdır. Tehlike ve risk arasındaki farkı açıklamak için birkaç örnek verebiliriz. Örneğin bir tank içerisinde çalışma bir tehlikedir. Bu tank içerisinde kaynak yapan çalışanın yangına maruz kalması ya da kaynak gazlarından zehirlenme olasılığına ve bunun çalışana vereceği etkinin bileşeni risktir. Aynı şekilde ortamda elektrik kaçağının bulunması bir tehlike iken, çalışanın bir elektrik şokuna kapılma olasılığı ve çalışana vereceği hasarın etkisi riski meydana getirir. Bir ortamda yanıcı gazların birikimi tehlike oluştururken, burada bir çalışanın yaralanması veya bir patlamanın meydana gelmesi ve oluşan etki risktir.

Risk algısı; ekonomiden politikaya, taşımacılıktan iş yeri güvenliğine pek çok farklı alanda ilgi uyandıran ve üzerinde çalışmalar yapılan bir konudur. Her ne kadar mühendislik hesaplamalarında risk, tehlikeli bir olayın ortaya çıkma olasılığı ile şiddetinin bileşimi de olsa, özellikle büyük ölçekli sosyal risk yönetiminde yetersiz kalabilmektedir. Burada bir durumun belirsizliği (uncertainty) devreye girer. Bazı sosyal bilimciler ve davranış bilimi uzmanları, sonuçları belirsizlik içeren tehlikeli durum ve davranışları risk olarak tanımlamışlardır. Buradan yola çıkarak, bir kişinin bilgi seviyesi yüksek olduğu sürece davranışlarının belirsizlik içermeyeceği sonucuna varılmaktadır.

Şekil 6.1’de gösterilen risk belirlendiğinde bir önem seviyesinde algılanır. Ancak zamanla önem seviyesinde bir düşüş gösterir. Ciddi bir kaza sonrasında risk algılama seviyesi aniden yükselir. Bu duruma en basit örnek 1999 yılında Marmara Bölgesinde yaşanan deprem felaketidir. O dönemde depreme karşı önlem almak ve mağdurlara yardım amaçlı ilave vergiler kondu, birçok insan evinin güvenli olup olmadığını uzmanlara kontrol ettirdi, gazetelerde her gün olası depremlere karşı nasıl bir hazırlık yapmamız gerektiğine dair yazılar çıktı, her TV kanalı neredeyse kendi deprem uzmanını istihdam etmeye başlamıştı. Bu algının geride kalan 15 yıl

içerisinde nasıl azaldığını ve deprem riskinin kanıksanmaya başladığını ve en son Van ilimizde meydana gelen deprem ile beraber önümüzdeki 30 yıl içerisinde İstanbul'da yaşanması olası depremin tekrar tartışılmaya başlandığını görmekteyiz [29].



Şekil 6.1. Risk algılama grafiği

Risk değerlendirmesi; çalışma ortamı, şartları ya da çevrede var olan tehlikelerden kaynaklanan riskleri, sistematik bir yolla ortaya çıkarmak, yok etmek veya kabul edilebilir seviyeye indirmek için, nitel ve nicel yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalardır.

6.3.4. KÖYSAM için risk analizi

Ankara Emniyet Müdürlüğü'nden temin edilmiş Trafik Kazası Tespit Tutanağı verileri MS Access ortamındaki DSO_KAZA2008, DSO_KAZA2009, DSO_KAZA2010, DSO_SürücüBilgisi2008, DSO_SürücüBilgisi2009, DSO_SürücüBilgisi2010 isimleri ile oluşturulmuş altı adet tablo içerisinde tutulmaktadır. Temin edildiği haliyle veriler eğitim için uygun değildir. Kullanılacak

alanlar karakter halinden sayısal hale getirilerek bilgisayarın anlayabileceği şekilde sayısal bilgiye çevrilerek eğitim için uygun hale getirilmiştir.

Sürücü bilgilerini ve kaza raporlarını içeren tablolar her sene için ayrı ayrı tutulmaktadır. Verilerin eğitime girebilmesi için bu tabloların ilişkilendirilmesi ve birleştirilmesi gerekmektedir. Tablolar içerisinde bir yolun riskinin hesaplanması ile alakalı olmayan nitelikler bulunmaktadır.

Tabloda, metin türünde veri girişi yapılabilen birçok sütun vardır. Yapay sinir ağı eğitilirken, tüm verilerin sayısal ifadelerle gösterilmesi gerekmektedir. Ek-1’de sayısal ifadeler ve bu ifadelerin esas veritabanındaki karşılıkları yer almaktadır. Tablolarda bazı hücrelerdeki değerler boş bırakılmış ya da anlamsız metinler olarak girilmiştir. Bu durum yapay sinir ağının eğitilmesi sırasında tutarsız sonuçlara yol açabilir.

Veritabanında yapay sinir ağı için risk sonucu çıkarabilecek herhangi bir parametre bulunmamaktadır. Yani eğitimde “target” olarak belirtilecek bir veri bloğu yoktur. Bahsedilen bu problemlerden ötürü veritabanı önışlemeden geçirilmiştir.

Veri önışleme işlemleri bir kere yapıp daha sonra tekrar gözden geçirilmeyen işlemler değildir. Çünkü eğitimlerde karşılaşılan problemler verileri tekrar gözden geçirmeyi zorunlu tutmuştur. Eğitim aşamasında karşılaşılan problemler sonucunda eğitilecek veri setindeki birçok nitelik ağın eğitiminde hatalara sebep olduğundan çıkarılmak zorunda kalmıştır.

Projenin ilk aşamalarında yapılmış veritabanı işlemleri ilgili projenin ara raporunda detaylandırılmış ancak bahsedilen o yöntemin de dışına çıkılma zorunluluğu oluşmuştur.

Veritabanı önışlemlerinin başlangıç aşamasında, karakter katarı (string) tipindeki veriler sayısal hale dönüştürülmüştür. Bütün nitelikler altındaki sınıflar sayısallaştırıldıktan sonra boş veri içeren kayıtlar silinmiş veya hatalı girildiği tespit edilen veriler düzeltilerek hesaplamaya dâhil edilmesi sağlanmıştır.

Verilerin sayısallaştırılması ve temizlenmesi aşamalarından sonra bütün kayıtlar için gerekli bir “sonuç” niteliği bulunmaya çalışılmıştır. Bu değerin 0 veya 1 olmasına karar verildikten sonra Formül 6.1’deki genel tanım kullanılarak Formül 6.2’deki ifadeye göre bütün kayıtlara sonuç değerleri atanmıştır. Burada r değeri ilgili kayda ait risk puanını, j_c değeri j konumundaki kazaların sayısını, d ve i değerleri ise sırasıyla ilgili kayda ait ölü ve yaralı sayılarının toplamalarını vermektedir. Ancak bir insanın yaralanması ile ölmesi aynı kabul edilemeyeceğinden k (yaralanmalı kaza) ve m (ölümlü kaza) katsayılarıyla ölümlere ve yaralanmalara özel değerler atanmaktadır. Formüldeki k değeri 1 (yaralanmalı kazalar düşük risk olduğundan); m değeri 5 (ölümlü kazalar yüksek risk olduğundan) ve Δ değeri ise 1 (eşik değeri) olarak alınmıştır. Çok sayıda deneme sonucunda bu katsayıların olumlu sonuç verdiği gözlenmiştir. Formül 6.2’deki ise bir noktanın riskli sınıfına dâhil edilebilmesi için belirlenen eşik değerdir. Bu değer riskli ve risksiz etiketlerini ikiye böler niteliktedir ve YSA eğitimlerinde denemeler sonucunda bulunan en uygun eşik değer son ağ için de kullanılmıştır.

$$r = \begin{cases} 1 & \text{eğer } [j_c \times ((k \times d) + (m \times i))] > \Delta \\ 0 & \text{eğer } [j_c \times ((k \times d) + (m \times i))] \leq \Delta \end{cases} \quad (6.2)$$

Risk etiketleri de belirlendikten sonra düzenlenmesi gereken diğer nitelikler koordinat bilgisini veren niteliklerdir. Bu niteliklerin çıkarılıp yerlerine bir nokta ifadesinin koyulması şarttır. Ancak elde edilecek noktalar hemen hemen her kayıt için ayrı olduğundan bu X ve Y değerleri virgülden sonra sırasıyla 2,3 ve 4 dijital hassasiyete getirilmiş ve X ve Y noktalarının tamamı bir bölge olarak sayılarak bu noktalara nümerik etiketler atanmıştır. Bu işlemler sonucunda 23.618 adet farklı nokta oluşmuştur. Bu bölgelerin oluşturulmasında diğer bir sebep; kaza tutanağı hazırlanırken verilerin doğru yapılmayıp yaklaşık değerler yazılmasıdır.

Uygulamanın anlamlandırılması için bilinmesi gereken bir başka kısım var olan veri tabanlarından birçok niteliğin çıkarılmış olduğu ve geriye sadece “konum (bölge)”, “ay”, “gün”, “saat”, “hava durumu”, “araç cinsi”, “yaralı-ölü sayısına göre puanlama”, “konumdaki kaza sayısı” ve Formül 6.1’e göre hesaplanmış olan “risk” bilgisinin kaldığı ve bu 9 nitelikte eğitimlerin gerçekleştirildiğidir. Diğer nitelikler

çoğunlukla belirsiz değerler aldığından, eğitimlerde ezbere düşmeye sebep olduğundan çıkarılmıştır.

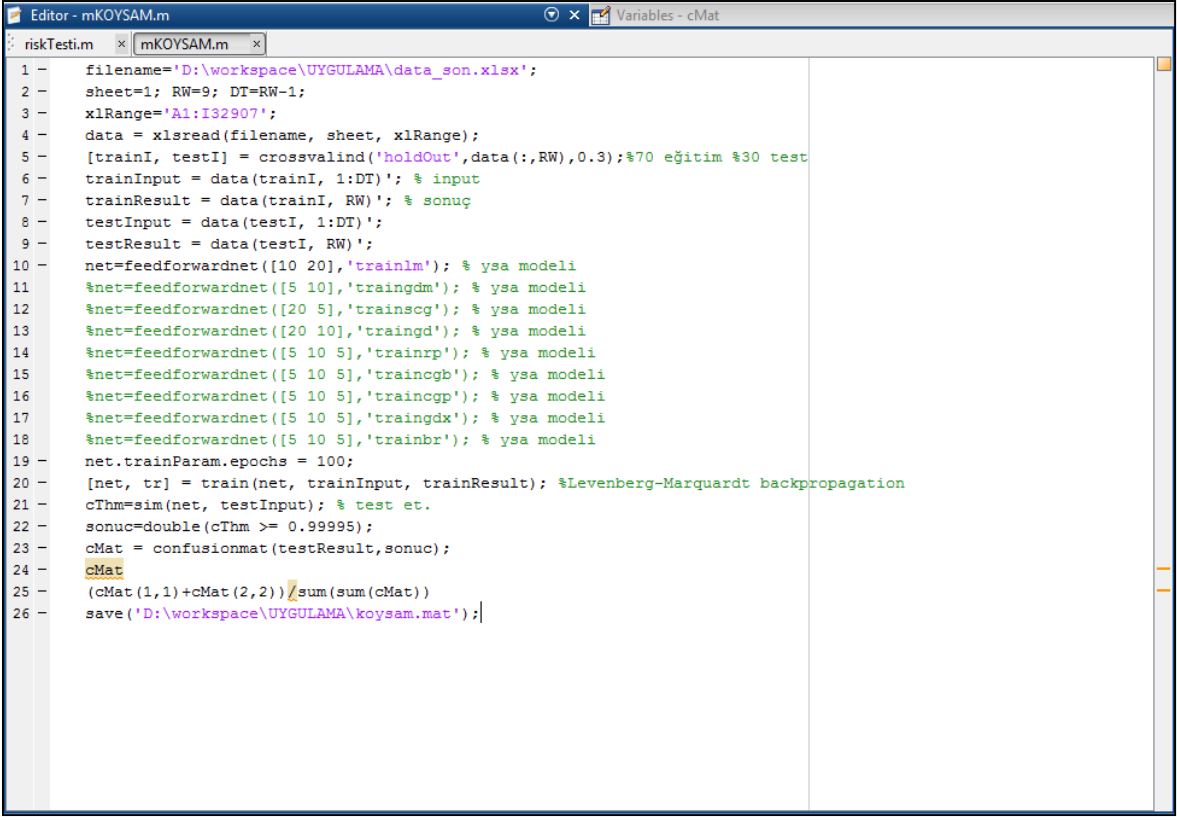
6.3.5. YSA eğitimi

Bu tezdeki asıl amacımız Emniyet Genel Müdürlüğünden elde ettiğimiz verilerin dışında sonraki yıllara ait veriler olmadan risk oluşturabilecek bölgeleri tespit ederek sürücüyü olası bir kazadan korumak olacaktır. Bu durumda verilerimizi eğitim ve test olarak 2 kısma ayıracağız. Önce eğitim verilerimizle ağıımızı eğitip, sonra eldeki gerçek test verilerini ağ üzerinde doğru sonuç verip vermeyeceklerini deneyeceğiz.

A1									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	4	5	4	2	5	1	1	0
2	1	4	11	4	4	5	1	1	0
3	2	10	20	3	1	5	1	1	0
4	3	1	30	4	1	5	4	1	1
5	4	1	18	3	1	5	2	2	1
6	4	9	30	4	1	5	1	1	0
7	4	9	30	4	1	5	3	1	1
8	4	9	30	4	1	10	3	1	1
9	5	1	29	3	2	5	1	1	0
10	6	6	26	4	1	5	5	2	1
11	7	6	12	1	1	9	1	1	0
12	8	7	12	3	1	5	2	1	1
13	8	7	12	3	1	7	2	1	1
14	9	9	15	3	1	5	1	1	0
15	10	10	25	4	1	5	3	1	1
16	10	10	25	4	1	10	3	1	1
17	11	7	19	1	1	5	6	1	1
18	12	9	22	3	2	5	1	1	0
19	13	10	25	3	1	9	1	1	0
20	14	11	29	2	2	5	1	1	0
21	15	9	18	4	1	5	1	1	0
22	16	7	11	4	1	6	1	2	1
23	17	9	28	4	1	5	5	1	1
24	18	3	20	2	1	5	1	1	0
25	19	7	31	3	1	5	2	2	1
26	20	1	3	3	5	5	9	1	1
27	21	6	20	4	1	5	6	2	1
28	22	1	9	4	3	5	1	2	1

Resim 6.1. YSA eğitimi için Excel formatında örnek veriler

Resim 6.2.'de giriş ve çıkış değerlerinin Excel formatındaki hali görülmektedir. A sütunu Konum, B sütunu Ay, C sütunu Gün, D sütunu Saat dilimini, E Sütunu Hava Durumu, F sütunu Araç Cinsini, G sütunu Yaralı ve Ölü sayısına göre elde edilen puanı ve H sütunu ise Toplam kaza sayılarıdır. Çıkış değerleri için Formül 6.1 kullanılarak I sütunu elde edilmiştir. Emniyet Genel Müdürlüğünden elde edilen veriler düzenlendikten sonra kullanılacak veri miktarının 32.907 adet olduğu tespit edilmiştir. Şimdi, eldeki bu verinin %70'ini eğitim ve %30'unu test verisi olarak kullanacağız.



```

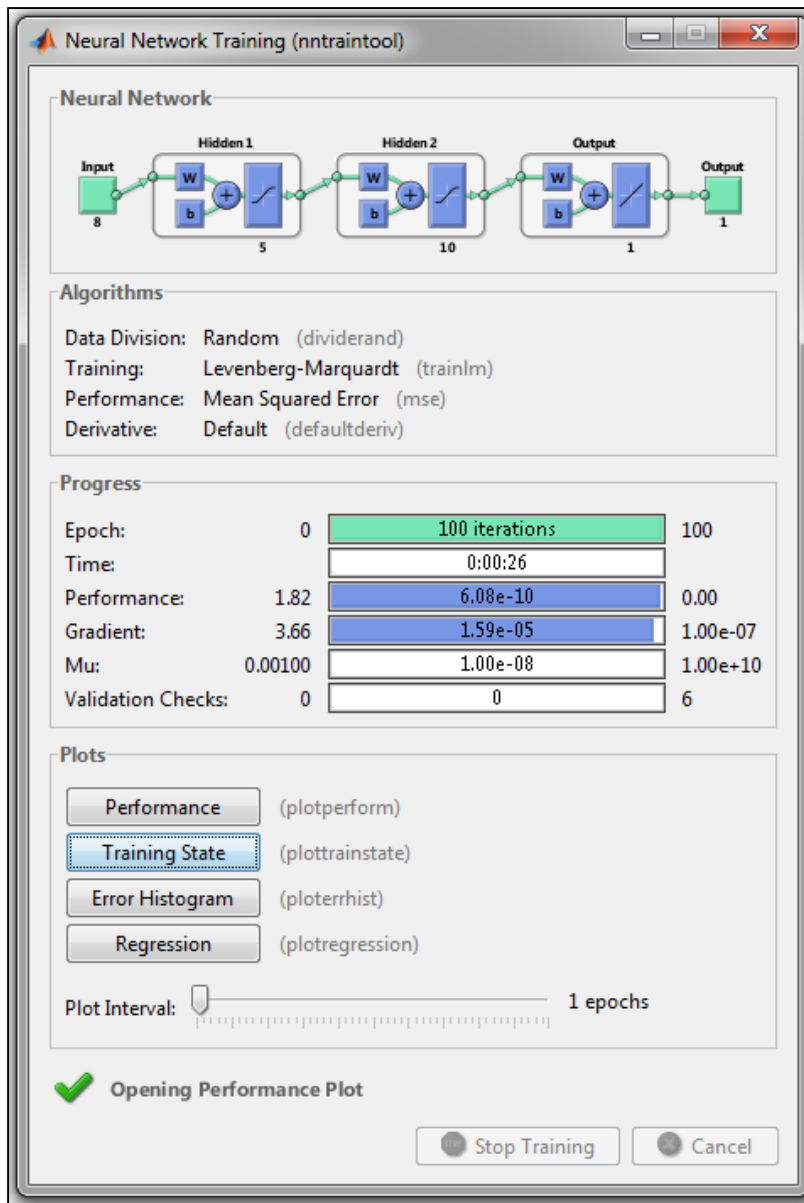
1 - filename='D:\workspace\UYGULAMA\data_son.xlsx';
2 - sheet=1; RW=9; DT=RW-1;
3 - xlRange='A1:I32907';
4 - data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
5 - [trainI, testI] = crossvalind('holdOut',data(:,RW),0.3);%70 eğitim %30 test
6 - trainInput = data(trainI, 1:DT)'; % input
7 - trainResult = data(trainI, RW)'; % sonuç
8 - testInput = data(testI, 1:DT)';
9 - testResult = data(testI, RW)';
10 - net=feedforwardnet([10 20],'trainlm'); % ysa modeli
11 - %net=feedforwardnet([5 10],'traingdm'); % ysa modeli
12 - %net=feedforwardnet([20 5],'trainscg'); % ysa modeli
13 - %net=feedforwardnet([20 10],'traingd'); % ysa modeli
14 - %net=feedforwardnet([5 10 5],'trainrp'); % ysa modeli
15 - %net=feedforwardnet([5 10 5],'traincgb'); % ysa modeli
16 - %net=feedforwardnet([5 10 5],'traincgp'); % ysa modeli
17 - %net=feedforwardnet([5 10 5],'traingdx'); % ysa modeli
18 - %net=feedforwardnet([5 10 5],'trainbr'); % ysa modeli
19 - net.trainParam.epochs = 100;
20 - [net, tr] = train(net, trainInput, trainResult); %Levenberg-Marquardt backpropagation
21 - cThm=sim(net, testInput); % test et.
22 - sonuc=double(cThm >= 0.99995);
23 - cMat = confusionmat(testResult,sonuc);
24 - cMat
25 - (cMat(1,1)+cMat(2,2))/sum(sum(cMat))
26 - save('D:\workspace\UYGULAMA\koyam.mat');

```

Resim 6.2. MATLAB eğitim ve test kodlaması

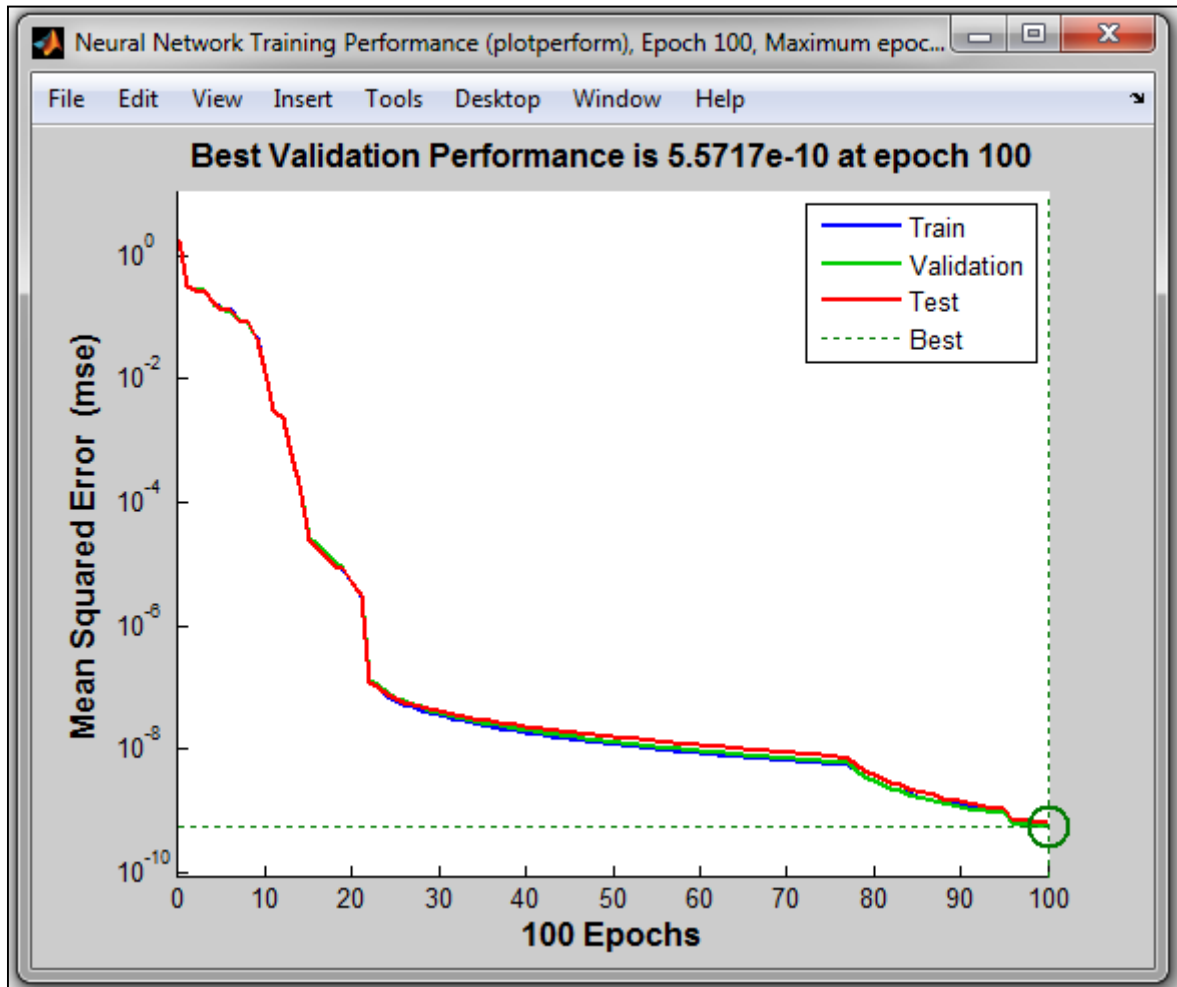
Yapay sinir ağı eğitimi işlemi için gerekli kodlar Resim 6.2'de gösterilmektedir. Daha yüksek bir başarı oranına sahip olduğundan dolayı "LM" algoritması tercih edilmiştir. Kodlamada öncelikle veri dosyasının yeri tanımlanmıştır. Excel formatındaki bu dosyadaki 1. çalışma kitabı kullanılacağı belirtilmiştir. 3.satırda, çalışma kitabında A1 hücresinden 32907. satırdaki I hücresine kadar olan verilerle çalışılacağı belirtilmiştir. 4. satırda Excel programından verinin alınması sağlanmıştır. 5. satırda verilerin %70'inin test, %30'unun da eğitim için

kullanılacağı, 6. satırda ise ilk 4 sütunun eğitim için “girdi” verisi olduğu, 7. satırda ise 5. sütunun yine eğitim için “çıktı” verisi olduğu tanımlanmıştır. 8. ve 9. satırda ise bu kez bu tanımlamalar test için yapılmıştır. 10. satırda YSA için hangi algoritma kullanılacağı bilgisi tanımlanmıştır. Yukarıda da bahsedildiği sebeplerde dolayı ileri beslemeli ağ nesnesi (feed forward) oluşturup “LM” öğrenme algoritması kullanılmıştır. 19. satırda ise eğitim işlemi tamamlanmış ve sonraki satırda test işlemi gerçekleştirilmiştir. 25. satırda Karışıklık (Confusion) matrisi ekrana yazdırılarak başarı oranı hesaplanmıştır. Son satırda ise, kodlar çalıştıktan sonra bütün neticelerin diske kaydedilmesi sağlanmıştır.



Resim 6.3. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı şeması

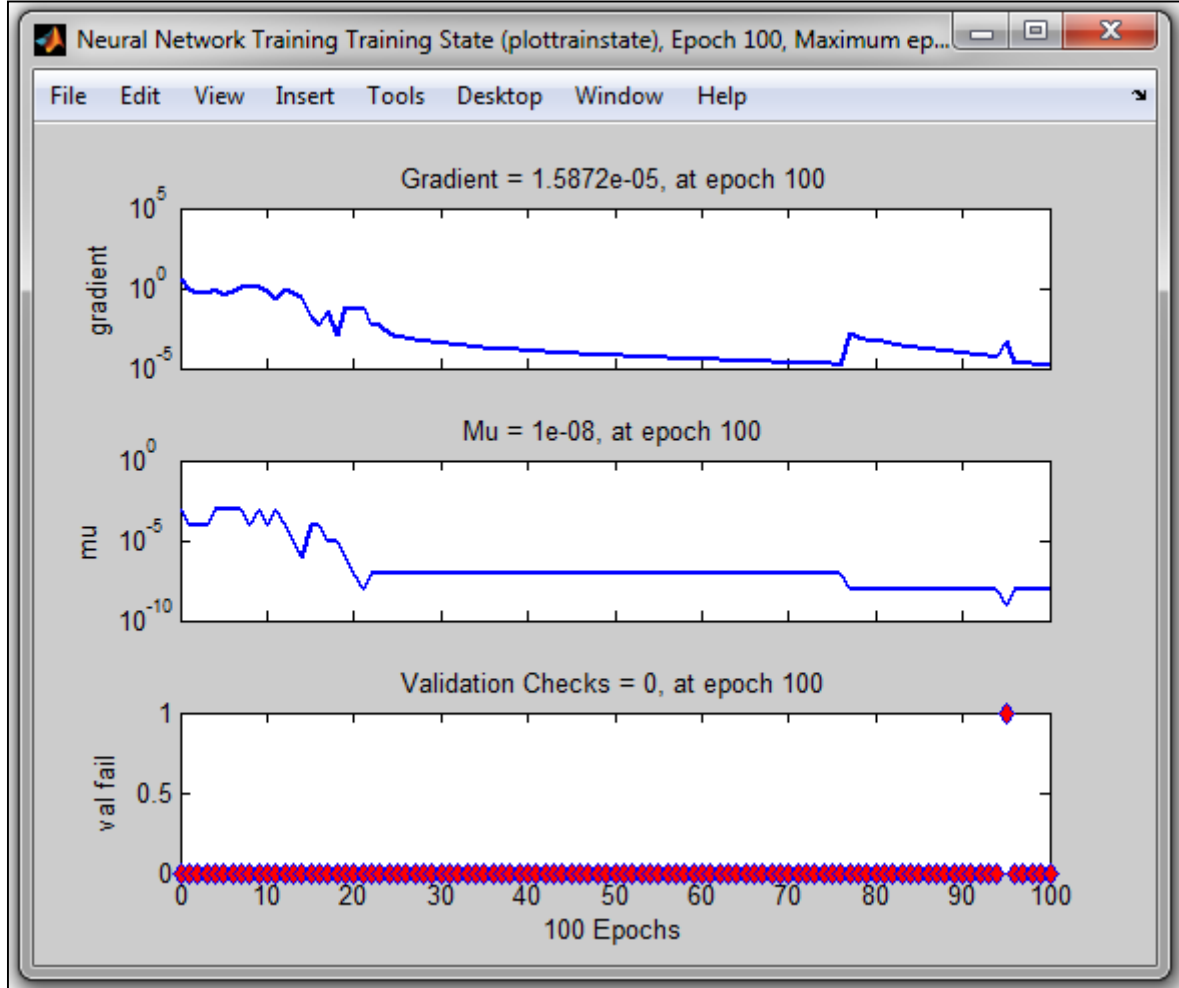
Kodlar çalıştırıldığında Yapay Sinir Ağı'nın eğitimin yapıldığı arayüz açılır ve tanımlanan sayıda iterasyon (epoch) çalışmaya başlar. Oluşan çok katmanlı “perceptron” yapısı Matlab ortamında Resim 6.3’deki “Neural Network” çerçevesindeki gibi şematize edilmiştir. Burada transfer fonksiyonlarını grafiklerinden ayırt etmek ve katmanlar içindeki nöron sayısını görmek mümkündür. Bu eğitim sonunda elde edilen sonuçlara ait grafikler şunlardır.



Resim 6.4. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı başarı grafiği

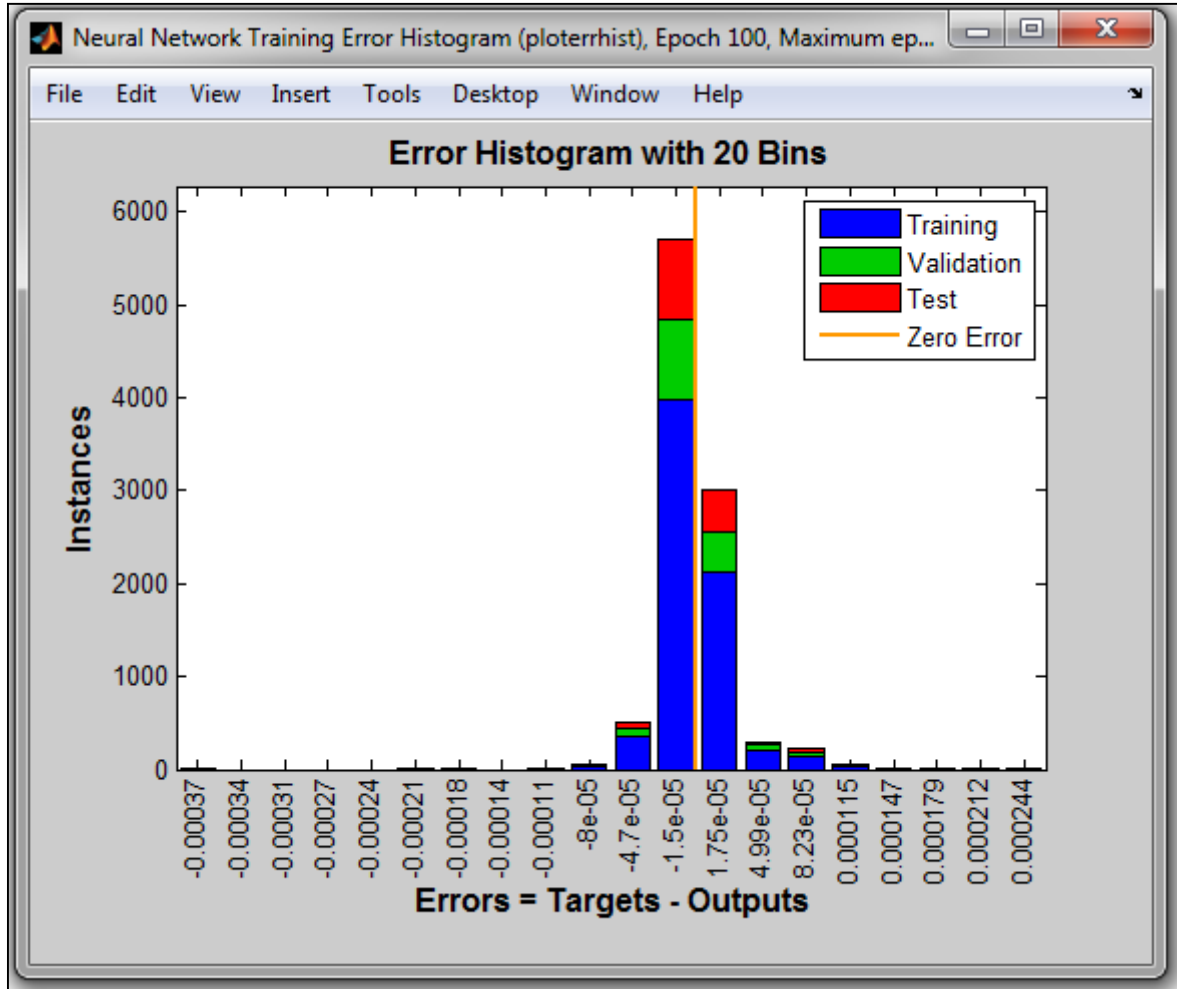
Eğitim sonunda elde edilen sonuçlara göre eğitim, doğrulama ve test eğrilerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir (Resim 6.4). Bu, mükemmel sonuç anlamına gelmektedir. En doğru noktanın 100. İterasyondaki (epochs) $5.5717e-10$ hata noktası (mean squared error: hatalarının karelerinin toplamının hata sayısına bölümü) olduğu gözükmemektedir.

Resim 6.5’de eğitim sonucunda ağın eğitim durumunu gösteren grafiklerde 100 iterasyon için Gradient ve Mu (uyarlanan) değerlerine göre hata değerlerinin çok düşük olduğu ve başarı oranının yüksek olduğu gözükmemektedir.



Resim 6.5. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı eğitim durumu grafiği

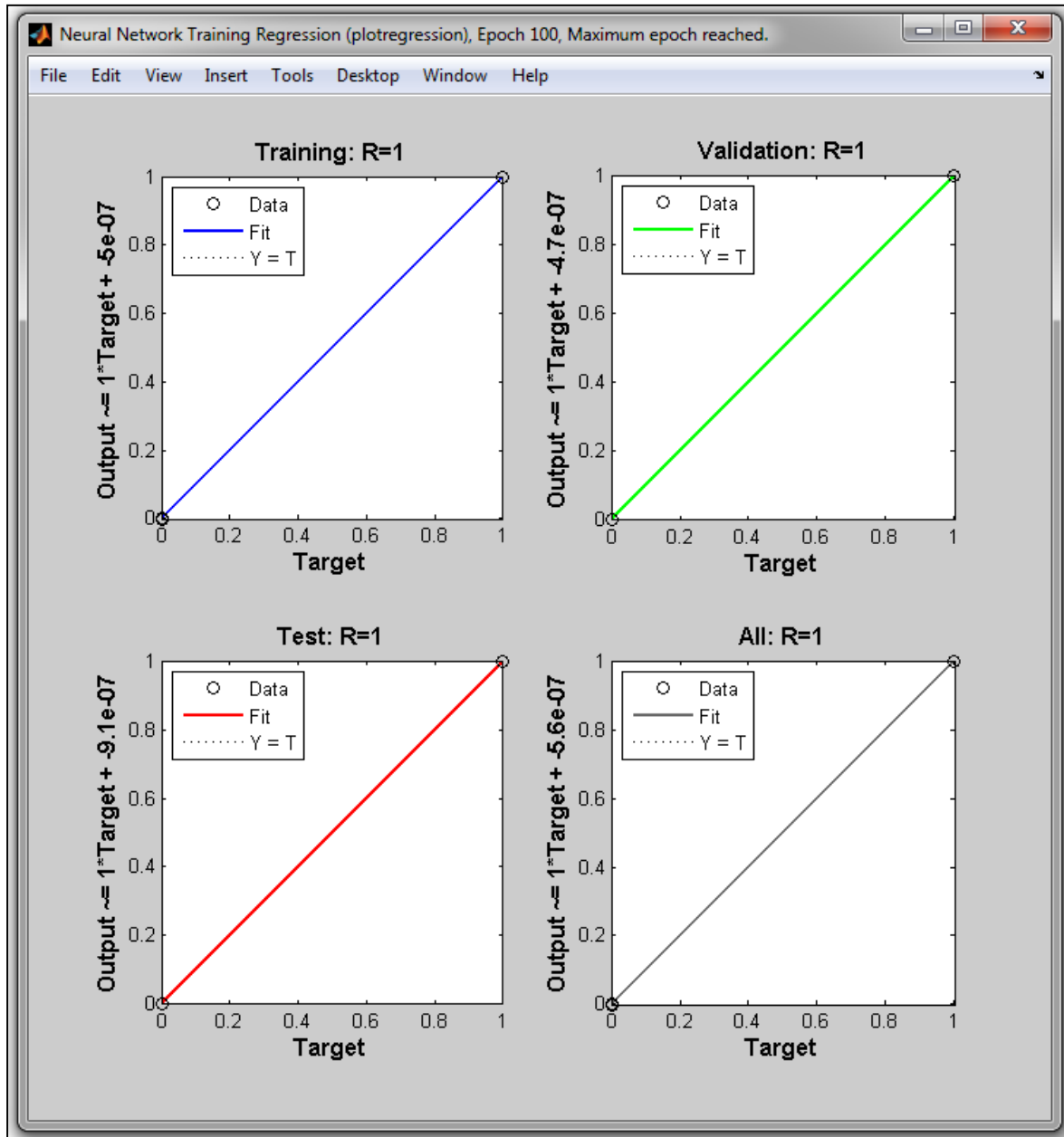
Resim 6.6’da hedefler ve çıktılar arasındaki hata değerlerinin (fark değerlerinin) işlem aşamasına göre grafiği gözükmemektedir. Eğitim, doğrulama ve test çubukları sırasıyla mavi, yeşil ve kırmızı olarak gösterilmiştir. Turuncu çubuk hata olmayan durumları göstermektedir. Eğitim ve test aşamasında yapılan denemelerde başarı yüzdesinin çok yüksek olduğu gözlenmiş ve eşik değeri ile oynanarak yüzdenin düşürülmesine gerek duyulmuştur. Başarı oranının çok yüksek olması, algoritmanın riskli bölgeleri ezberlemesi anlamına gelecektir ki bu durum trafik kazalarında bir olasılık hesaplarken istenen bir sonuç değildir.



Resim 6.6. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı hata grafiği

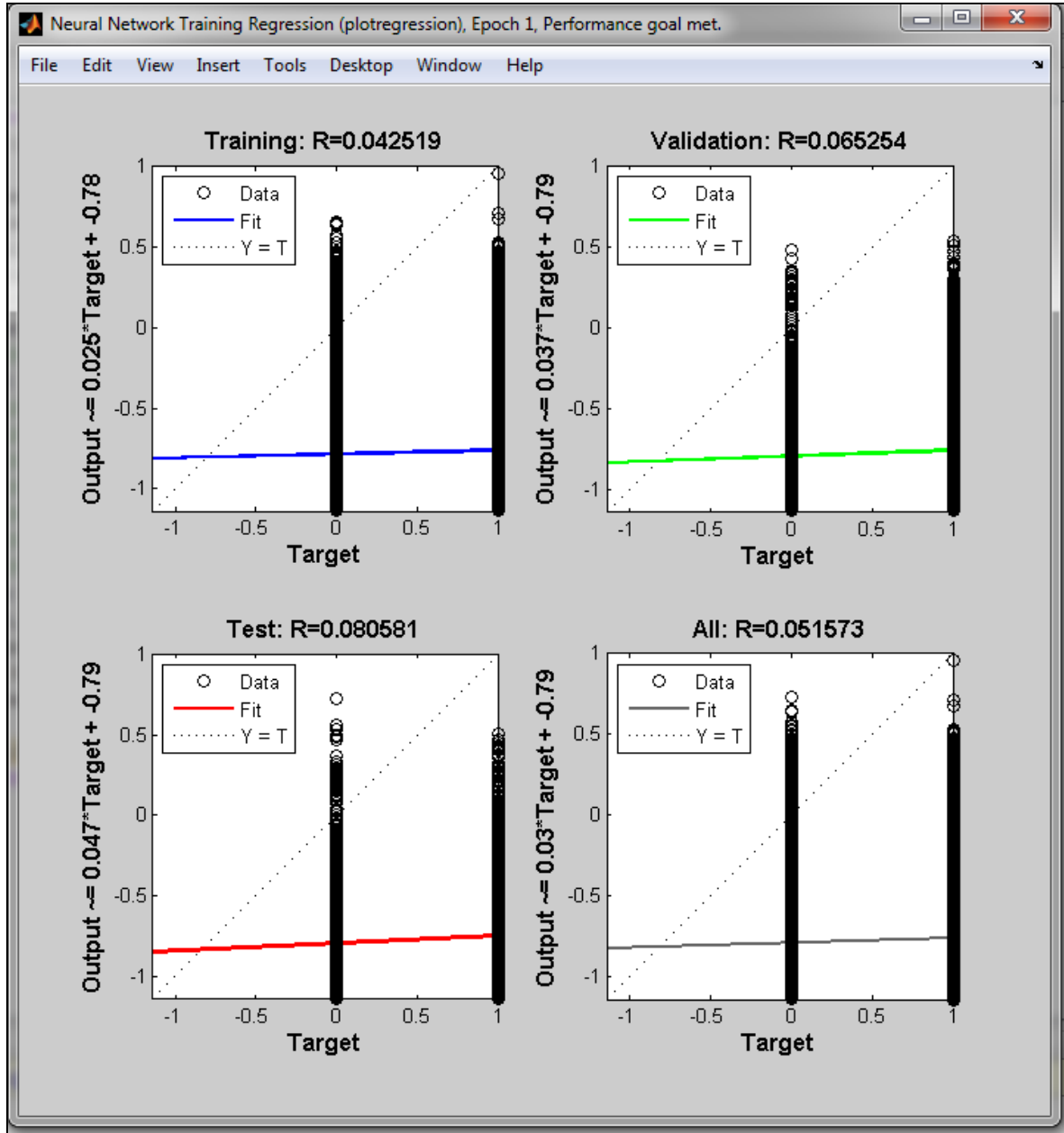
Resim 6.7'de Hedef ve çıktı verileri arasındaki ilişkiyi çözümlemek için regresyon (korelasyon) analizi yapılmış ve 100 iterasyon sonucunda oluşan eğitim, doğrulama ve test sonuçlarının hedef ve çıktı arasındaki regresyon grafikleri verilmiştir. Grafiklere göre regresyonun 1 (bir) olduğu ve çözümlemenin mükemmel sonuç verdiği görülmektedir.

Bütün bu grafikler sonucunda hedef verilerle sonuç verilerin birbiriyle örtüştüğü ve Emniyet Genel Müdürlüğünden alınıp analiz edilen verilerle, yapay sinir ağı modelinden ulaştığımız verilerin birbiriyle tutarlı olduğu ve hata payının bazı denemelerde %0.05 (başarı oranı %99.95) oranında olduğu gözlemlenmiştir.



Resim 6.7. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı regresyon grafiği (LM Algoritması için)

Yapılan onlarca eğitim sonucunda elde edilen en iyi sonuçlar Çizelge 6.1'de görüntülenmektedir. Levenberg-Marquardt (trainlm) algoritması, bu veri seti için en iyi sonuçları doğurmuş bu yüzden çizelgede diğer algoritma çalışmalarına yer verilmemiştir. Örneğin; Gradient Descent with Momentum (traingdm) algoritması uygulandığında regresyon değerleri, eğitim için 0.042519, test için 0.080581 doğrulama değeri için 0.065254 ve son olarak ortalama 0.051573 gibi 0'a yakın değerlerde çıkmaktadır (Resim 6.8).



Resim 6.8. MATLAB yazılımında yapay sinir ağı regresyon grafiği (GDM algoritması için)

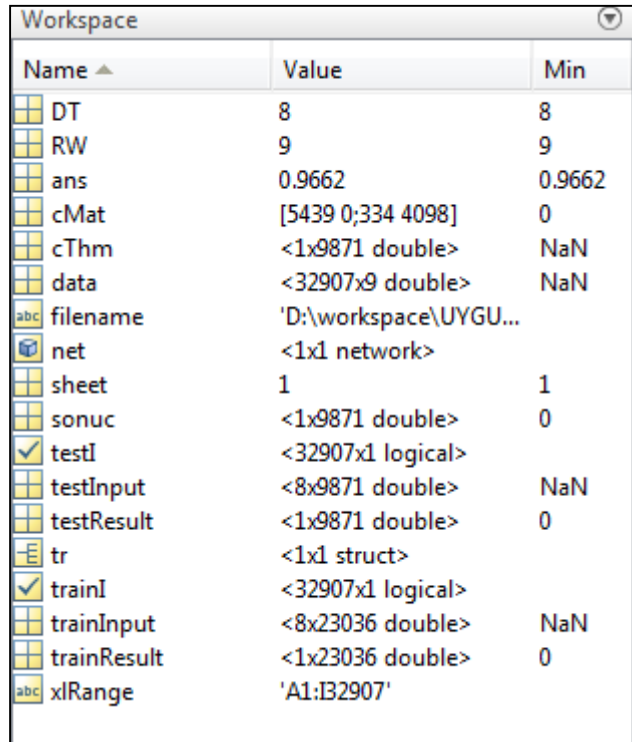
Eğitim işlemleri Çizelge 6.1’de görülen dört farklı algoritma için yapılan denemelerde sadece Levenberg-Marquardt (LM) algoritması başarı ile sonuçlanmıştır. Bu çizelgede yer alan veriler, her bir algortmada elde edilen en başarılı yüzdelere aittir.

Çizelge 6.1. Çeşitli algoritmalarla göre bazı test sonuçları

Eğitim Fonksiyonu	Giriş Katmanı Nöron Sayısı	Ara Katman Nöron Sayısı	Çıkış Katmanı Nöron Sayısı	Doğru Negatif (Yanlış olan "1" sayısı)	Doğru Pozitif (Doğru olan "1" sayısı)	Yanlış Negatif (Yanlış olan "0" sayısı)	Yanlış Pozitif (Doğru olan "0" sayısı)	Başarı Yüzdesi (%)
LM	5	10	10	0	4 427	5	5 439	99.95
LM	40	10	1	0	2 160	2 277	5 435	96.62
LM	10	20	5	0	4 098	334	5 430	96.62
LM	10	5	5	0	3 258	1 174	5 439	88.11
GDM	5	10	1	9025	7312	3030	3667	55.10
GD	20	10	1	2962	2470	7872	9730	52.97
SCG	20	5	1	582	629	9760	12063	45.10

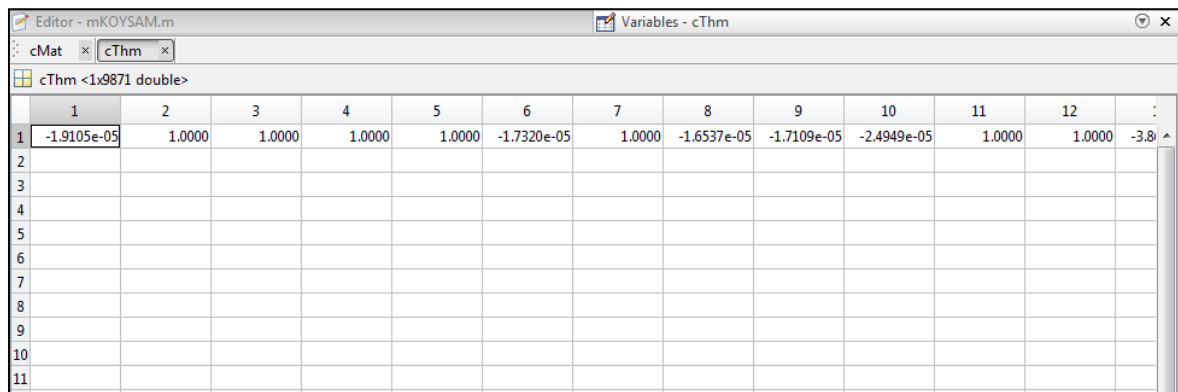
Çizelge 6.1’de yer alan ve “Doğru Pozitif” olarak yer alan nitelik aslında “riskli bir bölgeyi riskli olarak işaretleme”; “Doğru Negatif” olarak işaretlenen alan “riskli bölgeyi risksiz olarak işaretleme”; “Yanlış Pozitif” olarak işaretlenen alan “risksiz bir bölgeyi risksiz olarak işaretleme” ve “Yanlış Negatif” ise “risksiz bir bölgeyi riskli olarak işaretleme” işlemidir. Bu nitelikler literatürde geçen haliyle verilmeye çalışılmıştır. Bu değerler MATLAB ortamında elde edilen örnek verilerdir. Yazılımın “workspace” ekranında, yapılan işlemlerin bir özeti listelenir (Resim 6.9). “Name” sütunu tıklandığında istenen veriler Excel yapısına benzer bir görüntüde ekrana yazdırılır (Resim 6.10). Örneğin ağırlık değerleri 10 ve 20 verilen ve LM algoritması ile eğitimden geçirilen veriler Resim 6.9’deki gibi ekrana gelir. Workspace’deki cThm satırında 9 871 adet verinin test edildiğini görmekteyiz ki bu sayı, toplam verinin (32 907 adet) %30’una karşılık gelir. cMat satırı bize “Karışıklık (Confusion) Matrisi” ni verir. LM algoritması ile eğitilen veride 10 ve 20 ağırlık değerleri ile test edilen örnekte Eşitlik 6.3’deki matris elde edilir.

$$cThm \text{ (Karışıklık Matrisi)} = \begin{bmatrix} 5430 & 0 \\ 334 & 4098 \end{bmatrix} \quad (6.3)$$



Name	Value	Min
DT	8	8
RW	9	9
ans	0.9662	0.9662
cMat	[5439 0;334 4098]	0
cThm	<1x9871 double>	NaN
data	<32907x9 double>	NaN
filename	'D:\workspace\UYGU...	
net	<1x1 network>	
sheet	1	1
sonuc	<1x9871 double>	0
testI	<32907x1 logical>	
testInput	<8x9871 double>	NaN
testResult	<1x9871 double>	0
tr	<1x1 struct>	
trainI	<32907x1 logical>	
trainInput	<8x23036 double>	NaN
trainResult	<1x23036 double>	0
xlRange	'A1:I32907'	

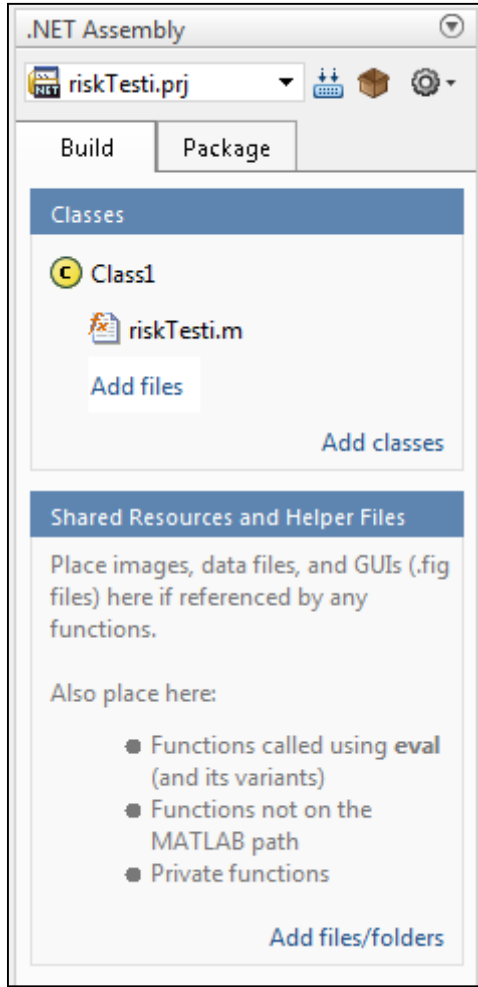
Resim 6.9 MATLAB yazılımında 10 20 ağırlıklı LM algoritması eğitim sonuçları



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...
1	-1.9105e-05	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-1.7320e-05	1.0000	-1.6537e-05	-1.7109e-05	-2.4949e-05	1.0000	1.0000	-3.8e-05
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													

Resim 6.10 MATLAB yazılımında 10 20 ağırlıklı LM algoritması test sonuçları

Google harita uygulamasını çalıştırmak için MATLAB yazılımındaki .NET Assembly özelliği kullanılır. Bu özellikle Visual Studio'nun anlayabileceği bir kütüphane dosyası oluşturulur ve bu dosya oluşturulan uygulamanın içine gömülerek çalışmasına imkân tanınır (Resim 6.11).



Resim 6.11 MATLAB yazılımının Visual Studio ile entegrasyonunu sağlayan ara yüzü

6.4. Uygulama Yazılımı

6.4.1. Uygulama form ara yüzü

Visual Studio 2010 Yazılım Geliştirme Ortamı'nda seyahate başlanacak nokta ile hedef noktanın ve hava durumu, araç cinsi gibi gerekli diğer parametrelerin girileceği bir ara yüz hazırlanmıştır. Resim 6.12'de hazırlanan uygulamanın ara yüzü gösterilmiştir.

Resim 6.12'de uygulamanın başlangıç formunda, Google Maps uygulaması aracılığıyla Ankara il sınırlarının alındığı harita ekrana gelmiştir. Bu haritada 39.934486,32.850494 koordinatları referans noktaları olarak alınmış bu sayede Ankara il sınırlarının haritada ön değer olarak gelmesi sağlanmıştır. Güzergâh

girişi olarak adlandırdığımız kaynak ve hedef noktalarına başlangıç değeri atayarak “Rota hesaplanmasına” uygun hale getirilmiştir. Parametre ekranında ise Ay, Gün, Saat, Hava Durumu ve Araç Cinsi değerleri birinci seçenekleri ön değer olarak seçili halde risk analizinin yapılabileceği hale getirilmiştir.

The screenshot shows the KOYSAM web application interface. The top section is titled "GÜZERGAH GİRİŞİ" (Route Entry). It contains input fields for "Başlangıç Noktası" (Start Point) and "Hedef Noktası" (Destination Point), both set to "39.94.32.85". Below these is a "Rota Hesapla" (Calculate Route) button. To the right of the input fields is a text box containing the text "KAZALARI ÖNLEMEDE YAPAY SİNİR AĞI MODELİ WEB UYGULAMASI (GOOGLE MAPS ÜZERİNDE)".

The right side of the interface is titled "PARAMETRELER" (Parameters). It contains several dropdown menus: "Ay" (Month) set to "1-Ocak", "Gün" (Day) set to "1", "Saat" (Time) set to "00:00-05:59", "Hava Durumu" (Weather) set to "1-Açık", "Araç Cinsi" (Vehicle Type) set to "1-Bisiklet", and "Bölge" (Region). Below these is a "Risk Analizi" (Risk Analysis) button.

The bottom section is titled "SONUÇ" (Result). It contains a table with the header "GÜZERGAH RİSK" (Route Risk) and columns "Koordinat" (Coordinate), "Bölge" (Region), "ID", and "RİSK". The table is currently empty.

The bottom half of the interface is a map of Ankara, showing various districts and roads. The map is titled "Alternatif Güzergahlar" (Alternative Routes) and "Güzergah belirsiz" (Route is uncertain). The map shows a route starting from the center of Ankara and extending towards the east and south.

Resim 6.12. KÖYSAM uygulama ara yüzü, başlangıç formu

6.4.2. Google Maps API

Google Maps, Google tarafından sağlanan web tabanlı bir harita hizmet uygulamasıdır. İlk çıktığı sıralarda “Google Local” ismiyle bilinen ve daha sonraları “Google Maps” ismiyle anılmaya başlayan bu teknoloji ticari olmayan amaçlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Fakat yayınlanan haberlere göre 1 Ocak 2012 tarihinden itibaren, Google Maps API hizmetine erişimde 25.000 harita hitini aşan sitelerin, Google tarafından ücretlendirilmesine karar verilmiştir [43]. Google Ride Finder, Google Transit gibi harita temelli birçok servis, altyapısında Google Maps teknolojisini kullanmaktadır. Bunun dışında birçok web sitesi, seyahat şirketleri bu teknoloji ile yakından ilgilenmektedir. Özellikle otel rezervasyon sitelerinde, emlak sitelerinde, kurum ve kuruluşların sitelerinde adres tarifi amacı ile bir kullanımı vardır [44].

Google Maps API'si; içeriğinde uydu görüntülerini, şehir haritaları, yol haritalarını ve bazı ülkeler için trafik bilgilerini içermektedir. Bunun yanında yayalar, araçlar ve toplu taşıma araçları için rota planlama işini yapan bu teknoloji gün geçtikçe artan yeni özellikleri ile kullanıcıların yaşamını kolaylaştırmaktadır [44].

Google Maps API teknolojisi, yazılım geliştiricilerin bu teknolojiyi kullanması için birçok kolaylık sağlamaktadır. Özellikle web sayfası geliştiricilerinin sıkça kullandığı bu teknoloji, özel ve kurumsal şirketlerin web sitelerinde adres bilgisini dağıtmak, rota hesabı yapmak, ulaşım süresini tahmin etmek vs gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Peki yazılım geliştirme ortamına bu teknoloji nasıl dahil edilmektedir? Google Maps içerisinde yer alan her nokta, x ve y ile gösterilen bir koordinat değerine sahiptir. Noktaların koordinatlarından yararlanarak erişilmek istenen bölgeye erişilir. Yazılım geliştiriciler bu koordinat kullanımı işlemini Java Script kodları ile sağlamaktadır. Kullanıcılar haritalara nokta yanında çizgi ve alan objeler de ekleyebilirler. Yine bu eklemelerde Javascript kodları ile yapılmaktadır [44].

Proje kapsamında Google Maps teknolojisinin harita gösterme, harita üzerine marker ekleme ve harita üzerinde rota hesaplaması özelliklerinden faydalanılmıştır. Bu özellikler proje web sayfasının istemci tarafında HTML kodları arasına Javascript kodlarının yerleştirilmesi ile sağlanmıştır. Google Maps teknolojisinin tüm kodlama işlemleri Javascript dili ile yapılmıştır.

6.4.3. Javascript

Web tabanlı uygulamalarda sunucu tarafında çalışan, uygulama geliştirme amacı güden, nesne yönelimli programlama dillerinden biridir. Bu kodlar açık olarak HTML kodlarının içerisinde bulunurlar. Sayfa yüklendiği anda kullanıcı tarafında çalışmaya başlarlar. Bu dil ilk çıktığı sıralarda, "Javascript kodlarının kullanıcı bilgisayarında çalışıyor olması kullanıcının bilgisayarın kapasitesi ve internet hızı için bir problemdir" [5] düşüncesi hakimdi ve bu nedenle Javascript kodlarının kullanımından kaçınılıyordu. Fakat günümüzde bu durumun aksine, özellikle web sayfası uygulamaları alanında Javascript, yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel programlama dillerinin özelliği nedeniyle programlama dilleri ya derlenirler ya da

yorumlanırlar. “Javascript kodları tek bir adımda tarayıcı tarafından derlenirler. Derlenmiş kodun çalışıp çalışmaması tamamen kullanıcının web tarayıcısına bağlıdır” [35].

Kodların herkes tarafından görülebilir ve açık olması Javascript kodlarının olumsuz özelliklerindendir. Bunun yanı sıra kodlama aşamasında “Javascript kodları derlenemezler” [35]. Bu nedenle Javascript kodlarında hata bulma oldukça uğraştırıcı bir iştir.

Javascript kodları “<script> </script>” tagları arasına yazılmaktadır. HTML kodlarının içerisine 3 şekilde yerleştirilebilir.

- HTML kodları arasında head tagları arasına yerleştirilebilir.
- HTML kodları arasında body tagları arasına yerleştirilebilir.
- HTML içerisinde body tagları arasında url olarak yerleştirilebilir.

6.4.4. Uygulama

Google Maps’in uygulamaya entegrasyonu Javascript kodlarından yararlanılmıştır. Entegrasyon için ilk olarak haritanın uygulamaya dâhil edilmesi ve görüntülenmesi gerekmektedir. Bu işlevler, Resim 6.13’deki Javascript kodları ile gerçekleştirilmiştir.

```

1  <script type="text/javascript" src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=false"></script>
2  <script type="text/javascript">
3      var map;
4      var gmarkers = [];
5      var directionsService;
6      var directionsRenderer;
7      //-----
8      function initialize() {
9          directionsService = new google.maps.DirectionsService();
10         var EnlemBoylam = new google.maps.LatLng(39.934486, 32.850494);
11         var myOptions = {
12             zoom: 10,
13             mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP,
14             center: EnlemBoylam
15         }
16         map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), myOptions);
17     }

```

Resim 6.13. Web sayfasına gömülü Google Dünya Haritası başlangıç kodları

Harita görüntülenirken merkez olarak var olmasının istendiği nokta belirtilmiştir. Onuncu satırda yer alan “EnlemBoylam” değişkeni, harita merkezini veren noktayı

ifade etmektedir ve Ankara'nın koordinat bilgisini içerisinde bulundurmaktadır (Resim 6.13).

Haritaya merkez nokta haricinde verilen varsayılan yakınlaştırma seviyesi gibi parametreler on ikinci ve on dördüncü satırlar arasında bulunmaktadır. Son olarak on altıncı satırdaki harita yükleme kodu çalıştırılmış ve bu haritanın "map_canvas" ismindeki "div" etiketine yüklenmesi sağlanmıştır.

Sayfaya ilk erişildiğinde "initialize" fonksiyonu otomatik çalıştığında sayfada Google Haritası hazır bir şekilde gelmektedir. Haritada güzergâh belirlemek için başlangıç ve hedef noktanın girileceği iki adet metin kutusu yerleştirilmiş ve bu kutular içine örnek olsun diye ön değerler konulmuştur. Konulan kutulara başlangıç ve hedef koordinatları sayısal olarak girilebileceği gibi Google Haritasının bildiği metinsel adresler de girilebilmektedir. "Rota Hesapla" butonu; girilen başlangıç ve hedef nokta arasında olası güzergâhları belirlemek ve ilk güzergâhtaki rastgele seçilmiş noktaları ekrana yazdırmak için konulmuştur (Resim 6.14).

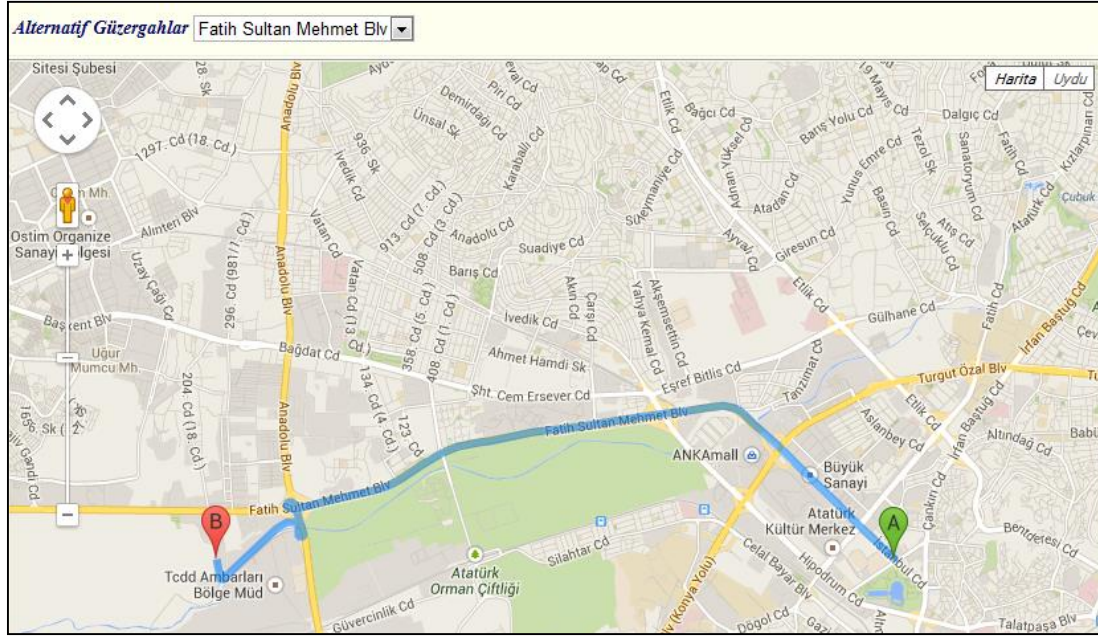
<i>GÜZERGAH GİRİŞİ</i>	
<i>Başlangıç Nokta:</i>	39.94,32.85
<i>Hedef Nokta:</i>	39.94,32.76
Rota Hesapla	

***KAZALARI ÖNLEMEDE YAPAY SİNİR AĞI MODELİ
WEB UYGULAMASI (GOOGLE MAPS ÜZERİNDE)***

Resim 6.14. Güzergâh giriş çerçevesi

"Rota Hesapla" düğmesi tıklandığında Google Haritası önce alternatif yollar bulur, bu yolları "Alternatif Güzergâhlar" kutusuna doldurur ve ilk yol seçili olarak ekrana yazdırılır. Seçili yolun başlangıç noktası ile hedef nokta arasındaki güzergâhın çizgisi oluşur (Resim 6.15).

Google haritası bir güzergâh belirlendiğinde üzerinde uzunluğuna bağlı olarak değişen miktarlarda nokta bilgisi getirir. Bu nokta bilgileri riskli noktalar olarak ele alınacaktır. Her bir nokta Visual Studio-Matlab yazılımlarının entegrasyonu ile test edilecek ve sonuçlar ekrana basılacaktır.



Resim 6.15. Google Haritası güzergâh çizgisi

Emniyet Genel Müdürlüğünden alınan kaza verileri, tutanak tutan polis memuru tarafından el ile doldurulduğundan, koordinatlar kesin kaza noktasına karşılık gelmemektedir. Bu nedenle veriler düzenlenirken koordinat noktalarında küsuratta öncelikle dördüncü haneye kadar olan rakamlar atılarak “Dörtlük” diye isimlendireceğimiz bölgeler oluşturulmuştur. Aynı bölge yapılandırmaları “İkilik” ve “Üçlük” olacak şekilde küsuratlar atılmış ve kaza mahalline en yakın olabilecek bölgeler oluşturulmuştur. Bu sayede tutanakta yapılan lokasyon hataları giderilmeye çalışılmıştır. Ekran kaza koordinat bilgisi ve “Dörtlük” bölge bilgisi yazılmakta ancak konum tam olarak tespit edilemediği durumlarda sırasıyla “Üçlük” ve “İkilik” bölgelerle de eşleştirilmektedir.

```

1 function rotaclick(Nerden, Nereye) {
2     var myOptions = {
3         zoom: 10,
4         mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
5     }
6     map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), myOptions);
7     directionsRenderer = new google.maps.DirectionsRenderer();
8     directionsRenderer.setMap(map);
9     directionsRenderer.setPanel(document.getElementById('directions'));
10    directionsService = new google.maps.DirectionsService();
11    Form = document.forms['harita'];
12    document.getElementById("id_bolge").innerHTML = '';
13    VolTarifi(Form.elements['nerden'].value, Form.elements['nereye'].value,0);
14 }

```

Resim 6.16. Güzergâh üzerindeki noktaların hesaplandığı Javascript kodlaması

```

42 function YolTarifi(Nerden, Nereye, opt) {
43     removeMarkers(); addressRoute = "";
44     var request = {
45         origin: Nerden,
46         destination: Nereye,
47         provideRouteAlternatives: true,
48         travelMode: google.maps.DirectionsTravelMode.DRIVING,
49         unitSystem: google.maps.DirectionsUnitSystem.METRIC
50     };
51     directionsService.route(request, function (response, status) {
52         if (status == google.maps.DirectionsStatus.OK) {
53             document.getElementById("id_bolge").innerHTML = Nerden + ';' + Nereye;
54             var select = Form.elements['id_guzergah']; clearcbo(select);
55             for (var ii = 0, len = response.routes.length; ii < len; ii++) {
56                 var option = document.createElement('option'); option.text = response.routes[ii].summary;
57                 option.value = ii;
58                 if (ii == opt) { option.selected = "selected"; }
59                 select.add(option, ii);
60             }
61             directionsRenderer.setDirections(response); directionsRenderer.routeIndex = opt;
62             var lng; var nlng; var lat; var nlat; var ylng; var ynlng; var ylat; var ynl;
63             var td0; var td1; var td2; var td3;
64             var table = document.getElementById("Table1");
65             for (var i = table.rows.length - 1; i > 1; i--) { table.deleteRow(i); }
66             //var listbox = Form.elements['ListBoxY'];
67             var crw = 2;
68             for (var i = 0; i < response.routes[opt].legs.length; i++) {
69                 for (var j = 0; j < response.routes[opt].legs[i].steps.length; j++) {
70                     var numj = j; var jj = numj.toString();
71                     td0 = "td0" + jj; td1 = "td1" + jj; td2 = "td2" + jj; td3 = "td3" + jj;
72                     if (document.getElementById(td1) == null) {
73                         var row = table.insertRow(crw++);
74                         var cell0 = row.insertCell(0); var cell1 = row.insertCell(1);
75                         var cell2 = row.insertCell(2); var cell3 = row.insertCell(3);
76                         cell0.id = td0; cell1.id = td1; cell2.id = td2; cell3.id = td3;
77                     }
78                     lng = response.routes[opt].legs[i].steps[j].end_point.lng(); nlng = lng.toFixed(7);
79                     ylng = Math.round(lng * 10000) / 10000; ynlng = ylng.toFixed(4);
80                     lat = response.routes[opt].legs[i].steps[j].end_point.lat(); nlat = lat.toFixed(7);
81                     ylat = Math.round(lat * 10000) / 10000; ynl = ylat.toFixed(4);
82                     addressRoute = nlat + "," + nlng; document.getElementById(td0).innerHTML = addressRoute;
83                     yaddressRoute = ynl + "," + ynlng; document.getElementById(td1).innerHTML = yaddressRoute;
84                 }
85             }
86         } else {
87             alert('Hata! Yol Tarifi Olusturulamadi!');
88         }
89     });
90 }
91

```

Resim 6.17. YolTarifi fonksiyonunun Javascript kodlaması

“Rota Hesapla” düğmesine basıldığında “rotaclick” fonksiyonu çalışır (Resim 6.16). Bu fonksiyon öncelikle ekrana gelecek olan haritanın koordinatlarına göre yakınlaştırma oranını ve harita tipini tanımlar. Bu tanımlamalardan sonra başlangıç ve hedef nokta arasındaki alternatif güzergâhları çağıran “YolTarifi” fonksiyonu çalıştırılır (Resim 6.17). Fonksiyon çalıştırıldığında “Alternatif Güzergâh” kutucuğu Google Maps yazılımından gelen alternatif yol tanımlamaları ile doldurulur. Google serbest (ücretsiz) kullanımda maksimum üç alternatif yol seçeneği sunmaktadır. Rastgele olarak başlangıç ve hedef koordinatları verilen bir seyahat için gelen üç alternatif güzergâh Resim 6.18’de dikdörtgen içine alınan kutucukta gösterilmiştir.

GÜZERGAH GİRİŞİ

Başlangıç Nokta:	39.94,32.85	KAZALARI ÖNLEMEDE YAPAY SİNİR AĞI WEB UYGULAMASI (GOOGLE MAPS ÜZERİNDEN)
Hedef Nokta:	39.94,32.76	
Rota Hesapla		

Alternatif Güzergâhlar

- Fatih Sultan Mehmet Blv
- Fatih Sultan Mehmet Blv
- Hipodrum Cd ve Fatih Sultan Mehmet Blv
- Silahtar Cd

Resim 6.18. Google uygulamasından gelen alternatif güzergâhlar örneği

Google uygulamasından gelen alternatif güzergâhlardan sıra ile birincisi otomatik olarak seçilir ve gelen koordinatlar “SONUÇ” çerçevesine doldurulur (Resim 6.19). Gelen her rastgele koordinat noktası “dörtlük”, “üçlük” ve “ikilik” bölge olarak da tanımlanır. Bu üç bölge için yapılan döngülerde sırasıyla hangisi ilk önce tespit edilirse o bölge ekrana yazdırılır. Eğer bu üç bölge için herhangi bir koordinat bilgisi bulunamazsa ekrana ID olarak 0 (sıfır) değeri yazdırılır. Başarı oranı yüksek eğitim sonuçlarında ID’si sıfır olan bölgelerin genel olarak risksiz bölge olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Güncel veriler kullanılarak yapılacak yeni veri eğitimlerinde ise daha kesin sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

Google haritası özelliklerine göre; başlangıç ve hedef koordinatlar, sayısal olarak aranabildiği gibi aynı zamanda mahalle, cadde, sokak, şehir veya ülke isimleri yazılarak da bulunabilmektedir. Bunun için, başlangıç ve hedef kutucuklarına bu kriterler aralarına virgül koymak suretiyle yazıldığında gidilecek güzergâhlar ekrana çağırılabilir.

SONUÇ			
GÜZERGAH-RİSK			
Koordinat	Bölge	ID	RİSK
39.9402750,32.8503870	39.9403,32.8504		
39.9425130,32.8472020	39.9425,32.8472		
39.9499360,32.8371530	39.9499,32.8372		
39.9516690,32.8348730	39.9517,32.8349		
39.9516490,32.7948250	39.9516,32.7948		
39.9496450,32.7889270	39.9496,32.7889		
39.9452670,32.7719880	39.9453,32.7720		
39.9426650,32.7736360	39.9427,32.7736		
39.9425720,32.7729140	39.9426,32.7729		
39.9381350,32.7629470	39.9381,32.7629		
39.9402640,32.7622150	39.9403,32.7622		

Resim 6.19. Belirlenen güzergâh üzerinde rastgele seçilmiş noktalar ve bölgeleri

Emniyet Genel Müdürlüğünden alınan Hava Durumu, Gün, Ay ve Araç Cinsi gibi girdiler doğru kabul edilmiştir. Saat girdisi, gün bazında dörde bölünerek gruplandırılmıştır. Bu alanlardaki bilgiler, program ilk açıldığında arka planda “PARAMETRELER” çerçevesine yüklenecek hale getirilmiştir (Resim 6.20).

PARAMETRELER			
Ay:	1-Ocak ▼	Hava Durumu:	1-Acık ▼
Gün:	1 ▼	Araç Cinsi:	1-Bisiklet ▼
Saat:	00:00-05:59 ▼	Bölge:	39.94,32.85;39.94,32.76
Risk Analizi			

Resim 6.20. Risk analizi için parametre giriş çerçevesi

Güzergâh üzerindeki riskleri bulmak için parametre girişlerinin seçimi yapılır. Parametre tanımları aşağıdaki gibidir:

AY: Ocak ayından başlamak üzere Aralık ayına kadar sıralı 12 ay bilgisi bulunur.

GÜN: Toplam 31 gün olacak şekilde 1 den 31'e kadar sıralı gün bilgisi bulunur.

SAAT: 24 Saat dilimi 4 eşit zaman aralığına ayrılmıştır.

HAVA DURUMU: Sırasıyla; Açık, Bulutlu, Sisli, Yağmurlu, Karlı, Fırtınalı ve Tipili olmak üzere 7 hava durumu bilgisi bulunur.

ARAC CİNSİ: Sırasıyla Bisiklet, At Arabası, Motorlu Bisiklet, Motosiklet, Otomobil, Minibüs, Kamyonet, Kamyon, Çekici, Otobüs, Traktör, Arazi Taşıtı, Özel Amaçlı, İş Makinesi, Ambulans, Tanker ve Tren olmak üzere 17 adet araç cinsi bulunur.

```

1 function t = riskTesti(B,A,G,SA,HD,AC)
2     BOLGE=B; AY=A; GUN=G; SAATARALIK=SA; HAVADURUMU=HD; ARACCINSI=AC;
3     %%function network
4     load('D:\workspace\UYGULAMA\koyam.mat');
5     index = find(testInput(1,:) == BOLGE,1,'first'); %testInput verisinde BOLGE bilgisinin
6                                     %ilk bulunduğu sütun numarasını bul
7     PUAN = testInput(7,index); %Bulunan sütundaki toplam puanı getir
8     TOPLAM_KAZA = testInput(8,index); %Bulunan sütundaki toplam ölü sayısını getir
9     if isempty(TOPLAM_KAZA) %Veri bulunmazsa hepsine 0 değerini ata
10         PUAN = 0;
11         TOPLAM_KAZA = 0;
12     end
13     testVerisi=[BOLGE;AY;GUN;SAATARALIK;HAVADURUMU;ARACCINSI;PUAN;TOPLAM_KAZA];
14     t=sim(net,testVerisi);
15 end

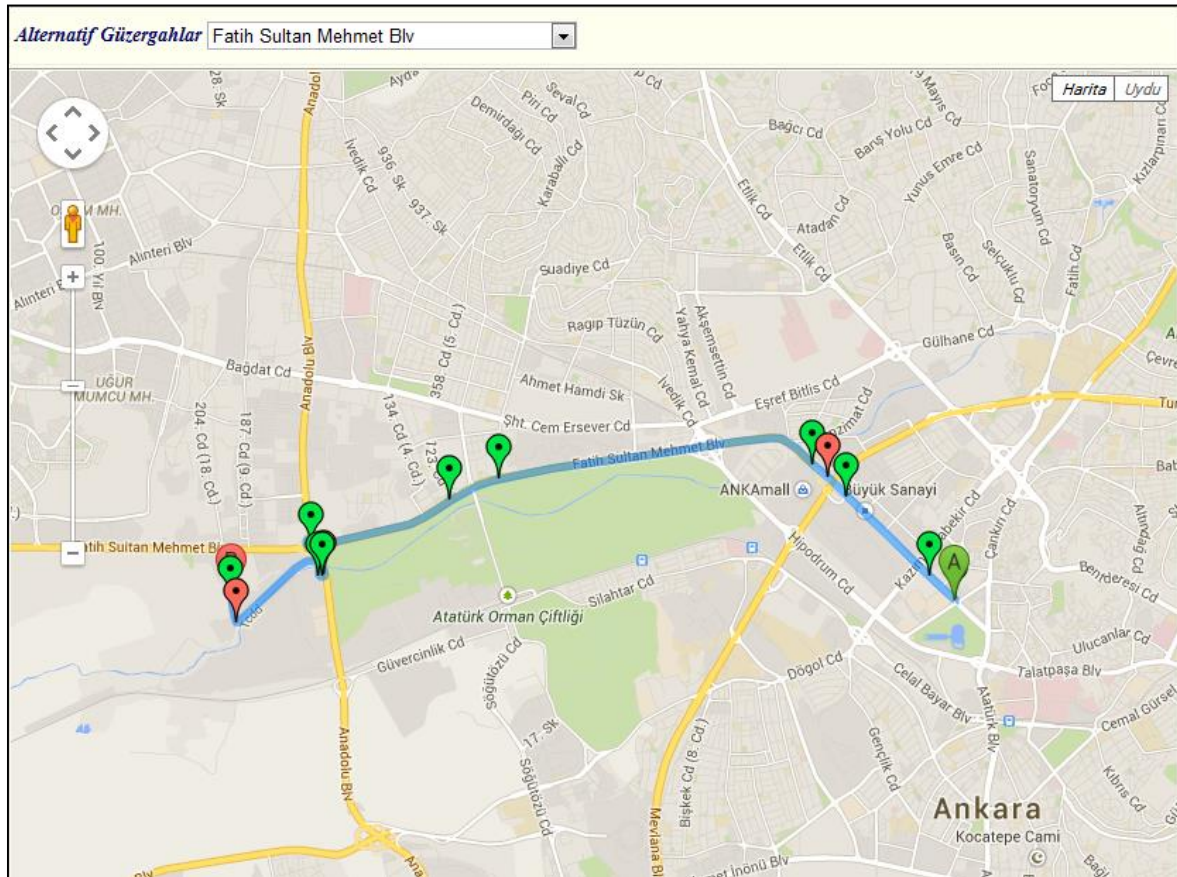
```

Resim 6.21. MATLAB Risk Testi kodları

Uygun parametreler seçildikten sonra “Risk Analizi” butonuna basılır. Visual Studio Yazılımı aracılığıyla MATLAB programına bağlanılarak “Risk Testi” fonksiyonuna erişim sağlanır (Resim 6.21). Bu fonksiyona erişimdeki amaç; önceden testi yapılan, eğitimden geçirilen yapay sinir ağına yeni veriler göndermektir. Fonksiyona erişildiğinde bölge bilgisinin sinir ağındaki PUAN karşılığı ve TOPLAM_KAZA sayısı bulunursa Yapay Sinir Ağı parametrelerine eklenir, bulunamazsa bu değerlere 0 (sıfır) atanır ve sinir ağına gönderilen parametre tamamlanır. Her bir nokta için gönderilen koordinatın ne kadar risk değerine sahip olduğu sorulur. Gelen her bir değer ilgili satıra, eğer risk ölçütlerine uyuyorsa ekrana kırmızı renkle; uymuyorsa siyah renkle yazdırılır (Resim 6.22). Harita üzerinde riskli nokta bulunursa bu noktanın yeri kırmızı baloncukla işaretlenir. Eğer gelen nokta risk taşıyamıyorsa yeşil baloncukla gösterilir (Resim 6.23).

SONUÇ			
GÜZERGAH-RİSK			
Koordinat	Bölge	ID	RİSK
39.9402750,32.8503870	39.9403,32.8504	14315	-1,80464545267434E-05
39.9425130,32.8472020	39.9425,32.8472	1843	-1,38350663107411
39.9499360,32.8371530	39.9499,32.8372	4283	-2,20951143569126E-05
39.9516690,32.8348730	39.9517,32.8349	11883	0,999974382568592
39.9516490,32.7948250	39.9516,32.7948	3254	-1,38350468621167
39.9496450,32.7889270	39.9496,32.7889	10485	1,24434026664844E-05
39.9452670,32.7719880	39.9453,32.7720	9482	1,50946326484824E-05
39.9426650,32.7736360	39.9427,32.7736	11452	0,999985362548822
39.9425720,32.7729140	39.9426,32.7729	19636	-1,38346922071704
39.9381350,32.7629470	39.9381,32.7629	16069	0,999962448446836
39.9402640,32.7622150	39.9403,32.7622	0	-1,38350907739072

Resim 6.22. Güzergâh üzerindeki noktaların risk değerleri için örnek



Resim 6.23. Güzergâh üzerindeki noktaların harita üzerinde gösterimi

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuçlar

Kazaları Önlemede Yapay Sinir Ağı modeli, gerçek kaza verilerinden yola çıkarak, gidilmesi planlanan bir güzergâh üzerinde rastgele seçilen noktaların risk değerlerini veren bir yaklaşımdır. MATLAB R2013A yazılımı ile yapılan YSA eğitimi sayesinde, Visual Studio 2010 Yazılım Geliştirme ortamı kullanılarak Google Maps harita uygulaması üzerinde seçilen kriterler doğrultusunda rastgele noktalar için risk analizleri yapılır. Bunları yaparken amacı, kullanıcıya daha güvenli bir yola sevk için gerekli uyarıyı yapmaktır. Çünkü kullanıcı bir haritaya baktığında riskli noktaları gözü ile de görebilecek ve sürüş için daha güvenli bir yol seçebilecektir. Bu tez çalışmasında, Ankara Emniyet Genel Müdürlüğünden temin edilen 2008, 2009 ve 2010 yıllarında meydana gelen kaza tutanaklarına ait verilerden faydalanılmıştır.

Bu Yapay Sinir Ağı modelinde, risk noktalarının tespit etmek için yapılan test ve eğitim oranlarında en yüksek doğruluk derecesini veren veri yapısına ulaşmaya çalışılmıştır. “Levenberg-Marquardt” algoritması ile Emniyet Genel Müdürlüğünden alınan verilerin tutarlı bir sonuç vermesini sağlamak için çok fazla deneme yapılmıştır. Kaza tespit tutanaklarında parametrelerin tam doğru girilmemesi, özellikle kaza koordinatlarının harita üzerinde tutarsız yerlere denk gelmesi yeni çözüm yolu aramaya sebep olmuştur. Koordinat noktalarında virgülden sonraki kusurlar atılarak noktasal hesaplama yerine bölgesel hesaplama yapılmış ve bu tutarsızlıklar en aza indirilmiştir.

2010 yılında Karayolları kanununda yapılan değişikliklerle, trafik kazalarında sürücülerin tespit tutanaklarını kendileri tarafından doldurabilmesine olanak sağlanmıştır. Bu nedenle kaza verilerine ulaşmak çok daha zor bir hal aldığından Ankara Emniyet Genel Müdürlüğünden 2010 sonrası veri temin etmek mümkün olmamıştır. Ancak mevcut yapıda, eğitim ve test edilmesi için veriler yeterli bulunmuş ve yapay sinir ağı metoduyla kazaların azaltılması ile ilgili adım atılması açısından önemli bir gelişme olarak görülmüştür. İlerleyen zamanlarda yeni

verilerin elde edilmesi ve şehirde yapılan yeni trafik düzenlemelerinde bu yöntem kullanılarak daha geçerli sonuçlara ulaşılması mümkün gözükmemektedir.

Levenberg-Marquardt algoritmasına göre yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Ay, gün, saat, hava durumu, araç cinsi, yaralı ve ölü sayısı parametreleri kullanılarak elde edilen sonuç değerleri ile Levenberg-Marquardt Algoritması kullanılarak elde edilen yapay sinir ağı sonuçları %85.00 ile %99.95 arasında bir tutarlılık göstermiştir.
- Ağırlık değerleri 5, 10 ve 5 olarak verilen denemede Karışıklık (Confusion) Matrisi % 99.95 ile en doğru sonuca ulaşılmıştır. Bu denemede Matris Eşitlik 7.1'deki değerleri almıştır:

$$\text{Karışıklık (Confusion) Matrisi} = \begin{bmatrix} 5439 & 0 \\ 5 & 4427 \end{bmatrix} \quad (7.1)$$

Bu matrisde; doğru olan 1 (Bir) sayısı 4 427, yanlış olan 1 (Bir) sayısı 0, yanlış olan 0 (Sıfır) sayısı 5 ve doğru olan 0 (Sıfır) sayısı 5 439 olarak bulunmuştur. Bu matrise göre Karışıklık Matrisi Yüzdesi (Başarı Yüzdesi) 99.95 olmaktadır (Eşitlik 7.2)

$$\text{Karışıklık Matrisi Yüzdesi} = \frac{5439 + 4427}{5439 + 4427 + 5 + 0} = \%99.95 \quad (7.2)$$

- MATLAB yazılımı, 0 (Sıfır) bulması gereken değerlerde negatif değerler de üretirken, bazı tahminlerinde 1 (Bir) bulması gereken yerde bu değer üzerinde sonuçlar vermiştir. Bu değerler, sonuç ekranına herhangi bir değişiklik yapılmadan yansıtılmıştır
- Levenberg-Marquardt Algoritması sonucunda elde edilen Regresyon değeri 1 (bir) olarak bulunmuştur. Bu değer yüksek başarı anlamındadır. Diğer algoritmalarda (Gradient Descent with Momentum Algoritması,

Gradient Descent ve Scaled Conjugate Gradient Algoritması) yapılan denemelerde, Regresyon değerinin 0'a yakın olduğu ve başarının çok düşük olduğu gözlenmiştir.

- Bu modele göre oluşturulan uygulama, sürücülere yolculuğa çıkmadan alternatif güzergâh sunabilecek yapıda oluşturulmuştur. Alternatif yol seçimi dışında bulunan bölgenin risk durumunu sürücüye bildiren bir yapının oluşturulması ancak GPS ve İnternet teknolojilerinin bir araya getirilmesi ile mümkün olabilir. Bulunulan koordinat GPS aracılığıyla parametre olarak merkezi birimde kurulacak bir web sitesine gönderilir. Buradan gelen risk değeri, sürücünün navigasyon cihazında gösterilebilir ve olası risk durumunda sürücünün daha dikkatli sürüş yapması sağlanabilir.

7.2. Öneriler

Bu çalışma Ankara ili temel alınarak yapılmıştır. Ancak metot bütün iller için geçerlidir. Bunun için uygulanacak diğer illerdeki verilerin eğitim ve test aşamasından geçirilerek yapay sinir ağına tanıtılması yeterli olacaktır. Kurulan bu yapının doğruluğunun tespit edilmesi ise, GPS sistemleri ile entegre çalışması ve ortaya çıkan uygulamanın yaygınlaşması ile mümkün gözükmektedir.

Önceden olabilecek bir kazayı tahmin etmek mümkün olmamakla birlikte riskli bölgeleri tespit ederek kazaya sebep olabilecek unsurları ortadan kaldırmak mümkün olabilir. Riskli bölgelerin tespiti için güvenilir ve güncel veri deposuna ihtiyaç vardır. Güzergâhlardaki yol durumlarının sürekli değişiklik göstermesi, eğitilecek verinin sürekli güncelleştirilmesi anlamına gelmektedir. Şehir içine yerleştirilen görüntü işleme cihazlarının koordinatları tam olarak kaydetmesi, verilerin çok daha sağlıklı olmasına ve çok daha sağlam sonuçlar elde edilmesine sebep olacaktır. Ülke çapında bilgilerin kameralar tarafından alınması, araçlara kaza koşullarını ve koordinatlarını kaydedecek cihazlar yerleştirilmesi de sağlıklı bir veri oluşmasına olanak sağlayacaktır.

Tez kapsamında yazılan uygulama statik bir yapıdadır. Bu yapı, mobil bir uygulama ile desteklenirse, sürücülerin riskli bölgelerde daha dikkatli sürüş

yapmaları konusunda uyarılması, hatta yol boyunca riski daha az güzergâhlara yönlendirilmesi mümkün olacaktır. Bu amaçla internet üzerinden veri alış verişi yapan merkezi bir yapı kurulmalı ve GPS aracılığıyla bu yapıya ulaşan bir ara yüz oluşturulmalıdır. Yolculuk esnasında konum, ay, saat, gün, hava durumu, araç cinsi gibi parametreler otomatik algılanabileceğinden, GPS aracılığıyla merkezi sisteme bağlanıp yapay sinir ağı sonuçlarına ulaşmak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. İnternet: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18510>
2. Çelik, M. A. (2000). *Akıllı Trafik Sistemlerinin Trafik Ve Yol Güvenliğine Etkisinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-54.
3. Özkan, H. K. (2011). *Trafik Kazalarının Mekânsal Analizinde Kullanılacak Bir Yazılımın Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-90.
4. Doğan, E. (2007). *Regresyon Analizi Ve Yapay Zekâ Yaklaşımı İle Türkiye Ve Seçilen Bazı Büyük İlleri İçin Trafik Kaza Tahmin Modelleri*, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 1-100.
5. Söylemezoğlu, T. (2006). *Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Trafik Kazalarının Analizi: Ankara Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-99.
6. Bilim, A. (2006). *Konya Şehir İçinde Meydana Gelen Trafik Kazalarının Analizi Ve Kritik Noktaların Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 1-99 (2006).
7. Atılğan, E. (2011). *Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Karar Ağaçları Ve Birliktelik Analizi İle İşlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-100.
8. Bulak H. (2010). *Mersin İl Merkezinde 2006–2009 Yılları Arasında Meydana Gelen Trafik Kazalarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-85.
9. Beğen, A. K. (2010). *2003-2007 Döneminde Trafik Kazalarını Etkileyen Risk Faktörlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Uygulama: Sivas-Kayseri-Yozgat Örneği*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 1-92.
10. Özgenel, M. (2012). *Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi: Otoyol Trafik Yönetimindeki Stratejiler, Çeşitli Ülkelerdeki Katılım Denetimi Durumları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-133.
11. Kibar, F. T. (2008). *Trafik Kazaları Ve Trabzon Bölünmüş Sahil Yolu Örneğinde Kaza Tahmin Modelinin Oluşturulması*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1-67.
12. Alkan, M. (2007). *Trafik Kazalarında Tehlikeli Durum Ve Kombinasyonların Belirlenebilmesine Yönelik Tehlike Erken Uyarı Modeli İçin Trafik Kaza Analiz Programı*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-119.

13. Erdoğan, S. (2008). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Trafik Kazaları Analizi: Afyonkarahisar Örneği - Geographical Information Systems Aided Traffic Accident Analysis System Case Study: City Of Afyonkarahisar*, Elsevier - Accident Analysis and Prevention 40, Londra, 174–181.
14. Wua J., Doonga H., Leeb C, Hsiac T., Lianga T. (2004). A methodology for designing form-based decision support systems. Decision Support Systems (Elsevier).
15. Contini S., Bellezza F., Christou M.D., Kirchsteiger C. (2000). The use of geographic information systems in major accident risk assessment and management. Journal of Hazardous Materials (Elsevier).
16. Feeldersa A., Danielsa H., Holsheimerc M. (2000). Methodological and practical aspects of data mining. Information & Management (Elsevier).
17. Durduran S. S. (2010). A decision making system to automatic recognize of traffic accidents on the basis of a GIS platform. Expert Systems with Applications (Elsevier).
18. İnternet:http://www.recepakdur.com/upload/T%C3%9CRK%C4%B0YE%20VE%20D%C3%9CNYADA%20TRAF%C4%B0K%20KAZALARININ%20%C3%96NEM%C4%B0_1.pdf
19. İnternet: <http://www.turktrafik.org>
20. İnternet: http://www.tuik.gov.tr/basinOdasi/haberler/2014_46_20140724.pdf
21. İnternet: http://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_zek%C3%A2
22. İnternet: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Zek%C3%A2>
23. Elmas, Ç. (2007). *Yapay Zekâ Uygulamaları (1. Baskı)*. Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., 41-82.
24. Efe M. Ö. (2004), *Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları*, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
25. İnternet: <http://yapay-sinir-aglari.uzerine.com>
26. İnternet: Altun, H., Eminoğlu, U., Tezekici, B. S., MLP Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Sürecinin Aktivasyon Fonksiyonu ve İstatistiksel Değişim Gösteren Giriş Verilerine Bağımlılığı. URL: http://www.emo.org.tr/ekler/490c742cd8318b8_ek.pdf, Son Erişim Tarihi: 18.06.2014.
27. Özbek, A. (2007). *Bazik Oksijen Fırınlarında Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 20-22.

28. Mete, T. (2008). *Kesikli Bir Biyoreaktörde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 35-36.
29. İnternet:<http://www.is-sagligi-ve-guvenligi.com/makaleler/risk-degerlendirme/1-risk-degerlendirme-ve-temel-tanimlar.html>
30. İnternet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19065804>
31. Mackay, D.J.C (1992). *Bayesian Interpolation, Neural Computation* (Volume 4), 415-447.
32. İnternet: <http://www.bilisimsozluugu.net/gradient%20descent>
33. The MathWorks Inc. (1999), Matlab 5.3. Neural Networks Toolbox For Use Matlab (User Guide)
34. GÜLSEVEN, H.Z. (2006), *Zeki Modeller Kullanılarak Enerji Projeksiyonu Ve Çevresel (Sera) Etkilerinin Belirlenmesi Ve Ekonomik Göstergelerle İlişkilendirilmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,85-86.
35. İnternet: http://www.bilgisayardershanesi.com/bilgisayar_dersleri/java-script-e-giris.html.
36. ÖZŞAHİN, M. (2009), *Türkiye Otomotiv Sektörünün Kendini Örgütleyen Haritalar ile Finansal Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
37. KÜÇÜKÖNDER, H. (2011), *Yapay Sinir Ağları ve Tarımda bir Uygulama, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
38. İnternet: <http://www.tmf.org.tr/yazar.asp?yazilD=78>
39. Bilir N., Yıldız A.N. (2007). *Temel İlk Yardım*, Türk Eczacılar Birliği, Eczacılık Akademisi yayını, Ankara.
40. İnternet:<http://www.alkol.gen.tr/alkol/content/alkol-ve-trafik-kazalari>
41. İnternet: http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/2011_4/905-914.pdf
42. BAŞ, N. (2006). *Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı Ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, İstanbul,31-32.
43. İnternet: <http://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/19140829.asp>
44. Bildirici D. Ö., Böge S.,Alpsal B.S. (2009), *“Ücretsiz Veri Teknolojileri ile Web Haritalarının Oluşturulması: Google Map API Teknolojisi”*, TMMOB Coğrafi Bölge Sistemleri Kongresi, İzmir.

EKLER

Ek-1. Emniyet Genel Müdürlüğü'ne ait kaza tutanaklarındaki karakter türündeki verilerin sayısal karşılıkları

HAVA DURUMU	
KOD	AÇIKLAMA
1	Acik
2	Bulutlu
3	Sisli
4	Yagmurlu
5	Karli
6	Firtinali
7	Tipili

ARAÇ CİNSİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Bisiklet
2	At Arabası
3	Mot.Bisiklet
4	Motosiklet
5	Otomobil
6	Minibüs
7	Kamyonet
8	Kamyon
9	Çekici
10	Otobüs
11	Traktör
12	Arazi Taşıtı
13	Özel Amaçlı
14	İş Makinesi
15	Ambulans
16	Tanker
17	Tren

SAAT BÖLGESİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	00:00-05:59
2	06:00-11:59
3	12:00-17:59
4	18:00-23:59

KAZA OLUŞ TÜRÜ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Karşılıklı çarpışma
2	Arkadan çarpma
3	Yandan çarpma/çarpışma
4	Duran araca çarpma
5	Sabit cisme çarpma
6	Yayaya çarpma
7	Hayvana çarpma
8	Devrilme
9	Yoldan çıkma
10	Araçtan düşen insan
11	Araçtan düşen cisim

YOL BÖLÜNMÜŞLÜĞÜ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Bölünmüş yol
2	Bölünmemiş yol

SÜRÜCÜ CİNSİYET	
KOD	AÇIKLAMA
0	Belirsiz
1	Erkek
2	Kadın

SÜRÜCÜ EMNİYET KEMERİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Takılı
2	Takılı değil
3	Zorunlu değil
4	Belirsiz

KAZA SONUCU	
KOD	AÇIKLAMA
1	Ölü
2	Yaralı
3	Sağlam
4	Park

KAZAYERİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Cadde
2	Sokak
3	Otoyol
4	Devlet yolu
5	İl yolu
6	Köy yolu
7	Orman yolu
8	Servis yolu
9	Bağlantı yolu
10	Park alanı
11	Tesis önü/Tesis içi

YOL GEÇİT GEOMETRİSİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Kontrollü demiryolu geçidi
2	KontROLSÜZ demiryolu geçidi
3	Okul geçidi
4	Yaya geçidi
5	Geçit yok

YOL YATAY GEOMETRİSİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Düz yol
2	Hafif viraj
3	Korkuluklu sert viraj
4	Korkuluksuz sert viraj

YOL DÜŞEY GEOMETRİSİ	
KOD	AÇIKLAMA
1	Eğimsiz
2	Hafif eğimli
3	Dik eğimli
4	Tepe üstü

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILDIRIM, Uğur
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 18.03.1968 Maden
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 532 715 91 38
 e-posta : yildirim.u@hotmail.com



Eğitim, Derece	Okul/Programı	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Ens. Elektronik ve Bilgisayar Eğt. A.B.D.	2003
Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi/ Fizik Bölümü	1993
Lise	Karamürsel Lisesi	1985

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
1993-1996	Likom Yazılım A.Ş.	Yaz.Des.Uzmanı
1996-	Gazi Üniversitesi	Uzman

Yabancı Dili

İngilizce

Hobiler

Basketbol, sinema, bilgisayar, yazılım.