

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**KARAR AĞACI TEMELLİ GERİ BİLDİRİM SİSTEMİ TASARIMI:
TÜRKİYE MUTLULUK AĞACI ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erol TOKALAÇOĞLU

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Yüksek Lisans Programı

TEMMUZ 2020

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**KARAR AĞACI TEMELLİ GERİ BİLDİRİM SİSTEMİ TASARIMI:
TÜRKİYE MUTLULUK AĞACI ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Erol TOKALAÇOĞLU
(403101023)**

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet Atıl AŞICI

TEMMUZ 2020

İTÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 403101023 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Erol TOKALAÇOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “KARAR AĞACI TEMELLİ GERİ BİLDİRİM SİSTEMİ TASARIMI: TÜRKİYE MUTLULUK AĞACI ÜZERİNE BİR UYGULAMA” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ahmet Atıl AŞICI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Tolga KAYA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Fuat ALKAYA
Marmara Üniversitesi

Teslim Tarihi : 11 Haziran 2020
Savunma Tarihi : 13 Temmuz 2020

Anne ve Babama,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında akademik olarak kullanılabilecek bir uzman sistemin geliştirilmesi ve Türkiye'deki mutluluğun ölçümlenebilmesini sağlamakta başarılı olan Türkiye Mutluluk Ağacının bu uzman sistem altyapısı kullanılarak katılımcılara ulaşması sağlanmıştır. Mutluluğa etkisi olan kriterlerin katılımcılardan gelen yanıtlara göre, daha mutlu bir yaşam için öneriler şeklinde katılımcılara sunulması ve bu hizmetin başarımı incelenmek istenmiştir.

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Ahmet Atıl AŞICI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında olduğu gibi, tez çalışmamı hazırlarken de her aşamada benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan aileme özellikle de anneme ve babama teşekkürü bir borç bilirim.

Temmuz 2020

Erol TOKALAÇOĞLU
Bilgisayar Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	VII
İÇİNDEKİLER	IX
KISALTMALAR.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XV
ÖZET.....	XVII
SUMMARY	XIX
1. GİRİŞ	21
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	23
2.1 Uzman Sistemler	23
2.1.1 Uzman sistemler nedir?	23
2.1.2 Uzman sistemlerin sınırları	25
2.1.3 Uzman sistemlerde güncel yaklaşımlar.....	26
2.1.4 Uzman sistemler metodolojileri ve bileşenleri.....	26
2.2 Makina Öğrenmesi	29
2.3 Karar Ağaçları	31
Karar ağaçlarının avantajları ve dezavantajları.....	32
2.4 Sınıflandırma Ağacı Algoritması	33
2.5 Mutluluk	36
2.5.1 Mutluluk kavramı, insanı ne mutlu eder?	36
2.5.2 Mutluluğun reçetesi oluşturulabilir mi?	37
2.5.3 Mutluluk analizi nasıl yapılabilir?	40
2.5.4 Türkiye mutluluk ağacı	41
2.6 Benzer Uygulamalar.....	43
2.7 Literatür Katkısı	45
3. AMAÇLAR.....	47
3.1 Neden Mobil Cihazlar?	47
3.2 Neden React Native?	48
4. ÇALIŞMA KAPSAMI	49
4.1 Teorik Arka Plan	49
4.2 Uzman Sistem Tasarımında Uygulanan Yöntemler.....	49
4.2.1 Uzman sistem genel tasarımı	49
4.2.2 Veritabanı mimarisi tasarımı.....	50
4.2.3 Yazılım mimarisi tasarımı ve erişimler.....	55
4.2.3.1 Dinamik karar ağacı çözümleme algoritması.....	56
4.2.3.2 Geri bildirim algoritması.....	58
4.2.3.3 Toplu veri aktarımı yönetimi	59
4.2.3.4 Toplu veri aktarımı yönetimi	61
4.2.4 Arayüz tasarımları	63
4.2.4.1 Mobil uygulama arayüzleri	64
4.2.4.2 Web sitesi arayüzleri	64

5. ARAŞTIRMA VE SONUÇLAR	67
5.1 Araştırma Kapsamı.....	67
5.2 Analiz Sonuçları.....	74
6. GELECEKTE YAPILABİLECEKLER	79
7. SONUÇ	81
8. KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	88
ÖZGEÇMİŞ	90

KISALTMALAR

CART	: Classification And Regression Trees
JSON	: JavaScript Object Notation
API	: Application Programming Interface
RPC	: Remote Procedure Call
REST	: Representational State Transfer
CBR	: Case Base Reasoning
IA	: Intelligent Agent
CHAID	: Chi-square Automatic Interaction Detector
MARS	: Multivariate Adaptive Regression Splines
LSD	: Least square division
SA	: Sınıflandırma Ağacı
TMA	: Türkiye Mutluluk Ağacı
YMA	: Yaşam Memnuniyeti Anketi
EHRO	: Erasmus Happiness Economics Research Organization
SVM	: Support Vector Machine
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
CSV	: Comma Separated Values

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : CSV Veri Kaynak Tablosu.....	60
Çizelge 4.2 : CSV Sonuç Tablosu.	60
Çizelge 4.3 : API Metodları.....	62
Çizelge A.1: MutlulukAnketi Soru Listesi.	89

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Tipik bir uzman sistemin yapısı ve bileşenleri.	25
Şekil 2.2 : Karar Ağacı Şeması ve Bileşenleri.	31
Şekil 2.3 : CART Algoritması Sınıflandırması.	34
Şekil 4.1 : MutlulukAnketi Uzman Sistemi Genel Tasarım Şeması.	50
Şekil 4.2 : Mutlulukanketi Uzman Sistemi Veritabanı Tasarım Şeması.	50
Şekil 4.3 : Yönetim Paneli Karar Ağacı Örnek Düğüm (Kural) Kaydı Ekran Görüntüsü.	52
Şekil 4.4 : Yönetim Paneli Karar Ağacı Örnek Sonuç Listesi Ekran Görüntüsü.	53
Şekil 4.5 : Yönetim Paneli Örnek Soru Listesi Ekran Görüntüsü.	54
Şekil 4.6 : Geri Bildirim Algoritması Örnek Akışı.	55
Şekil 4.7 : Sunucu-İstemci Yazılım Mimarisi Genel Tasarımı.	56
Şekil 4.8 : Karar Ağacı Dinamik Kural Yönetimi Algoritması Pseudo Code.	57
Şekil 4.9 : Karar Ağacı Yedek Soru Yönetimi Algoritması Pseudo Code.	58
Şekil 4.10 : Toplu Veri Yönetimi Java İstemci Uygulaması Mimarisi.	61
Şekil 4.11 : API Uygulaması, iOS, Android ve Web Uygulamaları Mimari Tasarımı.	63
Şekil 4.12 : MutlulukAnketi Mobil Uygulamaları Örnek Ekran Görüntüleri.	64
Şekil 4.13 : MutlulukAnketi Web Uygulaması Karar Ağacı Seçimi Ekran Görüntüsü.	64
Şekil 4.14 : MutlulukAnketi Web Uygulaması Anket Seçimi Ekran Görüntüsü.	65
Şekil 4.15 : MutlulukAnketi Web Uygulaması Kullanıcı Profili Ekran Görüntüsü.	65
Şekil 5.1 : Aşıcı 2019 TMA Karar Ağacı ve Kollar (Bölgeler).	68
Şekil 5.2 : MutlulukAnketi Sosyal Medya Paylaşımı.	69
Şekil 5.3 : MutlulukAnketi Web ve Mobil Uygulama Arayüz Akışı.	70
Şekil 5.4 : MutlulukAnketi Anket Öncesi Mutluluk Düzeyi Belirleme Ekranı.	71
Şekil 5.5 : MutlulukAnketi Örnek Soru Ekranları.	72
Şekil 5.6 : MutlulukAnketi Örnek Sonuç Ekranı ve Modülleri.	72
Şekil 5.7 : MutlulukAnketi Katılımcı Genel Değerlendirme Ekranı.	73
Şekil 5.8 : MutlulukAnketi İstatistik Ekranı.	74
Şekil 5.9 : MutlulukAnketi Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği.	75
Şekil 5.10 : MutlulukAnketi Yaşa Göre Dağılım Grafiği.	75
Şekil 5.11 : MutlulukAnketi Medeni Duruma Göre Dağılım Grafiği.	75
Şekil 5.12 : MutlulukAnketi Eğitim Duruma Göre Dağılım Grafiği.	76
Şekil 5.13 : MutlulukAnketi Çalışma Duruma Göre Dağılım Grafiği.....	76
Şekil 5.14 : MutlulukAnketi Anket Başarı Oranı Grafiği.	77
Şekil 5.15 : MutlulukAnketi Karar Ağacı Genel Veri Gruplarına (Dallara) Göre Dağılım.	77
Şekil 5.16 : MutlulukAnketi Geri Bildirim Algoritması Başarımı.	78

KARAR AĞACI TEMELLİ GERİ BİLDİRİM SİSTEMİ TASARIMI: TÜRKİYE MUTLULUK AĞACI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Asici (2019) tarafından çizilmiş bir sınıflandırma ağacı olan Türkiye Mutluluk Ağacı (TMA)’nın içerdiği bilgiler temelinde yeni bir uzman sistem tasarımıdır. Statik bir halde olan TMA üstündeki sorular ve kurallar websitesi ve cep telefonları için tasarlanmış uygulama üzerinden cevaplanabileceği ankete aktarılmıştır. Geliştirilen sistem, kullanıcıların cevaplarına göre mutluluk düzeylerini tespit edip, mutluluk düzeylerini (eğer mümkünse) nasıl arttırabilecekleri konusunda çevrimiçi geribildirim vermektedir.

Oluşturulan uzman sistem kullanılarak sunulan “Türkiye Mutluluk ve Mutsuzluk Patikaları” anket çalışmasına 311 kişi katılmıştır. Sistemin başarı ölçümü olarak katılımcılardan alınan anlık geri bildirimler baz alınmıştır. Katılımcıların %98’i uzman sistemin verdiği sonuçların doğruluğunu çevrimiçi olarak teyit etmişlerdir. Ayrıca araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar katılımcıların demografik bilgilerine göre analiz edilmiştir.

Karar ağacı tabanlı olsun ya da olmasın mevcut uzman sistemlerde katılımcılara yalnızca tek bir sonuç iletilmektedir. Aksine bu çalışma kapsamında, daha pozitif sonuç elde etme potansiyeli olan katılımcılara geri bildirimde bulunabilen bir uzman sistem geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında mutluluk düzeylerini artırması mümkün olan katılımcılara (tüm kullanıcılar içerisinde %25’lik bir kısmına) mutluluk düzeylerini nasıl arttırabilecekleri konusunda çevrimiçi geri bildirimde bulunulmuştur.

Çalışma ile birlikte dinamik bir veri kümesi oluşturma ve bunu yaşatma üzerine kurulan altyapı akademik hayata sunulmuştur. Geçmişte oluşturulmuş bir sınıflandırma ağacını tekrar veri toplamak, analiz etmek ve geri bildirimde bulunmak üzere hayata hızlı ve kolay bir biçimde döndürülebilmesi mümkün hale gelmiştir. Ayrıca geliştirilen geri bildirim sistemi uzman sistemlerde yeni bir ufuk açmaktadır. Araştırmacılara bu tip geri bildirim sistemlerinin daha dinamik ve zeki bir hale getirilmesine yönelik fikir vermektedir.

DECISION TREE BASED FEEDBACK SYSTEM DESIGN: AN APPLICATION ON TURKEY HAPPINESS TREE

SUMMARY

The purpose of this study is to design a novel expert system based on the information obtained from a classification tree, Turkey Happiness Tree (THT), grown by Asici (2019). The questions and conditions of the static THT have been transferred to an online survey that can be answered via the website and smartphone applications developed. The developed system determines the happiness level of respondents and gives online feedbacks to them on how to increase their happiness level (if possible).

311 people have participated in the survey of "Turkey Happiness and Unhappiness Paths" which is served via the expert system created in this study. Instant feedbacks that were collected from the participants have been used as the base measurement of the success of the system. 98% of the participants confirmed the accuracy of the results online given by the expert system. Also, the results obtained in the study were analyzed according to the demographic information of the participants.

In the existing expert systems, regardless of whether they are decision tree-based or not, only one result is shared with the participants. On the contrary, within the scope of this study, an expert system has been developed that can provide feedback to the participants with the potential to achieve more positive results. Within the scope of the study, online feedback was given to the participants who could have the possibility to increase their happiness level (25% of all participants) about how they could increase their happiness level.

With the study, the infrastructure that was established on creating a dynamic data set and keeping it alive has been presented to academic life. It has become possible to quickly and easily bring back a classification tree that has been created in the past to collect and analyze data and provide feedback. Besides, the feedback system developed opens a new horizon in expert systems. It gives researchers an idea to make this type of feedback system more dynamic and intelligent in the future.

1. GİRİŞ

Pozitif psikoloji araştırmacısı Sonja Lyubomirsky 2007 kaleme aldığı “The How of Happiness” (Mutluluk, Nasıl?) isimli kitabında [1] mutluluğu “Sevinç, memnuniyet ya da pozitif refah deneyimi ile kişinin hayatının iyi, anlamlı ve değerli olduğu duygusu ile bileşimi” olarak tariflemektedir.

TÜİK’in 2019 yılında yaptığı Yaşam Memnuniyeti Araştırmasına [2] göre Türkiye’de yaşayan bireylerin Mutluluk oranı %52,4’tür.

Literatürde, online olarak yapılan kullanıcı etkileşimine açık web sitesi tabanlı mutluluk testleri bulunmaktadır. Örnek olarak Oxford Mutluluk Anketi çalışması [3], Happiness Alliance tarafından yürütülen anket çalışması [4], Ruut Venhoven’in yaptığı mutluluk anketi çalışması [5] verilebilir.

Bu Çalışma kapsamında iOS ve Android platformlarında hizmet veren mobil uygulamalar ve *Mutluluk Anketi* (www.mutlulukanketi.com) olarak bir web sitesi hazırlanmıştır. Geliştirilen ön yüzlerle sınırlı kalmayacak şekilde, son kullanıcıların sonuçları takip edebilecekleri, anında geri bildirim alabilecekleri, sistemin sonuçlarını yorumlayabilecekleri yazılımsal bir mimari çalışma oluşturulmuştur. Bu uzman sistem yazılım mimarisi sayesinde, herhangi bir zamanda herhangi bir makine öğrenmesi algoritması kullanılarak daha önce oluşturulmuş örnek karar ağacının (örn. *CART*, *Rassal Orman*) bu mimariye entegre olması mümkün hale gelmiştir. Çalışmamızda örnek olarak Türkiye Mutluluk Ağacı [6] karar ağacı geliştirilen yazılım mimarisi üzerine entegre edilmiş ve bu karar ağacı, karar ağacına bağlı sorular katılımcılara sunulmuş, elde edilen sonuçlar üzerine araştırma ve incelemeler yapılarak, çalışma kapsamında detaylar paylaşılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışma mutluluk ve uzman sistemlerin tasarımı arasında konumlandırıldığından Uzman Sistemler, Makine Öğrenmesi ve Mutluluk ile ilgili yazınlara dair bir tarama yapılacaktır.

2.1 Uzman Sistemler

Anket benzeri kanallarla toplanmış verilerin işlenmesi sonucu ilgili anketleri temsil edecek statik karar ağaçları her gün hem akademik hem de iş hayatında hazırlanmakta ve kullanılmaktadır. Eldeki verilere istinaden hazırlanmış bir karar ağacının içerdği bilgiler dinamiklikten yani değişkenlikten uzaktır, bu akademik çalışma kapsamında güncel bilgi teknolojileri kullanarak bu tip statik karar ağaçlarının dinamik biçimde kullanıcıya tekrar ulaşması ve kullanıcılara anlık geribildirimler sağlayarak kullanıcı ve ağaç etkileşimini artıracak bir yazılım sistem tasarımı yapılacaktır. Böylesi bir yazılım sistemin oluşturulması akademik açıdan uzman sistemler altında incelenebilir. Dolayısıyla çalışmamız kapsamında literatürde yer alan Uzman Sistemler (Expert Systems) dalı hakkında incelemelerimiz bulunmaktadır.

2.1.1 Uzman sistemler nedir?

Uzman Sistemler uzman bir kişinin karar verme yetisini mümkün olan en yakın benzerlikte tekrarlamaya çalışan bilgisayar tabanlı sistemlerdir [7].

Uzman Sistemler, bilgi tabanını kaynak kullanarak karmaşık problemleri çözen bilgisayar programlarıdır. [7](E.A. Feigenbaum, 1992). Bu programlar belirli bir etki alanında; problem çözmede uzman insanlarınkiyle kıyaslanabilir bir uzmanlık derecesi sunmaktadır [7](James P. Ignizio, 1990). Uzman Sistemler, iyi tanımlanmış olan dar bir bilgi alanı içinde uzman insanların davranışlarını taklit eder [7](Jay Liebowitz, 1995).

Uzman sistemler, verileri işlemek için veri ve yönergelerin tek bir bazda toplandığı bildirici bir programlama stili kullanarak, insan uzmanlığını geleneksel yazılımla

mümkün olandan daha esnek ve uyarlanabilir bir şekilde saklama ve canlandırma imkanı sunar [7](Lieuwe Sytse de Jong, 1988).

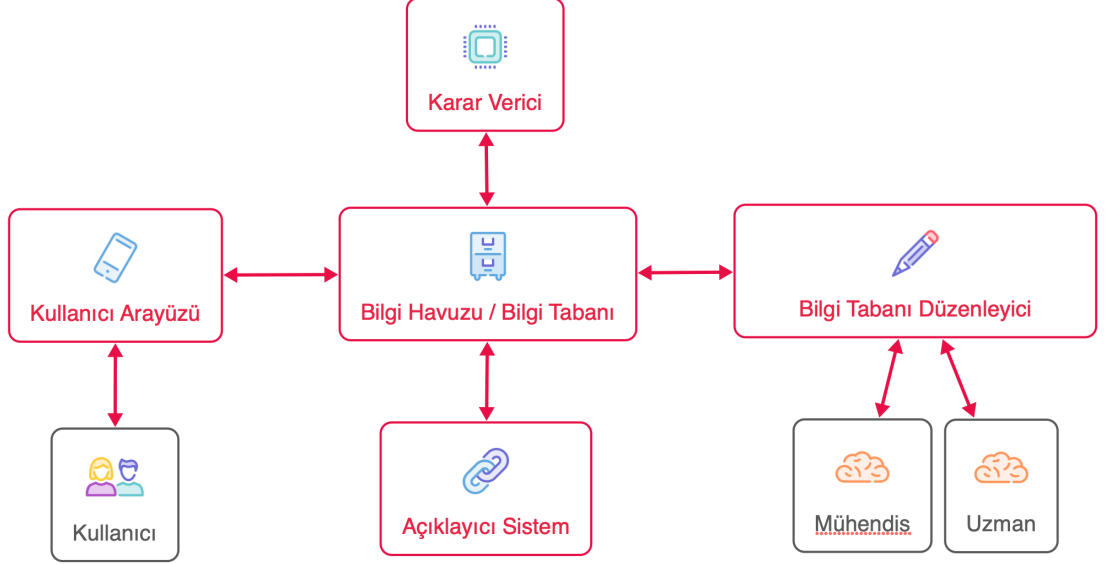
Uzman Sistemler, Yapay Zeka'nın uygulamalı kollarından biridir ve Yapay Zeka topluluğu tarafından 1960'ların ortalarında ortaya atılmıştır. Uzman sistemlerin arkasındaki temel fikir kabaca uzmanlıktır, detaya inecek olursak bir insan tarafından bilgisayara transfer edilmiş görev özelindeki bilgiye uzman bilgisi diyebiliriz. Bu bilgi daha sonra farklı şekillerde bilgisayarda tutulmakta ve kullanıcılarının ihtiyaç duydukları anlarda ve uzmanlık alanlarında kullanılmaktadır. Bilgisayarlar çeşitli neden-sonuç ilişkileri (IF-THEN-ELSE) kullanarak nihai sonuca ulaşmakta, daha sonra bu bilgiyi bir insan danışman gibi açıklama, tavsiye ve gerekirse tavsiyenin gerekçesiyle kullanıcıya açıklamaktadır [8].

Uzman sistemler eldeki bilgi havuzuna dayandırarak kompleks problemlerin çözülmesini sağlamak üzere tasarlanmaktadır, bu işlemi yaparken geleneksel prosedürel yaklaşım yerine neden-sonuç ilişkileri ile çözüm oluşturulmasını sağlamaktadırlar.

İlk uzman sistem tasarımları 1960 ortalarında oluşturulmuş, 1980'lerde ise kullanımları yaygınlaşmıştır [9]. Uzman sistemler yapay zeka yazılımlarının gerçek anlamda ilk başarılı uygulamalarından birisidir. Bir uzman sistem iki alt sistemden oluşmaktadır; sonuç motoru ve bilgi havuzu. Bilgi havuzu ya da bilgi altyapısı durum, olaylar ve kuralları temsil etmektedir. Sonuç motoru bilgi havuzundaki kuralları bilinen durum ve olaylar üzerinde işleyerek yeni durum ve olaylar için çıktılar üretmektedir. Sonuç motoru ayrıca açıklama ve düzenleme kabiliyetlerini de içermektedir.

Uzman sistemler resmi olarak ise 1965 civarında ilk defa Stanford sezgisel programlama projesinde uzman sistemlerin öncüsü olarak da bilinen Edward Feigenbaum tarafından ortaya atılmıştır. Bu çalışmaya destek veren diğer önemli araştırmacılar ise Bruce Buchanan ve Randall Davis'tir. Stanford araştırmacıları uzmanlığın değerli ve kompleks olduğu alanları açıklamaya çalışmışlardır, bunların başında da enfeksiyonel hastalıklar ve bilinmeyen organik moleküllerin belirlenmesi gelmiştir. Feigenbaum'un ortaya attığı "Akıllı sistemler güçlerini kullandıkları belirli kurallardan ve çıkarsama planlarından ziyade sahip oldukları bilgidен alırlar" yaklaşımı [7] E.A. Feigenbaum (1980) o güne kadar ki araştırmalara yeni bir ufuk

açmıştır, zira geçmişte yapılan araştırmalar büyük çoğunlukla sezgisel hesaplama metodlarına odaklanmakta, çok genel amaçlı problem çözümleri geliştirmeye yönelik çabalardan ibaret kalmaktaydı [10]. Tipik bir uzman sistemin yapısında Uzman, Bilgi Tabanı Düzenleyici, Bilgi Tabanı, Açıklayıcı Sistem, Karar Verici, Kullanıcı Arayüzü ve Kullanıcılar bulunmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Tipik bir uzman sistemin yapısı ve bileşenleri.

2.1.2 Uzman sistemlerin sınırları

Geçmişte oluşturulan yaklaşımlara dayanan uzman sistemlerdeki sınırlandırmalar özellikle 10 ana başlıkta incelenebilir;

- Bir karara ulaşıldığında bunun tam olarak gerekçesi ve gerekçenin mantığı net olarak açıklanamamaktadır.
- Karmaşık işlemleri otomatize etmek kolay olmamaktadır.
- İnsanlar kadar yaratıcı sonuçlar bilgisayarlar tarafından oluşturulamamaktadır.
- Verilen kararlarda genel bir duyarlılık kullanılmıyor olması, daha çok konu özelinde çözümler üretiliyor olmasına neden olmaktadır.
- Eğer bir cevap yoksa bunun açıklaması yapılamamaktadır.
- Değişken ortamlara uyumluluk ve adaptasyonun sağlanamaması, özel bir konuda bağımlılığa neden olmaktadır.
- Eş zamanlı ortamlarda çalışamamaktadırlar.
- Entegre sistemler üzerinde farklı yaklaşımlara kapalıdırlar.

- Karmaşık askeri sistemlere çözümler üretememektedirler.
- Veritabanı yönetim sistemlerine arayüz olabilme kabiliyetlerindeki eksiklikleri bulunmaktadır.

2.1.3 Uzman sistemlerde güncel yaklaşımlar

Geçmişte oluşturulan yaklaşımlara dayanan uzman sistemlerdeki 2.1.2. de de üzerinden geçilen sınırlandırmalar sebebiyle araştırmacılar yeni yaklaşım modelleri geliştirmeye odaklanmak zorunda kalmışlardır. Araştırmacılar özellikle insan karar verme süreçlerine en yakın sonuçları alabilmek için daha etkili, verimli, uyarlanabilir ve güçlü yaklaşımlar geliştirmeye odaklanmışlar ve bu alanlarda çalışmalarına devam etmişlerdir.

Araştırmacıların geliştirdikleri bazı yaklaşımlar yapay zekada yer alan yeni metodolojilere, makine öğrenmesi ve geri bildirim mekanizmalarına sahip veri madenciliği yaklaşımlarına dayandırılmıştır.

Güncel uzman sistemler sistemler yeni bilgiyle daha kolay işbirlikteği sağlayabilmekte, dolayısıyla kendilerini daha kolay güncellemektedirler. Dolayısıyla da ilk dönem uzman sistemlerin karşılaştığı sınırlandırmalar ve eksikliklere karşı yapılan çalışmaların etkileriyle eş zamanlı sistemler oluşturulabilmiş, veritabanı sistemlerine arayüz olma kabiliyetleri güncel diğer teknolojik gelişmelerle daha kolay uygulanabilir olmuştur.

Bu sistemler var olan bilgi dağarcığından genellemeleri daha iyi yapmakta ve büyük boyutlu karmaşık veriyi işlemekte çok daha verimli olmaktadır. Özellikle büyük verinin işlenmesine yönelik çözümlerle uzman sistemlerin gelişimi de hızlanmıştır. Bu sebeple kimileri bu tip uzman sistemler zeki sistemler olarakta adlandırılmaya başlanmıştır [11].

2.1.4 Uzman sistemler metodolojileri ve bileşenleri

Uzman sistemler 11 farklı kategori altında incelenmektedir. Uzman Sistem metodolojileri; Kural tabanlı sistemler, Bilgi temelli sistemler, Nöral Ağlar, Bulanık Uzman Sistemler, Obje tabanlı metodoloji, Olay tabanlı nedensellik (CBR), Sistem mimarisi gelişimi, Zeki Ajan (IA) sistemleri, Modelleme, Ontoloji, Veritabanı metodolojisi ve uygulamaları olarak farklı araştırma ve problem alanlarında kullanılmaktadır.

Kural Tabanlı Sistemler

Kural tabanlı bir uzman sistem, uzman bir kişiden temin edilmiş bilgiyi saklayan ve kurallar bütünü olarak yani neden-sonuç (IF-THEN-ELSE) şeklinde bu bilgiyi ihtiyaç halinde sorulara en uygun yanıtın bulunmasında kullanan yapıdadır.

Bilgi Temelli Sistemler

Bilgi temelli uzman sistemler kurallardan çok insan merkezli, genel bilgi kütüphanelerine dayandırılan yapıdadırlar. Kurallar insan merkezli elde edilen bilgi temellerine dayandırılarak ihtiyaç halinde oluşturulur. Bilgi temelli sistemler 4 temel parçadan oluşur: Bilgi tabanı, sonuç motoru, bilgi mühendisliği aracı ve özelleşmiş kullanıcı arayüzü [12].

Sinir (Nöral) Ağları

Yapay sinir ağı gerçek biyolojik sinir ağını simüle eden (benzetilen) modele verilen isimdir. Bu konsept genellikle çok fazla sayıda paralel işlemin her biri birbirine bağlı ağ mimarisinde işlenmesi ile kullanılır. Aynı insan beyninde olduğu gibi biyolojik sinirlerin diğer sinirlerden elektrokimyasal uyarıları alması ya da iletmesi, yapay sinirlerin yani işlemlerin çıktılarını farklı bir yapay sinire girdi olarak vermesiyle oluşur [8].

Bulanık uzman sistemler

Bulanık uzman sistemler, bulanık mantık metodları kullanılarak geliştirilir, ki bu sistemler en çok belirsizlikle mücadelede kullanılır. Bu teknikte, bulanık mantık veri kümelerine bağlı matematiksel teoriler kullanılmakta, ve normal bir insanın nedensellik işlemi taklit edilir. Bunu yaparken bilgisayara, geleneksel bilgisayarlara göre daha az kesinlikte ve mantıkta davranması sağlatılır. Bu teknik genel olarak net sonuçlardan daha çok yaratıcı karar verme süreçlerinde kullanılmaktadır [13].

Obje tabanlı metodoloji

Obje tabanlı metod bir obje verisinin, bu obje verisinin işletilmesini sağlayacak prosedürler (program kodları) ile birlikte tutulmasını sağlar. Aynı veri için farklı prosedürlerin de bulunması, aynı girdi için farklı sonuçların da elde edilmesini sağlar.

Olay tabanlı nedensellik (CBR)

Olay tabanlı nedensellik metodunun temel fikri, daha önce çözülmüş problemlerin çözümlerini yeni problemlerin çözümünde adaptasyonlarla kullanmaya dayanır. Ayrıca başarısız çözümler de olay tabanına başarısızlığı açıklayan bilgilerle birlikte eklenir ki yeni gelen problemlerde bu çözümler tercih edilmezler [13].

Modelleme ve Uygulamaları

Modelleme metodolojisi, farklı bilgi birikimi/problemler içindeki mantıksal model tasarımları arasında biçimsel ilişkileri kurmak için uzman sistemlerin disiplinlerarası metodolojisi haline gelmiştir. Modelleme teknolojisi kantitatif metodlar sunarak verinin analizini ve bu analize bağlı olarak uzman bilgisini ortaya koyar, çıktılar uzman sistemin geliştirilmesinde kullanılır.

Sistem mimarisi ve Uygulamaları

Uzman bir sistemin mimarisi aynı bir binanın mimari çizimine benzer. Kullanıcı arayüzleri, sistem fonksiyonları, akışı, yönetimi, veritabanı, ihtiyaç duyulan protokoller, programlama dilleri gibi birçok bileşeni içerisinde barındırır.

Zeki ajanlar

Zeki bir ajan, bir bilgisayar programı olup, kullanıcıya rutin bilgisayar görevleri kullanarak yardımcı olur. Yazılım ajanları, sihirbazları, çoklu ajanlar gibi farklı isimlerde kullanımları söz konusudur [8].

Ontoloji

Ontoloji, kelime hazinesi sistemi olup görev/alan bilgisini açıklamak için temel bir konsept olarak kullanılır. Bu kelime hazinesi alan uzmanları ve bilgi mühendisleri arasında bir iletişim temeli olarak kullanılmaktadır.

Veritabanı metodolojisi

Veritabanı, veriyi merkezileştirerek ve gereksiz veriyi minimize ederek, bir veri koleksiyonunun organize halde farklı bir çok uygulamaya hizmet verebilmesini sağlar [13]. Veritabanı metodolojisi, büyük miktardaki veriyi işleyerek çoklu hiyerarşilerde ve farklı veri formatlarını detaylı analiz ederek uzman bilgisinin ortaya konulmasında kullanır, ki günümüzde buna daha çok veri madenciliği kavramında rastlıyoruz.

2.2 Makina Öğrenmesi

Makine öğrenmesi yapay zekanın bir uygulama türü olup, sistemlerin otomatik olarak öğrenmesi ve ayrıca bir programlamaya ihtiyaç duyulmaksızın deneyimlere bağlı şekilde kendisini geliştirmesine denir [14]. Makine öğrenmesi alanı veriye erişen ve bunu kullanarak kendisini eğiten bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesine odaklanmıştır.

1959'da IBM'den Arthur Samuel ilk defa "Makine Öğrenmesi" deyimini kullanmıştır. Samuel geliştirdiği dama oyununda bilgisayarın hafızasının az olması sebebiyle alpha-beta düzeltmesini kullanmıştır. (*Alpha-Beta düzeltmesi* arama ağacındaki *Minimax* algoritması tarafından değerlendirilen düğüm sayısını azaltmaya çalışan bir arama algoritmasıdır. İki oyunculu oyunların makine oynaması için yaygın olarak kullanılan bir rakip arama algoritmasıdır). Samuel bu çalışmasında skarlama kullanarak tarafların kazanma ihtimallerini ölçümlemiş ve bir sonraki en iyi hamleyi seçime zorlayan *Minimax* algoritmasını geliştirmiştir. *Rota öğrenme* ismini verdiği bir diğer mekanizmadaysa, makinaya (programa) dama tahtası üzerinde aynı oyun içinde daha önce üzerinden geçtiği tüm pozisyonları (rotaları) kayıt etmesini sağlatmış, ardından bu rotaları hatırlamasını sağlayacak ödül fonksiyonunu kullanarak bir sonraki en iyi hamlenin tespitinde sağlamıştır. Tüm bu çalışmaların sonucunda da "Makine Öğrenmesi" kavramını geliştirmiştir.

Öğrenme süreci gözlemlere veya veriye (örneklemelere, doğrudan deneyimlere ya da yönlendirmelere) dayalı olarak başlar, bunun temel sebebi verilen örneklemelere göre gelecekte daha iyi kararlar verilmesi için veri içerisindeki tekrarların ya da desenlerin bulunabilmesinin sağlanmasıdır. Öncelikli amaç bilgisayarların insan etkileşimine ihtiyaç duymaksızın öğrenmelerinin sağlanmasıdır.

Bazı örnek makine öğrenmesi metodlarını listeleyecek olursak;

Makine öğrenmesi algoritmaları iki ana kategoriye ayrılmaktadır, bunlar *supervised* (denetimli) ve *unsupervised* (denetimsiz) yöntemlerdir.

Denetimli makine öğrenmesi algoritmaları geçmişte öğrenilmiş ve etiketlenmiş verilerin kullanılarak gelecekteki olayların tahminlenmesine dayalıdır. Sonuçları bilinen bir veri kümesinin analizi ile başlayan çalışma kapsamında, öğrenme algoritması verilen girdilere göre tutarlı çıktılar üretmek üzere bir çıkarım fonksiyonu oluşturmaktadır. Sistem belirli bir miktarda eğitim verisi kullanılması durumunda

düzgün sonuçlar üretmeye başlayabilmektedir. Öğrenme algoritması ayrıca çıkarımlarını doğru olan sonuçlar ile kıyaslamakta, olası hataları tespit edip, karar modelini buna göre iyileştirmektedir.

Aksine denetimsiz makine öğrenmesi algoritmaları ise herhangi bir sınıflandırılmış ya da etiketlenmiş veri kullanılmaksızın çalışmaktadır. Denetimsiz öğrenme çalışmaları, sistemlerin etiketlenmemiş verilerden gizli bir yapılanmayı ortaya çıkaracak fonksiyonun ortaya konmasına odaklanmıştır. Sistem çıktının doğruluğunu net olarak bilemeyebilir ancak veriyi analiz etmeye ve veri kümelerinden bazı çıkarımlarda bulunarak etiketlenmemiş verilerden oluşturulan gizli yapıları tarifler ve ortaya koymaya çalışır.

Bu iki algoritmaya ek olarak, yarı denetimli makine öğrenmesi algoritmaları ise, denetimli ve denetimsiz öğrenmenin arasında bir yere konumlandırılmaktadır. Bu yöntemde etiketlenmiş ve etiketlenmemiş veri setleri birlikte kullanılmaktadır. Ağırlıklı etiketlenmiş az miktarda veri ve etiketlenmemiş büyük miktarda veri (öğrenme ve test etme verisi) bir arada kullanılmaktadır. Bu metodu kullanan sistemler genellikle öğrenme sürecinin iyileştirilmesinde büyük ilerlemeler kaydedebilmektedir. Genellikle yarı denetimli makine öğrenmesi elde edilen etiketli verinin (yani bir insan tarafından anlam kazandırılmış veri) ilişkili ve özgün kaynaklardan olması koşulu ile anlamlı olur, aksi halde etiketlenmemiş geniş veri kümesi ek kaynaklara ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır.

Güçlendirilmiş makine öğrenmesi algoritmaları ise, üretilen çıktılarına dayalı hatalar ve ödüller üzerinden etkileşim kurarak kendilerini geliştiren öğrenme metodlarıdır. Deneme ve hata araması, gecikmeli ödüllendirme güçlendirilmiş öğrenmenin en temel karakteristikleridir [15]. Bu metod makinelerin ve yazılım ajanlarının, metodun performansını artırmak için belirli ve özel bir alandaki ideal davranışları otomatik olarak tespit etmesine olanak sağlamaktadır. Ajanın hangi aksiyonun en iyisi olduğunu öğrenmesi için basit bir ödüllendirme geri bildirimi gerekmektedir, buna güçlendirme sinyali de denmektedir.

Makine öğrenmesi çok büyük miktarlardaki verinin analizine olanak tanımaktadır. Genellikle hızlı sonuçlar üretmesiyle birlikte, karlı fırsatlardan, tehlikeli risklerin tespitine kadar daha net sonuçlar elde edilmesi için, modelin eğitilmesine yönelik ek süreler ve kaynaklara ihtiyaç duyabilmektedir. Makine öğrenmesi ile yapay zekanın

ve bilişsel teknolojilerin bir araya getirilmesi, büyük miktarlardaki verinin işlenmesinde ve daha verimli sonuçlar alınmasında daha etkili olacaktır [14].

2.3 Karar Ağaçları

Karar ağacı analizi genel olarak, bir çok alanda kullanılan tahminleme modelleri aracı şeklinde konumlandırılmaktadır. Karar ağaçları farklı durumlara göre veri setlerinin ayrıştırılmasına yönelik algoritmik bir yöntem kullanılarak oluşturulmaktadır. Karar ağaçları çoklu değişken ya da çoklu etki analizlerine uygun formlarda bulunabilirler. Çoklu değişken analizlerinin tüm formları bizlere hedef olarak tahminleme, tanımlama, açıklama ya da sınıflandırma konusunda olanak sağlar. Bu çoklu değişken analizleri günümüz problem çözme tekniklerinde önemli bir yere sahiptir, zira başarıyı belirleyen neredeyse tüm kritik çıktılar çoklu faktörlere dayanmaktadır. Şekil 2.2’de bağlı düğümleri içeren karar ağacının bir örneğini gösterilmektedir.



Şekil 2.2 : Karar Ağacı Şeması ve Bileşenleri.

Düğüm, *karar düğümleri* ve *yaprak düğümleri* olarak kategorize edilebilir. Karar düğümlerinden biri başlangıç durumu olarak yer alıyorsa, buna kök düğüm denir. Karar düğümleri kuralları oluşturan yol akışlarını yönlendirmek için çalışır. Karar düğümleri sonraki düğümlere bir dal sağlarken, yaprak düğümleri sonuçtan oluşan bir yolun sonunu gösterir.

Karar ağaçlarında ilişkiler doğrusal değil ve çoğu zaman etkileşimlidir. Önceden modellemeyen veri setindeki bu örüntüleri ortaya çıkarmak regresyon analizlerinde mümkün değildir ancak sınıflandırma ağaçları önceden belirlemeye gerek bırakmadan bu örüntüleri açığa çıkarır.

Karar ağaçları akış şemasına benzer yapılarıyla öne çıkan, her bir dalda bir testin meydana gelerek uç birimlere yani yapraklara sonuçların toplanmasını sağlayan, köklerinden yapraklara kadar her bir dalın ise bir sınıflandırma modelini yansıttığı temel makine öğrenmesi yapılarıdır.

Karar ağaçlarına dayalı analiz çalışmalarının ilk modellerinden birisi J. Ross Quinlan tarafından [16] 1975 tarihli kitabında yer bulmuştur. İlk geliştirdiği algoritma ise *Iterative Dichotomiser 3 (ID3)* olarak kayıtlara geçmiştir. Bu algoritma Occam'ın *ustura prensibine* dayalı olarak en küçük ve en etkili karar ağacının oluşturulmasına dayanmaktadır. Quinlan çalışmalarına devam ederek bu modeli geliştirmiş ve öncelikle *C4.5* ve sonra *C5.0* algoritmalarına evrilmesini sağlamıştır.

Diğer önemli karar ağaçlarından kısaca bahsetmek gerekirse; *CART* (Classification and Regression Trees, Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları) [17], *CHAID* (Chi-square Automatic Interaction Detecto, *Ki-kare* Otomatik Etkileşim Algılayıcı) Biggs et al., (1991), *MARS* (Multivariate Adaptive Regression Splines, Çok Değişkenli Uyarlamalı Regresyon Şeritleri) Friedman (1991), *Random Forest* (Rassal Karar Ormanları) Ho, Tin Kam (1995) literatürde yer alan önemli karar ağaçlarıdır.

Karar analizlerinde çok sayıda verinin genellikle denetimli öğrenme metodu ile kullanımına bağlı olarak karar ağaçları oluşturulur. Oluşturulan ağaçların hem kullanılan veri kümesini hem de daha sonra gelecek verileri temsil etmesine odaklanılır.

Karar ağaçlarının avantajları ve dezavantajları

Avantajlar

- Modelin yorumlanması ve açıklanması kolaydır.
- Hem kategorik hem de sayısal belirleyici değişkenler üzerine işlem yapılabilir.
- Hedef değişkenler ile belirleyici değişkenler arasındaki ilişkide yüksek derecede doğrusal olmama durumunu modelleyebilmek mümkündür.
- Diğer algoritmalara kıyasla karar ağaçları ön işleme sırasında veri hazırlama için daha az çaba gerektirir, dolayısıyla eğitilmesi hızlıdır.
- Karar ağacı verilerin normalleştirilmesini ya da ölçeklendirilmesini gerektirmez.

- Verilerdeki eksik değerler aynı zamanda karar ağacı oluşturma sürecini önemli ölçüde etkilemez.

Dezavantajlar

- Aşırı uyum göstermeye (Over fitting) eğilimlidir (Çeşitli budama - pruning yöntemleri bu sorunu azaltabilir)
- Birden fazla çıktı sınıfını sınıflandırmada zorluk çekebilir.
- Verilerdeki küçük bir değişiklik karar ağacının yapısında büyük bir değişikliğe neden olarak kararsızlığa neden olabilir.
- Bir Karar ağacı için bazen hesaplama diğer algoritmalara kıyasla çok daha karmaşık olabilir.
- Karar ağacı genellikle modeli eğitmek için daha uzun zaman gerektirir.

2.4 Sınıflandırma Ağacı Algoritması

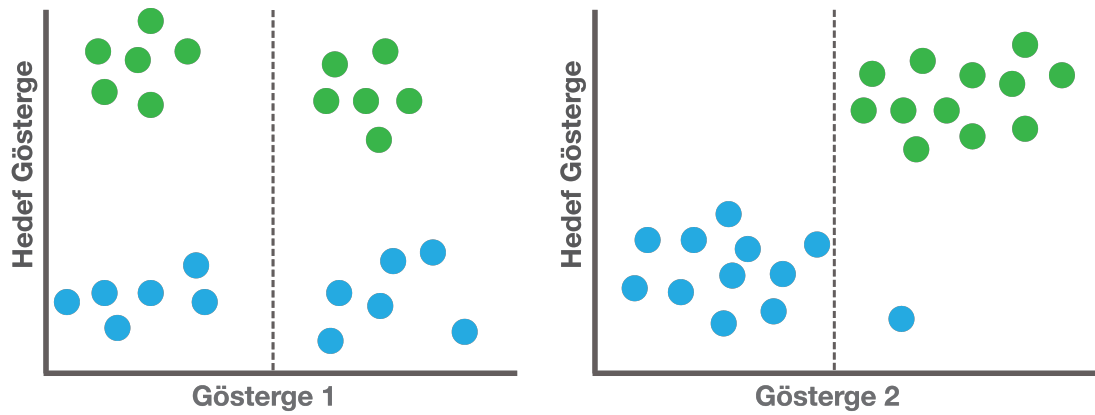
Karar ağacı algoritmaları, *sınıflandırma* (bağımlı değişken kategorik veya nitel olduğunda örneğin makinelerin verileri bir e-postanın spam olup olmadığı gibi sınıflara ayırdığı yerlerde) ve *regresyon* (Kategorik ya da kesikli değil sürekli değişken olduğu durumlarda örneğin, müşterinin kredide temerrüde düşme olasılığını tahmin etmek istiyorsak) sorunlarını çözmek için mükemmeldir.

CART, bağımlı (veya hedef) değişkenin sırasıyla kategorik veya sayısal olmasına bağlı olarak ikili Sınıflandırma veya Regresyon Ağaçları üreten bir karar ağacı algoritmasıdır. 1984 yılında Breiman tarafından akademik olarak geliştirilmiştir [17]. Verileri ham biçiminde işler (ön işleme gerekmez) ve aynı karar ağacının farklı bölümlerinde aynı değişkenleri bir kereden fazla kullanabilir, bu da değişken grupları arasındaki karmaşık bağımlılıkları ortaya çıkarmaya yarar.

CART algoritması eldeki veriyi sınıflandırma ağacı olarak işlerken, sınıflandırma görevleri için karar noktaları oluşturmada Gini Kirliliği/Safsızlığı (*Gini Impurity*) adlı bir metrik kullanır. Gini Kirliliği/Safsızlığı, veri kümesindeki bir bölünmenin ne kadar iyi (verimli ayrıldığına) olduğuna (bir düğümün “saflığının” ölçüsü), sınıfların bölünme tarafından oluşturulan iki grupta ne kadar karışık olduğuna dair bir fikir verir. Kısaca verileri yanlış sınıflandırmamızın olasılığı nedir? Sorusunun yanıtıdır. Tüm gözlemler aynı etikete (yani tamamen ayrı iki gruba bölündüğünde) ait olduğunda,

mükemmel bir sınıflandırma ve Gini Kirlilik/Safsızlık değeri 0'dır (minimum değer). Öte yandan, tüm gözlemler farklı etiketler arasında eşit olarak dağıtıldığında (yani iki grubun içerisinde de iki farklı türden veriler varsa), en kötü durum bölünme sonucuyla ve Gini Kirlilik/Safsızlık değeri 1 (maksimum değer) ile karşı karşıya kalırız.

Şekil 2.3'te yer alan sınıflandırma işlemine göre sol tarafta yer alan grafikte, yüksek bir Gini Kirliliği/Safsızlığı değeri düşük bir bölme performansına işaret eder, yani veri kümesi başarılı bir şekilde ayrıştırılamamıştır. Sağ taraftaki grafikte ise düşük bir Gini Kirliliği/Safsızlığı değeri neredeyse mükemmel bir bölünme gerçekleştirir, bu sayede eldeki veri kümesi başarılı bir şekilde ayrıştırılmış olur.



Şekil 2.3 : CART Algoritması Sınıflandırması.

CART algoritması eldeki veriyi regresyon ağacına göre işlerken, en küçük kareler sapmasını (LSD) en aza indiren bölünmeleri arar ve sonucu tüm olası seçenekler üzerinde en aza indiren bölümleri seçer. En küçük kareler sapması (bazen "varyans azaltma" olarak da adlandırılır) metriği, gözlenen değerler ile öngörülen değerler arasındaki kare mesafelerin (veya sapmaların) toplamını en aza indirir. Öngörülen ve gözlemlenen değerler arasındaki farka "kalıntı" denir, bu da en küçük kareler sapmasının kare tahminlerinin toplamını en aza indirecek şekilde parametre tahminlerini seçtiği anlamına gelir. En küçük kareler yöntemi, metrik veriler için çok uygundur ve ayraç kalitesi hakkında diğer algoritmalarından daha fazla bilgi yakalama özelliğine sahiptir.

CART algoritmasının arkasındaki temel fikir, her biri "en uygun ağaç" olmaya aday olan bir dizi karar ağacı üretmektir. En uygun karar ağacı, veri setinden elde edilmiş her ağacın performansının test edilmesiyle (Karar ağacının daha oluşturulmasında kullanılmamış yeni veriler kullanılarak) veya çapraz doğrulama (veri kümesini "k" kat sayısına bölerek ve her kat üzerinde testler yaparak tanımlanır). CART algoritması,

karar ağacı seçimi için dahili bir performans ölçüsü kullanmaz. Bunun yerine, karar ağaçlarının performansları her zaman test veya çapraz doğrulama yoluyla ölçülür ve karar ağacının seçimi ancak bu değerlendirme ile yapılabilir.

Sınıflandırma ağacının avantajları ve dezavantajları

Avantajlar

- Sınıflandırma ağacını anlamak, yorumlamak, görselleştirmek kolaydır.
- Sınıflandırma ağaçları dolaylı olarak değişken tarama veya özellik seçimi gerçekleştirir.
- Hem sayısal hem de kategorik verileri işleyebilir. Ayrıca çoklu çıktı sorunlarını da çözebilir.
- Sınıflandırma ağaçları veri hazırlama için kullanıcıların nispeten az çabasına ihtiyaç duyar.
- Parametreler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler ağaç performansını etkilemez.

Dezavantajlar

- Sınıflandırma ağacına kullanımına yeni başlayanlar, verileri iyi bir şekilde genelleştirmeyen aşırı karmaşık ağaçlar oluşturabilir. Buna aşırı uyum gösterme (Over fitting) denir. Bu nedenle karar ağacına uymadan önce veri kümesinin dengelenmesi tavsiye edilir.
- Sınıflandırma ağaçları kararsız olabilir, çünkü verilerdeki küçük değişiklikler tamamen farklı bir ağacın üretilmesine neden olabilir. Buna, önyükleme toplaması (Örnekleme değiştirme ile gerçekleştirildiğinde, bu yönteme bagging adı verilir.) ve artırma (birbirini takip edecek şekilde eğiterek daha iyiye gitmenin hedeflenmesi yöntemine boosting adı verilir) gibi yöntemlerle düşürülmesi gereken değişken (varyans) denir.
- Greedy algoritmalar, küresel olarak en uygun sınıflandırma ağacını seçmeyi garanti edemez. Bu sorun ihtiyaç duyulan özelliklerin ve örneklemelerin değiştirilmesi ile rastgele örneklendiği birden fazla ağaç eğitilerek azaltılabilir.

2.5 Mutluluk

2.5.1 Mutluluk kavramı, insanı ne mutlu eder?

Temel olarak mutluluk insan tarihi kadar eski bir olgu olmakla birlikte, yüzyıllar öncesinden beri insanı neyin mutlu ettiği sorusuna Aristo, Buda gibi ünlü filozoflar eserlerinde yanıtlar aramışlardır. Modern anlamda mutluluk çalışmaları ise oldukça yenidir. Bu araştırmaların temelinde ise bizi mutlu yapan şey nedir sorusu yer almaktadır. Mutluluk kavramı hakkında Dünya tarihinin hem farklı dönemlerinde hem de farklı noktalarında çok fazla sayıda eserler yazılmış ya da araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiklerinde, konuyla ilgili eserlerin ve günümüzde yapılan modern araştırmaların sonuçlarının birbirleriyle büyük benzerlikler taşıdığı görülmektedir [6].

Bu araştırmalardan önemli birisi de Richard Easterlin'in mutluluğu yani kişisel refah düzeyini etkileyen faktörlerle ilgili ampirik araştırmalarıdır. Easterlin'e göre bir ülkenin kişi başına düşen milli gelir hasılasının artması, doğrudan vatandaşların mutluluk düzeyleriyle bir ilişkisi bulunmamaktadır [18]. Bu araştırmayı takip eden bir dizi araştırmada da, belirli bir gelir seviyesinin ülke genelinde yakalanmasının ardından mutluluk ve kişi başı gelir arasındaki güçlü ilişkinin sonlanması araştırmacıları farklı alanlara yöneltmiştir. Bu konudaki araştırmalara Kahneman ve Krueger [19], Bartolini ve Sarracino [20] öncülük etmiştir.

Bir yandan da ülkeler vatandaşlarının mutluluk ve yaşam memnuniyetlerinin güncel durumunu ve gelişimini izlemeye başlamışlardır. Butan'ın GAYRİSAFİ MİLLİ MUTLULUK ENDEKSİ diğer bir çok ülkeye vatandaşlarının mutluluk ve yaşam memnuniyeti, refahı gelişimini izlemeleri açısından ilham olmuştur. Bunlardan bazıları; AVUSTRALYA TOPLULUĞU YAŞAM MEMNUNİYETİ VE REFAHI ENDEKSİ, KANADA YAŞAM MEMNUNİYETİ VE REFAHI ENDEKSİ, İTALYA ADİL SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK VE MUTLULUK ENDEKSİ, İNGİLİZ ULUSAL YAŞAM MEMNUNİYETİ VE REFAHI ENDEKSİ, ABD GALLUP-SHARECARE YAŞAM MEMNUNİYETİ VE REFAHI ENDEKSİ ve TÜRKİYE KİŞİSEL YAŞAM MEMNUNİYETİ VE REFAHI ENDEKSİ'dir [6]. Bu yalnızca ülke bazında değil, uluslararası seviyede de incelenen çalışmalarla kendisine akademik alanda yer bulmuştur. Örnek olarak, Dünya Değerler Anketi, Avrupa Değerler Anketi ve Dünya Mutluluk Raporu Heliwell [21], Gallup Dünya Kamuoyu yoklaması 2018

[22], Van Praag ve Ferrer-i-Carbonell [23], Türkiye Öznel Dirlik Endeksi (Subjective Well-Being) [6] çalışmaları gösterilebilir.

Zor ve karmaşık bir fenomen olan mutluluk, ekonomik, sosyal, ilişkisel, psikolojik, politik, kültürel ve kurumsal olmak üzere bir çok çeşitli faktöre dayanır [24]. Bu nedenle de mutluluk, felsefe, ekonomi ve psikoloji gibi birçok disiplinin birleştiği alanda incelenebilir diyebiliriz. Ekonomi perspektifinden bakacak olursak, mutluluk iktisadi araştırmaları gelirin yanında, hayatın diğer alanlarındaki memnuniyet düzeyiyle mutluluk ilişkisine bakmaktadır. Değişkenler hane halkı geliri, evlilik, akraba ilişkileri gibi yaşam memnuniyeti göstergelerinden, yaş, cinsiyet, çalışma durumu gibi demografik bilgilere kadar bir çok farklı alanda karşımıza çıkmaktadır.

2.5.2 Mutluluğun reçetesi oluşturulabilir mi?

Özellikle yakın dönemde insanların refah seviyeleri artmasına rağmen, araştırmacıların yaptıkları araştırmalarda insanların mutlu olmadıklarını daha net farketmeleri ve bu farkındalıkla birlikte mutluluğu oluşturan faktörleri sorgulamaya başlamaları mutluluğun formülü sorusunu çok daha fazla popüler hale getirmiştir.

Regresyon temelli yöntemler, belirleyenler üzerine odaklanmaktadır ancak bu yöntemlerle bulunan katsayılar yalnızca genel ortalama (baskın grupların değerlerini) yansıtmaktadır. Oysa bu tür araştırmalara bakıp mutlu olmanın yollarını araştıran daha küçük toplumsal gruplar (yaşlılar gençler gibi) da bulunmaktadır. Dolayısıyla Regresyon analizleri ile bu tip gruplara ulaşmak mümkün olmamaktadır. Sınıflandırma Ağacı yöntemi bu tür toplumsal nişlere ulaşip onlara özgü mutluluk/mutsuzluk patikalarını ortaya çıkarmakta daha yetkin olabilmektedir. Bu patikalar ise, farklı mutluluk reçeteleri olarak değerlendirilmektedir.

Mutluluğun tam olarak bir formülü ya da reçetesi olmasa da Mutluluğu oluşturabilecek bileşenleri ortaya koyan bazı araştırmalar literatürde mevcuttur. Mutluluk reçetesi iki bileşenden oluşur: “Malzeme listesi” ve bu malzemelerin hangi sırayla ekleneceğini gösteren “Tarif”. Yazındaki çalışmalar genellikle “malzeme listesi” üzerine odaklanmıştır. Örneğin Pinker’a göre çok genel anlamda “Sağlıklı olmak, iyi beslenmek, rahat olmak, güven hissetmek, müreffeh olmak, bilgili olmak, saygı duyulmak, evli olmak ve sevilme” [25] mutluluğun bir malzeme listesi olarak özetlenmiştir. Buna ek olarak “İyimserlik, dışa dönüklük, sosyal bağlantılar, evli olmak, ilgi çekici bir iş sahibi olmak, din ya da maneviyata bağlı olmak, eğlence, iyi

uyku ve egzersiz, sosyal sınıf ve kişisel sağlık” mutluluğun bileşenleri olarak gösterilmekte, “Yaş, fiziksel çekicilik, temel ihtiyaçlara harcanabilecek olandan daha fazla para, cinsiyet, eğitim seviyesi, çocuk sahibi olmak, daha sıcak bir iklime geçmek, suçlardan korunmak, barınma ve ölçülebilir sağlık” gibi faktörler ise mutlulukla ilgisiz olarak nitelendirilmektedir [26].

Peki mutluluğu belirli değişkenlere indirgemek, ya da başka bir deyişle mutluluğun formülünü yazmak mümkün mü? Deneysel mutluluk araştırmaları özellikle mutluluğun bileşenleri ve bunların mutluluğa katkılarının bulunması üzerine yoğunlaşmıştır. Her ne kadar bu çalışmalar akademik açıdan değerli katkılar sunsalar da, malzeme listeleri kendi şartları içerisinde mutlu olmaya çabalayan kişilere pek yardımcı olamamaktadır. Mutluluğa etkisi olduğu tespit edilen bileşenlere ek olarak, bu bileşenlerin hangi miktarlarda, hangi sırayla ve ne kadar süreyle katkıları olması gerektiğinin tespit edilmesi çok daha fazla önem kazanmaktadır [6].

Ampirik mutluluk çalışmaları regresyon analizine dayanmakta ve çıktı olarak mutluluğa etki eden faktör “listesi” üretmektedir. Bu listelerde yer alan faktörlerin farklı bileşimine sahip olup da “mutlu” olan insanların varlığı, farklı mutluluk reçetelerinin ve patikalarının olduğunu göstermektedir. Mutluluk genel bir etkili faktörler listesiyle ifade edilebilse de kişiye özel bir tarifi olduğu yapılan araştırmalarda görülmektedir. Birbirinden tamamen farklı geçmiş ve koşullara sahip mutlu bireylerin varlığı, mutluluk için benzersiz ve tek geçerli bir tarifi olmayacağını, ancak bir çok farklı faktörün kombinasyonlarından oluşan çeşitli etkenlerin ya da bileşenlerin varlığını işaret etmektedir. Aslında, Buettner’in 2017 yılında National Geographic dergisinde yayınlanan bir makalesinde [27], dünyanın tamamen farklı noktalarına gidip burada yaşam koşulları, geçmiş deneyimleri, din, dil ve ırk gibi açılardan birbiri ile benzersiz ancak kendini mutlu olarak ifade eden farklı koşullara sahip olsalar da mutlu olmayı başarmış üç kişi ile karşılaşmış olması da bu hipotezi kanıtlar niteliktedir. Aynı durumun mutsuzluk için de geçerli olduğuna inanmamak için hiçbir sebep bulunmamaktadır.

Mutluluğun kişiye özel tarifi ötesinde; Mutluluğu etkileyen faktörlerin herhangi bir bireyin mutluluğuna etkisinin, bireyin o an içinde bulunduğu durum ve faktörün gerçekleşmesi sonucunda bireyin bundan aldığı memnuniyet ile değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu değişkenliğin incelenmesi, araştırmamızda da bir örneğini geliştirdiğimiz uzman sistemlerce süreklilik arzedecek şekilde kişilere bağlı

değişikliklerin takip edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Gelecek dönem çalışmalarında uzman sistemlerce toplanan veriler kullanılarak oluşturulacak büyük bir veri ambarları üzerine araştırmalar yapılabilecek, mutluluğun değişkenliği ve etkileşimleri hakkında çok daha derin araştırmalar yapılması sağlanabilecektir.

Ayrıca mutluluk kadar mutluluğun olmaması yani mutsuzluk kavramının da incelenmesi gerekmektedir. Bireylerle kısa bir konuşma sonrasında kendilerini mutsuz eden sebeplerin birbirinden çok farklı olabileceği anlaşılabilmektedir. Bu durum mutluluk için olduğu gibi mutsuzluk için de tek, sabit ve kesin bir tarifi olmadığını göstermektedir. Mutluluk için olduğu gibi mutsuzluk için de genel geçer ve etkisi olduğu belirgin bir olağan şüpheli listesi oluşturmak mümkündür; örneğin yalnızlık, fakirlik, güvensizlik ve hastalık gibi negatif etkileri yoğun durumlar, insanları mutsuzluğa iten önemli faktörlerden bazılarıdır.

Mutluluğu etkileyen faktörler kadar bireylerin içerisinde bulundukları durumlar da önemlidir. Bunu nedensellik ilişkisi içerisinde inceleyecek olursak, insanlar etkenleri yalnızca kendi başına değil, bulunduğu duruma, etkeni oluşturan bileşenlere, diğer insanların bu etkene bakış açılarına, bu etkenin yaratacağı sonuçlara gibi birçok farklı açıya bakarak değerlendirir ve etkenin kişinin mutluluğuna etkisi tüm bu faktörlerin bir bileşimi olarak artı ya da eksi olarak yansıyabilir, tabi tüm bunlara ek olarak zaman kavramını ve zaman içerisinde bu etkenin faktörlere göre göstereceği değişiklikleri de hesaba katmak gerekebilir. Bu durumu kabaca özetleyecek olursak bazen küçük bir faktör büyük değişimlere ön ayak olabilir, bunu şöyle de açıklayabiliriz bir birey güzel bir havada arkadaşlarıyla birlikte ormanda piknik yaparken tek bir ağacın bu bireyin mutluluğu üzerinde herhangi bir önemi bulunmayacaktır ancak aynı bireyi farklı bir durum olarak açıklayabileceğimiz bir çöle, yalnız başına ve kavurucu sıcaklığın ortasına koyarsak ve aynı ağacı karşısına çıkarırsak bu ağacın aynı kişi ancak farklı durumlar altındaki mutluluğuna etkisi yadsınamaz olacaktır. Bu durumda Regresyon analizi yapılsaydı ağacın mutluluk üzerine etkisi çok küçük ya da anlamsız bulunabilecekti. Ama bu çöl şartlarında yaşayan insanların gerçekliğini yansıtmayacaktır. Sınıflandırma ağacı yöntemi bol ormanlı ve çöl ortamlarında ağaç-mutluluk ilişkisini ayrı ayrı ele alabilme şansı verir. Bu da farklı mutluluk tariflerinin doğrulanmasını ve ortaya çıkarılmasını mümkün kılar.

2.5.3 Mutluluk analizi nasıl yapılabilir?

Mutluluk ve mutsuzluk kavramları, aynı anda bir çok farklı eşik seviyesine ulaşmak için bazı faktörler gerektiren aynı zamanda birikimli olarak artan olgulardır. Daha da önemlisi, önceden tanımlanmamış farklı faktörlerin birbirleri ile karmaşık etkileşimlerinden destek alarak anlık seviyelerine ulaşmaktadırlar.

Mutluluk doğrusal olmayan bir çok faktörü de içermektedir, bunlardan en popüler olanı da yaştır. Aynı faktör kişinin koşullara bağlı olarak birinin mutluluğuna pozitif etki ederken, bir başkasını mutsuz edebilir örneğin yetişkinliğin erken dönemlerinde yaşlanma kişiyi mutsuz ederken, belirli bir yaş eşiği geçildikten sonra ise artırmaktadır. Sagiv ve Schwartz'ın 2000 yılındaki araştırmaları [28] bu anlamda çevresel faktörlerin kişinin mutluluk durumuna etkilerine ışık tutmuştur.

Aşıcı [6] hangi analiz yöntemi daha doğrudur diye sorarak başladığı çalışmasında “Tek bir mutluluk ya da mutsuzluk tarifi bulunmuyorsa, ya da mutluluk ve mutsuzluğun birbirleri ile karmaşık ve doğrusal olmayan bağları varsa, ampirik açıdan mutluluk araştırmalarında hangi analiz yöntemini kullanmak daha doğru olacaktır.” önermesini sunmuştur. Dahası insanların mutluluklarının zamana ve koşullara bağlı değişiminin izlenerek etkilerin araştırılmasını sağlamak için nasıl bir yol izlenmelidir. Bu sorular Türkiye Mutluluk Araştırmasının (TMA) [6] başlangıç noktasını oluşturmaktaydı. Bu tez ile de daha önce TMA çalışmasının sonucunda statik olarak bulunan sınıflandırma ağacı uzman sistem tasarımıyla dinamik ve anlık geri bildirim verebilen bir yapıya dönüştürülmüştür. Tez çalışması kapsamında zamana bağlı analizleri çok daha geniş kitlelere ulaştırarak araştırmanın geleceğine dair daha fazla veri toplanması ve uzman bir sistem vasıtasıyla katılımcılara geri bildirimlerde bulunarak insanların genel anlamda mutsuzluk gerekçelerine parmak basmak ve onlara önerilerde bulunması hedeflenmiştir.

Bilimsel araştırmalarda hangi metodoloji kullanılırsa kullanılsın, araştırma belirli bir veri kümesi ile yapılmakta, bu veri kümesinin genele hitap etme gücü ile deneyin ya da çalışmanın etkisi ölçülmektedir. Halbuki özellikle mutluluk gibi sabit değil, zamana bağlı olarak değişkenlik arzeden ve bir çok faktörden etkilenen duygusal konulardaki araştırmalar süreklilik arzedecek ve zamana bağlı olarak takip edilecek şekillerde kurgulanmalıdırlar. Özetle akademik araştırmalarda oluşturulmuş olan ağaçlar çok değerli katkılar sağlayabilecek olsalar da makale içerisinde kalmakta, araştırma

kapsamında oluşturulan veri seti ile ilişkilendirilmektedirler, oysa bu tez ile oluşturulan gibi canlı ve süreklilik arzeden uzman sistemler sayesinde araştırmalar için, aynı katılımcılardan aynı ya da farklı soru kümeleri için zamana yayılmış şekilde sürekli veri toplamak, incelemek ve yeni araştırma konuları oluşturmak mümkün hale gelebilmektedir.

2.5.4 Türkiye mutluluk ağacı

Bu çalışma mutluluğun bileşenlerinden daha çok reçetelerin oluşturulmaya çalışıldığı Mutluluk ve Mutsuzluk Patikaları [6] çalışmasını daha geniş kitlelere ve zaman bağımsız olarak uzman sistemlere aktarmak, uzman sistemlerce toplanan verinin tekrar işlenerek katılımcılara geri bildirimlerde bulunmak, uzman sistemin başarımını ölçerek eksikliklerinin giderilebilmesi gibi yeni yaklaşımlar ortaya çıkarılmasına yönelik hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan TMA [6] sınıflandırma metodolojisi TUİK tarafından 2013 yılında Türkiye’de yapılan geniş kapsamlı anketin (196.000 katılımcı ve 300 civarı soru) sonuçları üzerinde çalıştırılarak (9 Nolu “Ne kadar mutlusunuz?” Sorusunu bağımlı değişken, diğerlerini ise bağımsız değişken kullanarak) mutlu ve mutsuz insanların oluşturdukları birbirinden farklı patika ya da yolların tespit edilebilmesini sağlamıştır, dahası bu insanların hayat tecrübelerinden mutluluk reçeteleri ortaya çıkarmaya katkı sağlamaktadır. Sınıflandırma sonucu ortaya çıkan patikalar, Diener vd. 2013 yılında yaptığı araştırmaya [29] dayalı olarak kültürel ve coğrafik faktörler (sağlık memnuniyeti, finansal durum gibi) içerebildiği gibi, ülke özelinde faktörleri de (dini ve diğer çevresel faktörler) mutluluğun nasıl anlaşıldığı açısından değerlendirmemizi sağlamaktadır.

Sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART) metodolojisi klinik araştırmalardan [30], suç araştırmalarına [31] kadar bir çok farklı disiplinden geniş bir kullanım alanına sahip olsa da, şaşırtıcı şekilde davranışsal ekonomi konularında çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Morrone araştırmasında [32] yapısal değişkenlerin analizi ve İtalyadaki hayat memnuniyetindeki 11 yaşam alanı incelenmiştir. Bir başka çalışma olarak Galletta’nın 2016 da yaptığı araştırma [33] sınıflandırma ağacı metodolojisinin İtalyan insanların mutluluklarının analizini yapan tek araştırmadır. Bu çalışma ekonomik şartların etkilerini doğrulamış, dahası doğrusal olmayan birey karakteristiklerinin bu ekonomik durumlardan etkilenmelerine ışık tutmuştur.

TMA [6] araştırmasında mutluluk gibi bir olgunun analizinde Sınıflandırma Ağacı'nın (SA) kullanılma sebeplerinden bahsetmek gerekirse; Parametrik olmayan bir metodoloji olarak SA normal dağılım sergileyecek açıklayıcı değişkenler gerektirmez. SA karmaşık etkileşimleri, desenleri ve doğrusal olmayan verileri, önceden bir tanımlama yapmaksızın çok daha etkili biçimde ele almaktadır. Her bir değişkenin marjinal etkilerine odaklanmaktansa, SA bir çok farklı çıktı veren farklı patikalar oluşturmakta, dolayısıyla karar verme aşamasını kolaylaştırıcı kullanışlı ve pratik bilgiler sağlamaktadır. SA araştırmacılara dönüşüm gerektirmeksizin bir çok farklı biçimdeki değişkenle çalışabilme fırsatı vermektedir (örneğin kesiklik, sürekli, sıralı, sırasız, kategorik gibi). Regresyon analizinde ise kategorik değişkenler ayrı birer kukla (dummy) değişken ile gösterilmelidir, ki bu durum regresyon modellerinde serbestlik derecesi problemlerine yol açmaktadır. Standart regresyon analizinde kayıp veri büyük problem çıkarmaktadır. SA algoritması ise kayıp verinin yerini SA terminolojisinde yerine-geçen (surrogate) olarak adlandırılan değişkenlerle kapatmakta ve asıl değişkeni en az kayıp ile temsil etmektedir. SA metodolojisi, gelişmiş test prosedürleri sayesinde güvenilir ağaçlar oluşturulmasını sağlamakta, bu şekilde de farklı zamanlarda sunulan veri kümelerinde de benzer performanslar gösterebilmektedir. Ağaç bazlı metodolojiler üzerine detaylı araştırma incelemeleri için Breiman [17] ve Hastie [34] çalışmaları incelenebilir.

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yapılan “Türkiye Yaşam Memnuniyeti Anketi” (YMA) veri seti ekonomik, sosyal, psikolojik ve demografi faktörlerden oluşan 300’den fazla soru içermektedir. 2003 yılından beri Türkiye’de daha az kitlelerle yapılan hayat memnuniyet anketleri, 2013 yılında ülkenin 81 ilinde 196.000 kişi ile yapılmıştır, aynı tarihlerde veri seti ile temsil edilen ülkenin yetişkin nüfusu 55 milyon civarındadır.

2013 Yılında Türkiye nüfusunun %59’unun mutlu olduğu TÜİK tarafından bildirilmiştir [35]. TMA Ağacında 55 Milyon kişi beş farklı mutluluk düzeyine bağlı olarak yapraklara yerleştirilmeye çalışılmıştır. Toplam 72 yapraktan oluşan TMA’da, 13 Mutluluk, 45 Mutsuzluk patikası ve 14 nötr yaprak bulunmaktadır. Mutlu ve Mutsuz dalları mutluluk ağacının Mutlu ve Mutsuz yapraklarını barındıran yani bu yapraklara düşen kişileri temsil eden gruplardır. Mutluluk patikasındaki her bir dal ve yol mutlulukla sonuçlanan yaprağa giderken, mutsuzluk patikasındaki her bir dal ve yol da mutsuzlukla sonuçlanan yaprağa gitmektedir, bu sınıflandırma sürecinde temel

ayırıcı (primary splitters) değerleri görev almaktadır. TMA Ağacı [6] Bölüm 5 Şekil 5.1’de detaylı gösterilmiştir. TMA Ağacı’nda temel ayırıcı olarak 40 değişken bulunmuştur. Uzman sisteme aktarılan sorular bunlardır ve Ek A’da bu sorulara yer verilmiştir.

2.6 Benzer Uygulamalar

Mutluluk analizinin anketler ve karar ağaçları kullanılarak yapılması yakın dönemde çalışılmaya başlanmış bir alandır. Bu konudaki bir kaç örnek çalışma hakkında bilgi vermek gerekirse; Aşıcı, 2019 Mutluluk ve Mutsuzluk Patikaları: Türkiye’deki Mutluluğun Sınıflandırma Ağaçları ile Analizi [6], Sergio Galletta’nın İtalya Merkez Bankası verilerine dayanarak yaptığı araştırma [33]. Yapılan çalışma kapsamında kullanılan özelliklerle birebir örtüşme olmasa da farklı bakış açılarıyla benzeri özellikler gösteren bazı örneklerle kısa açıklamalarıyla birlikte aşağıda yer verilmiştir.

Özellikle en başta Ruut Venhooven’in uzun soluklu olarak yürüttüğü EHERO kapsamındaki çalışmasından bahsedebiliriz [5]. Venhooven çalışmasında, çalışmamızdakine benzer şekilde web tabanlı olarak bir uzman sistem örneği olan “Happiness Indicator” yani mutluluk göstergesi için bir araştırma yapmıştır. Venhooven, çalışması kapsamında öncelikle demografik bilgiler toplayarak bir kullanıcı kimliği oluşturmaktadır. Akabinde geliştirdiği web tabanlı uzman sistem ile katılımcıların günlük hayatta kolaylıkla erişebileceği arayüzler üzerinden bazı sorulara yanıtlar vermesini sağlamaktadır. Bu sayede katılımcıların verdikleri yanıtların zamana bağlı olarak sonuçlarının değişimlerini takip edebilmeleri sağlanmaktadır. Uygulama daha çok bir mutluluk günlüğü gibi konumlandırılmış olmakla birlikte, genel olarak kullanıcıların demografik bilgilerine göre daha geniş kapsamlı yorumlamaların önünü açmaktadır. Bu çalışma ile ilgili ayrıca yayınlanan makalede çalışmanın detaylarına yer verilmiştir [36].

Bir diğer örnek çalışma olarak Istiadi’nin 2016 da insanlara danışmanlık verilmesi için geliştirilen ve online çalışan bir uzman sistem gösterilebilir. Hollanda ve Endonezya da ortak yapılan çalışmada, daha önce kurulmuş olan bir uzman sistemin iyileştirmesi hedeflenmiştir. Çalışan uzman sistem daha önce yapılan çalışmalara istinaden oluşturulmuş bir ya da daha fazla karar ağacının bir veritabanında saklanması ve bu karar ağaçları kurallarının online web üzerinden işletilerek kullanıcılara danışmanlık hizmeti verilmesini sağlamaktadır. Yapılan çalışma ile uzman sisteme yeni bir API ve

mobil uygulama kanalının eklenmesiyle yeni nesil kitlelere erişimin sağlanması hedeflenmiştir [37].

Bir diğer çalışma örneği olarak, <https://www.happiness-survey.com/> adresinde yer alan 29 soruluk ankete dayanarak insanların mutluluk ve hayat kalitesi algılarının Rasch analizi kullanılarak ölçülmesi hedeflenmiştir. Araştırmada, sıralı ölçekten aralık ölçeğine dönüştürülerek ve parametrik istatistiki yöntemler kullanılarak elde edilen verilerin, kişilerin kliniklerdeki fiziki ölçümlmelerine (stres, anksiyete, depresyon vb.) katkıda bulunabileceği belirtilmiştir [38].

Bir diğer çalışma 18.420 katılımcı ile sorulara dayalı anket yerine deneysel olarak kazan kaybet oyunu ve bu oyunun sonucundaki anlık mutluluk ölçümlmelerine dayanmaktadır. Yazarlara göre anket sorularındaki ölçeklemeler kişinin kendi ruh hali ile ilgili verdikleri yanılsama payları yüksek kararları içermekte ve gerçeği yansıtmayabilmektedir. Mutluluğun beklenti ve kazanımlarla ilişkilendirildiği matematiksel bir model hazırlanmıştır [39].

Bir diğer çalışma web ve mobil uygulamalar üzerinden elde edilen sosyal medya ve mesajlaşma verileri üzerine J48, Rassal Orman (Random Forest) ve Destek Vektör Makinası (Support Vector Machine) makina öğrenmesi algoritmaları kullanarak katılımcıları kişilik ve mutluluk düzeylerine göre sınıflandırma üzerine hazırlanmıştır. 1000 kişilik bir katılım üzerinden tahminleme ve bunların doğruluk payları üzerine karşılaştırmalar yapılmıştır. Tahminlemelerde genel olarak SVM algoritmasının daha verimli sonuçlar ürettiği izlenmiştir [40].

Bir diğer çalışma, <https://survey.happycounts.org/survey/directToSurvey> adresi üzerinde Happiness Alliance tarafından yürütülen bir anket çalışmasıdır. Bu çalışma kapsamında bir Mutluluk Endeksi oluşturulması hedeflenmekte olup, çoklu dil desteği ile küresel boyutta bir mutluluk verisi toplamak ve işleyerek bunun zamana, konuma, yaşa vb. Demografik bilgilere dayalı değişimini izlemek, bu veriler kullanılarak araştırma projelerinde yeni yaklaşımlara ufuk açmak hedeflenmektedir [4].

Tüm bu çalışmalar dışında, uzman sistemler üzerine yapılan araştırmaların genellikle tıbbi, askeri ve eğitim alanlarında kullanıldığına dair bilgileri içeren 2001-2011 yılları arasında yapılmış çalışmaların özetlendiği [41] araştırma incelenebilir.

2.7 Literatür Katkısı

Öncelikli olarak Aşıcı 2019 [6] çalışmasında veri kümesi için TÜİK'in yaptığı Türkiye Yaşam Memnuniyet Anketi (YMA) dayalı 196.000 katılımcının yanıtları üzerine SA algoritması karar ağacı uygulanarak oluşturulmuş olan TMA'nın geliştirilen uzman sistem, arayüzler, veri tabanı ve kural kodları ile günlük hayatta istenilen herhangi bir anda insanlara ulaştırılabilir olması ve etkileşimli bir sisteme dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bu sayede TMA yeni veri kümelerine daha kolay hizmet verebilir hale getirilmiştir.

Geliştirilen uzman sistem, yalnızca bu makalede yer verilen tek bir karar ağacına değil, araştırma yapmak isteyen akademisyenler için istenilen herhangi bir algoritma ile oluşturdukları karar ağacı çıktılarına ve karar ağacına hizmet veren sorular ile son kullanıcılara hizmet verebilecek altyapı olarak tasarlanmıştır.

Karar ağaçlarının doğaları gereği sabit yapılarının aksine, uzman bir sistem ve uzman sistemin bileşenleri aracılığıyla yeni katılımcılara dönük geri bildirim hizmetleri sunulmaktadır. Bu servisler ve arayüzler vasıtasıyla hem karar ağacının farklı verilerle sınanması mümkün hale gelmekte, hem de bu sınamalarda katılımcılardan alınan geri bildirimlerle başarımın hesaplanması, başarısız olunan sonuçlara göre inceleme yapılabilmesi ve ileride yapılabilecek yeni çalışmalarda farklı algoritmalar kullanılarak farklı karar ağaçlarının da ortaya çıkabilmesine ön ayak olmaktadır.

Geliştirilen uzman sistem, katılımcılara sunulmak üzere hazırlanan iOS ve Android işletim sistemleri için mobil uygulamalar, www.mutlulukanketi.com adresi üzerinden hizmet veren bir web sitesi aracılığıyla etkileşime geçmektedir. Katılımcılar, uygulamalara ya da web sitesine üye olmadan giriş yapabilirler, geçici olarak bir kullanıcı oluşturulur ve katılımcı ile ilişkilendirilir. Katılımcı kullanıcı sözleşmesini onaylayarak bazıları birbirinin cevaplarına bağlı olmak üzere toplamda maksimum 40 soruyu cevaplar. Katılımcıdan alınan cevaplara göre uzman sistemimiz TMA [6] karar ağacına uygun şekilde algoritmayı işletir ve katılımcıyı ağacın bir yaprağına yerleştirir. Bu aşamada karar ağacının çıktısı olarak katılımcıya yalnızca bir yaprağa düştüğü bilgisi değil, bulunduğu patikada verdiği cevaplara göre iyileştirme yollarının ortaya konulması için öz yinelemeli (recursive) metodlar geliştirilmiştir. Bu metodlar sayesinde katılımcının verdiği yanıtlara göre düştüğü ağaç yaprağının durumu ve katılımcının diğer verdiği yanıtlar incelenmekte, katılımcının varsa daha iyi bir sonuç

elde edebilmesi için hangi yanıtında değişiklik yapması halinde nasıl yeni ve daha iyi bir sonuca ulaşabileceği geri bildiriminde bulunulabilmektedir. Katılımcıya verilen bilgilerden sonra katılımcıdan beklediği sonuç ile karşılaştığı sonuç arasında benzerliğe istinaden geri bildirimde bulunması istenir. Bu algoritmanın ve ağacın ne kadar verimli bir şekilde katılımcıyı doğru yaprağa yerleştirdiğinin tespiti için çok önemlidir. Ayrıca genel olarak uygulamaların kullanışlılığı ve başarımı hakkında da geri sayısal bildirim toplanır. Uzman sisteme ait uygulamaların katılımcı kullanım akışı Bölüm 5'te adımlar halinde anlatılmış ve Şekil 5.3'te grafiksel olarak özetlenmiştir.

3. AMAÇLAR

Bu çalışmanın temel amacı prototip bir uzman sistem geliştirerek daha önce SA algoritmaları kullanılarak oluşturulmuş olan “Türkiye Mutluluk ve Mutsuzluk Patikaları” TMA çalışmasının [6], özellikle günümüzde çok yaygın biçimde kullanılan mobil cihazlar ile çok daha geniş kitlelere ulaşabilmesini sağlamaktır. Bu makale kapsamında geliştirilen uzman sistemin kullanıldığı ilk akademik çalışma TMA’dır. Daha hızlı ve platform bağımsız desteği nedeniyle ReactNative ile geliştirilen iOS, Android Mobil Uygulamaları ve ReactWeb ile geliştirilen *www.MutlulukAnketi.com* web sitesi aracılığıyla, hali hazırda makine öğrenmesi algoritmaları ile oluşturulmuş karar ağaçlarını besleyecek arayüzler bulunmaktadır. Bu arayüzler aracılığıyla veri toplanması, toplanan verilerin bu karar ağaçları ile sınanarak son kullanıcıya anında geri bildirimler verilebilmesi ve kullanıcı tarafından sağlanan başarımın ölçümleme kriteri olarak kullanılmasını sağlamak çalışmanın temel amacıdır.

Çalışma iOS ve Android işletim sistemlerini destekleyen cihazlar üzerinde çalışan mobil uygulamalar ve tarayıcılar üzerinde çalışan web sitesini kapsamakla birlikte, karar ağaçları kuralları, kullanılacak anket soruları gibi içeriklerin yönetimini ve istemci uygulamalara verinin aktarımını sağlayan web servislerini de kapsam dahilinde sunmaktadır. Ayrıca toplu olarak geçmiş verilerin sisteme yüklenebilmesini sağlayan bir yazılım aracı da geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

iOS, Android ve Web uygulamaları son kullanıcıların profil oluşturması, anketlere katılım sağlaması, katılım sağlanan anketlerin istatistiklerinin görüntülenmesi, anket sonucunda karar ağacı tarafından oluşturulan sonuçların görüntülenmesi, sonuçların başarımı ile ilgili bilgilerin katılımcı tarafından geri bildirim şeklinde toplanmasını sağlamaktadır.

3.1 Neden Mobil Cihazlar?

Cisco tarafından 2016 yılında yapılan araştırmaya [42] göre, mevcut insan sayısından daha fazla mobil cihaz kullanımda, bu demek oluyor ki dışarıda potansiyel olarak bu

4. ÇALIŞMA KAPSAMI

4.1 Teorik Arka Plan

Uzman sistemler yalnızca mutluluk analizinde kullanılmamaktadırlar. Uzman sistemler üzerine akademik anlamda yapılmış çok sayıda çalışma bulunmakta olup, bu konuda uygulamalı çözümler geliştirilmiş bir kaç örnek çalışma hakkında bilgi vermek gerekirse; Mobil Uygulama Arayüzü Kullanılan Danışmanlık hizmetleri için Online Uzman Sistem [37], Küçük çocukların konuşmalarına ve dil yeteneklerine ilişkin tanısal değerlendirme prosedürleri sunan çevrimiçi bir Uzman Sistem [44], Diyabet Risk Teşhisi ve bilgilendirmelere yönelik Mobil Uzman Sistem Tasarımı [45], Beslenme Teşhisi için Prototip Mobil Uzman Sistemi [46]. Bu çalışmaların bir çoğunda web ya da mobil uygulamalar üzerinden daha önce elde edilmiş uzman verilerine dayalı olarak yeni kararlar alınması ya da teşhisler konulması mümkün kılınmaktadır.

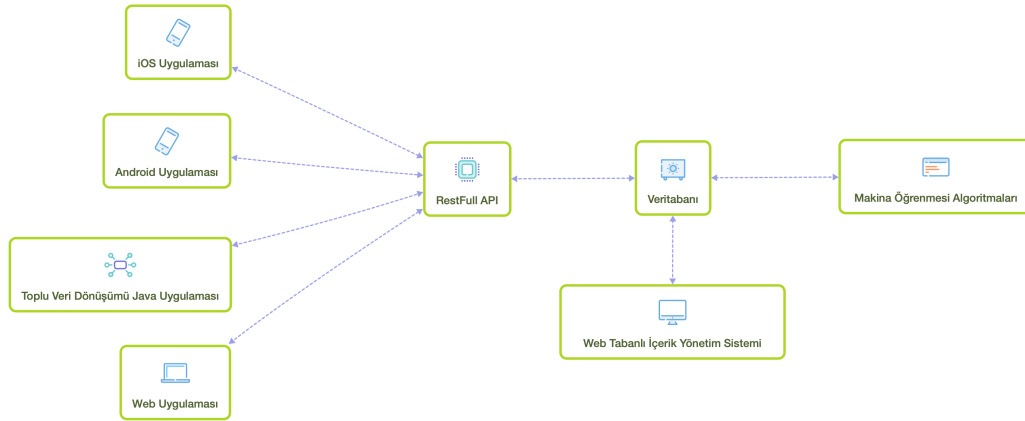
4.2 Uzman Sistem Tasarımında Uygulanan Yöntemler

4.2.1 Uzman sistem genel tasarımı

Bu bölümde, yapılacak çalışma için kurulan mimari ve sistem tasarımı ve bu sistemin bileşenleri detaylı anlatılmaktadır. Geliştirilen model dağıtık bir bilgisayar sistemi olup, bir çok farklı cihazın bir arada çalışabilmesine olanak tanımaktadır. Var olan klasik dağıtık mimariler İstemci-Sunucu mimarisi ve uçtan uca mimaridir. Bu çalışma kapsamında tasarlanan İstemci-Sunucu mimarisi, Mobil Uygulamalar, Web sitesi, API ve Java Toplu Veri İstemcisi, Bilgi birikiminin saklandığı veritabanı modelleri ve iletişim altyapısında kullanılan Web Servisler (JSON, RPC) gibi bir çok modül ve parçadan oluşmaktadır.

Çalışma kapsamında geliştirilen uzman sistem, uzmanlar tarafından çeşitli veri kaynakları kullanılarak oluşturulmuş olan uzman verisi olarak nitelendirilebilecek karar ağaçlarının içerik yönetim sistemi vasıtasıyla veritabanına aktarılmasına imkan

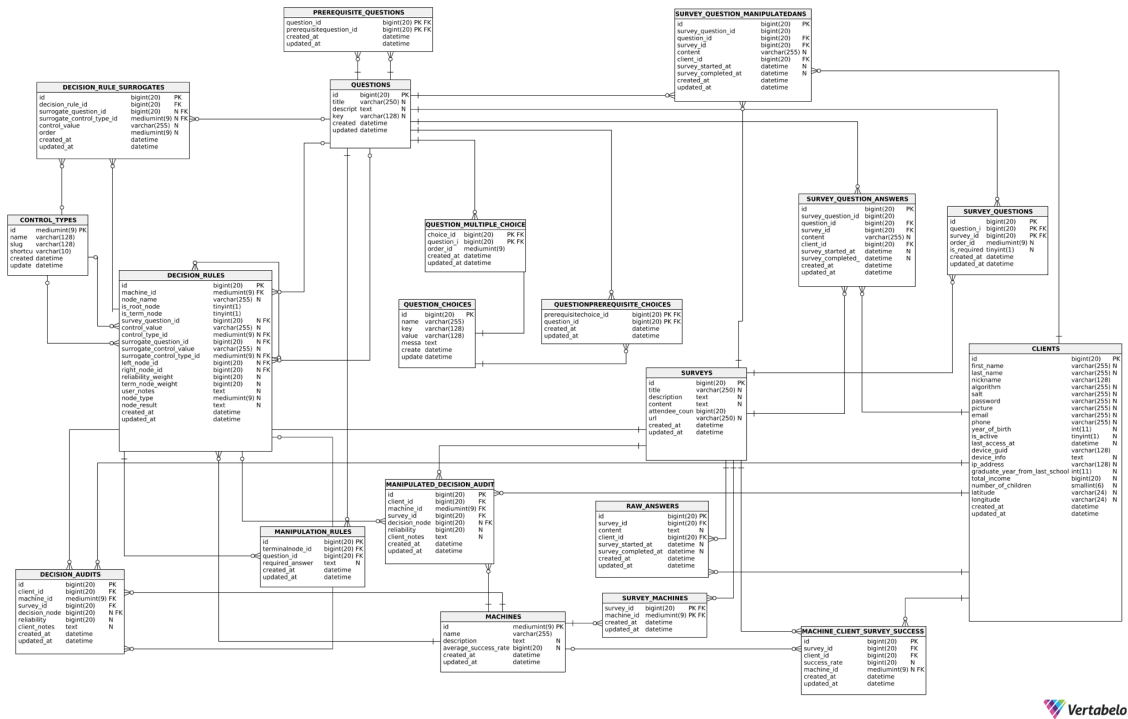
tanımlanmıştır. Tasarlanan sistem sağladığı uygulama programlama arayüzü metodları vasıtasıyla son kullanıcılara erişilebilir mobil uygulama ve web siteleri ya da toplu veri girişine imkan sağlayan Java istemci uygulaması ile hizmete sunulabilmektedir. Şekil 4.1’de genel hatlarıyla tasarlanan uzman sistemin tasarım şeması sunulmuştur.



Şekil 4.1 : MutlulukAnketi Uzman Sistemi Genel Tasarım Şeması.

4.2.2 Veritabanı mimarisi tasarımı

Bir uzman sistem tasarımının en önemli kısımlarından birisi de, bilgi temsilini yapan bilgi tabanıdır. Çalışmamızda da bilgi tabanının saklandığı veritabanı tasarımı büyük öneme sahiptir. Şekil 4.2’de, tasarlanan uzman sisteme ait veritabanının önemli tablolarına yönelik hazırlanan veritabanı şeması bulunmaktadır.



Şekil 4.2 : Mutlulukanketi Uzman Sistemi Veritabanı Tasarım Şeması.

Çözümüne ait veritabanı tasarlanırken aşağıdaki gibi bazı önemli sorulara yanıtlar bulunması gerekmektedir;

Herhangi bir karar ağacının bir veritabanında saklanması nasıl sağlanır?

Karar ağaçlarının karar verme sürecini desteklemek için yaygın olarak kullanılan çeşitli kurallar aracılığıyla bilgi temsili kavramlarına bir örnek teşkil etmekte [16] olan ve koşulların öz yinelenmeli olarak homojen çözüm alanlarına dağıldığı, ikili sistemde dalları olan ve çeşitli karar kuralları içeren hiyerarşik yapıya sahip özel veri modelleri [47] olduğundan literatür taraması başlığında bahsetmiştik. Bu tezde de, sınıflandırma ağacı modeli bilgi tabanının bir temsili olarak kullanılmaktadır.

Farklı tipteki uygulamaların merkezi verileri olarak bilgi tabanına kolaylıkla erişilebilir olması sağlanmalıdır. Bunu sağlayabilecek en iyi yöntem ise veritabanı gibi genel bir veri saklama biçimidir. Veritabanı, karar ağacı modelinin öğelerini barındıracak tablolardan oluşacak şekilde tasarlanmalıdır. Burada bir başlangıç kuralı ve bir birine bağlı kurallar ağı kurulmalı, yaprak düğümler için ise kuraldan bağımsız bir sonuç verisi tutulmalıdır. Şekil 4.2’de genel veritabanı şeması yer almaktadır. Bu şema içerisinde yer alan DECISION_RULES tablosu sınıflandırma ağacının kurallarının tutulduğu yerdir. Tablonun dikkat çeken önemli alanları, kök düğüm olup olmadığını belirten IS_ROOT, yaprak düğüm olup olmadığını belirten IS_TERM_NODE, düğümün sahip olduğu kontrol değişkeni CONTROL_VALUE, bu değişkenin tipi CONTROL_TYPE_ID, kontrol değişkeni ve kontrol tipine göre gelen veri üzerinde yapılacak kontrol sonucunda hangi düğüme gideceğini gösteren RIGHT_NODE_ID ve LEFT_NODE_ID değişkenleri, düğümün yaprak olması durumunda sakladığı mutlu, çok mutsuz gibi gösterge değeri için NODE_RESULT alanıdır. Ayrıca DECISION_RULE_SURROGATES tablosu da bir diğer önemli veritabanı tablosu olup, katılımcılardan alınan verilerde eksiklik olması (CONTROL_VALUE değişkeni yani kullanıcının ilgili düğüm için birincil yanıtı sahip olmaması) halinde başvurulacak N tane farklı ve sıralı yedek düğüm ve bağlantılarının saklandığı tablodur.

DECISION_RULE_SURROGATES tablosuna, eğer DECISION_RULES tablosu ile ilişkili olarak bu tablodaki düğümde yapılan kontrol sonucunda bir sonuca ulaşılamamışsa başvurulmaktadır. Bu tabloda asıl düğümün yani DECISION_RULES

tablosundaki kaydın yönlendirme sonuçları geçerli olup yalnızca kural, kontrol değişkeni ve kontrol tipi değişiklikleri ile yönlendirme devam ettirilmektedir. Şekil 4.3'te uzman sisteme tanımlanan karar ağacına örnek bir düğüm (kural) kaydının eklendiği yönetim paneli ekran görüntüsü verilmiştir.

Edit Decision rule	
MACHINE ID	CART
NODE NAME	NODE 1
IS ROOT NODE	☒
IS TERM NODE	☐
SURVEY QUESTION ID	B40
CONTROL VALUE	3
CONTROL TYPE ID	<
SURROGATE QUESTION ID	B41
SURROGATE CONTROL VALUE	3
SURROGATE CONTROL TYPE ID	>
LEFT NODE ID	NODE 2
RIGHT NODE ID	NODE 46
RELIABILITY WEIGHT	100
TERM NODE WEIGHT	0

Şekil 4.3 : Yönetim Paneli Karar Ağacı Örnek Düğüm (Kural) Kaydı Ekran Görüntüsü.

Herhangi bir katılımcının yanıtlarının karar ağacı üzerindeki hareketlerinin bir veritabanında saklanması nasıl sağlanır?

Katılımcıların sorulara verdikleri yanıtlar SURVEY_QUESTION_ANSWERS tablosunda saklanmaktadır. Yanıtlar karar ağacı kurallarına (DECISION_RULES tablosundaki veriler) tabi tutulurken, her bir adımda DECISION_AUDIT tablosuna bir iz kaydı bırakacak şekilde işlenmektedir. Dolayısıyla bir katılımcının ilgili karar ağacı yaprağına erişirken hangi düğümlerden nasıl geçtiği kayıt altına alınmış olur. Şekil 4.4'te uzman sisteme tanımlanan karar ağacının katılımcılardan gelen sonuçlara verdiği tepkilere göre oluşan örnek sonuç listelerinin yönetim panelinde listelendiği örnek ekran görüntüsü verilmiştir.

surveyHUB crenotech																																																																																																																																																																																																																																																	
MAIN Katılımcılar Anketler Sorular Değişiklik Kuralları Anket Soru Cevapları Değiştirilmiş Anket Soru Cevapları Karar Ağacı Kuralları Karar Ağacı Kural Grupları Karar Ağacı Yedek Sorular Karar Kayıtları Değiştirilmiş Karar Kayıtları Para Birimleri Eğitim Seviyeleri Medeni Durumlar Meslekler Çalışma Durumları Dini İnanışlar Cinsiyet Ülkeler																																																																																																																																																																																																																																																	
Decision audit List																																																																																																																																																																																																																																																	
+ CREATE NEW																																																																																																																																																																																																																																																	
<table> <thead> <tr> <th>ID</th><th>CLIENT</th><th>MACHINE</th><th>SURVEY</th><th>DECISION NODE</th><th>RELIABILITY</th><th>CLIENT NOTES</th><th>CREATED AT</th><th>UPDATED AT</th><th colspan="2">ACTIONS</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>12</td><td>69</td><td>TN4 Happy</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>11</td><td>0</td><td>NODE 8</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>9</td><td>0</td><td>NODE 7</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>8</td><td>0</td><td>NODE 6</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>5</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>7</td><td>0</td><td>NODE 5</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>6</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>5</td><td>0</td><td>NODE 4</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>NODE 3</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>NODE 2</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>9</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>NODE 1</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>18 Aralık 2019 21:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>10</td><td>12</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>71</td><td>TN2 Very Happy</td><td>18 Aralık 2019 21:50</td><td>24 Mart 2019 19:11</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>0</td><td>NODE 4</td><td>18 Aralık 2019 21:50</td><td>24 Mart 2019 19:11</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>12</td><td>12</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>0</td><td>NODE 3</td><td>18 Aralık 2019 21:50</td><td>24 Mart 2019 19:11</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>13</td><td>12</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>0</td><td>NODE 2</td><td>18 Aralık 2019 21:50</td><td>24 Mart 2019 19:11</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>14</td><td>12</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>0</td><td>NODE 1</td><td>18 Aralık 2019 21:50</td><td>24 Mart 2019 19:11</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>15</td><td>13</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>72</td><td>TN1 Very Happy</td><td>18 Aralık 2019 22:55</td><td>18 Aralık 2019 22:55</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>16</td><td>13</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>NODE 2</td><td>18 Aralık 2019 22:55</td><td>18 Aralık 2019 22:55</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>17</td><td>13</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>NODE 1</td><td>18 Aralık 2019 22:55</td><td>18 Aralık 2019 22:55</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>18</td><td>14</td><td>1</td><td>1</td><td>12</td><td>69</td><td>TN4 Happy</td><td>19 Aralık 2019 11:04</td><td>19 Aralık 2019 11:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>19</td><td>14</td><td>1</td><td>1</td><td>11</td><td>0</td><td>NODE 8</td><td>19 Aralık 2019 11:04</td><td>19 Aralık 2019 11:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> <tr><td>20</td><td>14</td><td>1</td><td>1</td><td>9</td><td>0</td><td>NODE 7</td><td>19 Aralık 2019 11:04</td><td>19 Aralık 2019 11:04</td><td>Edit</td><td>Delete</td></tr> </tbody> </table>											ID	CLIENT	MACHINE	SURVEY	DECISION NODE	RELIABILITY	CLIENT NOTES	CREATED AT	UPDATED AT	ACTIONS		1	8	1	1	12	69	TN4 Happy	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	2	8	1	1	11	0	NODE 8	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	3	8	1	1	9	0	NODE 7	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	4	8	1	1	8	0	NODE 6	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	5	8	1	1	7	0	NODE 5	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	6	8	1	1	5	0	NODE 4	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	7	8	1	1	4	0	NODE 3	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	8	8	1	1	2	0	NODE 2	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	9	8	1	1	1	0	NODE 1	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete	10	12	1	1	6	71	TN2 Very Happy	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete	11	12	1	1	6	0	NODE 4	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete	12	12	1	1	6	0	NODE 3	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete	13	12	1	1	6	0	NODE 2	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete	14	12	1	1	6	0	NODE 1	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete	15	13	1	1	3	72	TN1 Very Happy	18 Aralık 2019 22:55	18 Aralık 2019 22:55	Edit	Delete	16	13	1	1	2	0	NODE 2	18 Aralık 2019 22:55	18 Aralık 2019 22:55	Edit	Delete	17	13	1	1	1	0	NODE 1	18 Aralık 2019 22:55	18 Aralık 2019 22:55	Edit	Delete	18	14	1	1	12	69	TN4 Happy	19 Aralık 2019 11:04	19 Aralık 2019 11:04	Edit	Delete	19	14	1	1	11	0	NODE 8	19 Aralık 2019 11:04	19 Aralık 2019 11:04	Edit	Delete	20	14	1	1	9	0	NODE 7	19 Aralık 2019 11:04	19 Aralık 2019 11:04	Edit	Delete
ID	CLIENT	MACHINE	SURVEY	DECISION NODE	RELIABILITY	CLIENT NOTES	CREATED AT	UPDATED AT	ACTIONS																																																																																																																																																																																																																																								
1	8	1	1	12	69	TN4 Happy	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
2	8	1	1	11	0	NODE 8	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
3	8	1	1	9	0	NODE 7	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
4	8	1	1	8	0	NODE 6	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
5	8	1	1	7	0	NODE 5	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
6	8	1	1	5	0	NODE 4	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
7	8	1	1	4	0	NODE 3	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
8	8	1	1	2	0	NODE 2	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
9	8	1	1	1	0	NODE 1	18 Aralık 2019 21:04	18 Aralık 2019 21:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
10	12	1	1	6	71	TN2 Very Happy	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
11	12	1	1	6	0	NODE 4	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
12	12	1	1	6	0	NODE 3	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
13	12	1	1	6	0	NODE 2	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
14	12	1	1	6	0	NODE 1	18 Aralık 2019 21:50	24 Mart 2019 19:11	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
15	13	1	1	3	72	TN1 Very Happy	18 Aralık 2019 22:55	18 Aralık 2019 22:55	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
16	13	1	1	2	0	NODE 2	18 Aralık 2019 22:55	18 Aralık 2019 22:55	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
17	13	1	1	1	0	NODE 1	18 Aralık 2019 22:55	18 Aralık 2019 22:55	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
18	14	1	1	12	69	TN4 Happy	19 Aralık 2019 11:04	19 Aralık 2019 11:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
19	14	1	1	11	0	NODE 8	19 Aralık 2019 11:04	19 Aralık 2019 11:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
20	14	1	1	9	0	NODE 7	19 Aralık 2019 11:04	19 Aralık 2019 11:04	Edit	Delete																																																																																																																																																																																																																																							
736 results (page 1/37)																																																																																																																																																																																																																																																	

Şekil 4.4 : Yönetim Paneli Karar Ağacı Örnek Sonuç Listesi Ekran Görüntüsü.

Veritabanında saklanan karar ağacı kuralları ile ilişkilendirilecek sorular nasıl saklanır?

Karar ağacı kurallarına uygun olacak şekilde sorular anahtar kelime, soru içeriği, sırası, zorunluluğu, tipi (çoktan seçmeli, çoklu seçimli, metin vb.), varsa şıkları, sayısal aralıkları vb. şekillerde sayısal ya da kategorik olarak tanımlanabilecek şekillerde saklanmalıdır. Bunun için QUESTIONS, QUESTION_MULTIPLE_CHOICE, QUESTION_CHOICE ve QUESTION_TYPES tabloları tasarlanmıştır. Şekil 4.5'te uzman sisteme tanımlanan karar ağacının girdilerini oluşturacak anket sorularının listelendiği yönetim paneli ekran görüntüsü verilmiştir.

surveyHUB									
Question List									
+ CREATE NEW									
	ID	TITLE	DESCRIPTION	KEY	TYPE	CREATED AT	UPDATED AT	ACTIONS	
☐	1	Cinsiyetiniz nedir?	node 9 / CINS Görüşülen kişinin cinsiyeti	CINS	3	26 Aralık 2018 00:00	26 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	2	Yaşınız kaç?	NODE 26 SURROGATE / Ferdin bitirdiği yaş	YAS	3	06 Ocak 2019 00:00	06 Ocak 2019 18:32	Edit	Delete
☐	3	Medeni durumunuz nedir?	NODE 13 - NODE 34 - NODE 52 - NODE 66 / CATB1 Medeni durumunuz nedir?	CATB1	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	4	En son hangi okulu bitirdiniz?	NODE 20 SURROGATE / B2 En son hangi okulu bitirdiniz?	CATB2	3	06 Ocak 2019 00:00	06 Ocak 2019 00:00	Edit	Delete
☐	5	Son bir hafta içinde ücretli ya da ücretsiz olarak bir işte çalıştınız mı?	NODE 57 / B4 Son bir hafta içinde ücretli ya da ücretsiz olarak bir işte çalıştınız mı?	B4	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	6	Çalışmama nedeniniz nedir?	NODE 27 - NODE 40 / CATB5 Çalışmama nedeniniz nedir? **CALISMA_DURUM=3 ise sorunuz	CATB5	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 21:28	Edit	Delete
☐	7	Sizi hayatta en çok kim mutlu eder?	Node 21 En çok kim mutlu eder? / B.10 Sizi hayatta en çok kim mutlu eder?	CATB10	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 20:57	Edit	Delete
☐	8	Sizi hayatta en çok ne mutlu eder?	NODE 31 - NODE 37 - NODE 50 / CATB11 Sizi hayatta en çok ne mutlu eder?	CATB11	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	9	Sağlığınızdıan memnun musunuz?	Node 5 Sağlık Memnuniyeti / B12.1 Sağlığınızdıan memnun musunuz?	B12.1	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 20:58	Edit	Delete
☐	10	Evliliğinizden memnun musunuz?	Node 2 Evlilik Memnuniyeti / Evliliğinizden memnun musunuz?	B12.2	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	11	Oturduğunuz konuttan memnun musunuz?	NODE 58 / B12.4 Oturduğunuz konuttan memnun musunuz?	B12.4	3	26 Aralık 2018 00:00	26 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	12	Oturduğunuz semtten veya mahalleden memnun musunuz?	NODE 17 - NODE 53 / B12.5 Oturduğunuz semtten veya mahalleden memnun musunuz?	B12.5	3	25 Aralık 2018 00:00	25 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete
☐	13	Yaşadığınız konutta, sokaktan gelen gürültü problemi var mı?	NODE 43 / H12.5 Yaşadığınız konutta, sokaktan gelen gürültü problemi var mı?	H12.5	3	26 Aralık 2018 00:00	26 Aralık 2018 00:00	Edit	Delete

Şekil 4.5 : Yönetim Paneli Örnek Soru Listesi Ekran Görüntüsü.

Sorular arasında soru ya da soruların yanıtları bazı şartlı bağlantılar nasıl kurulabilir?

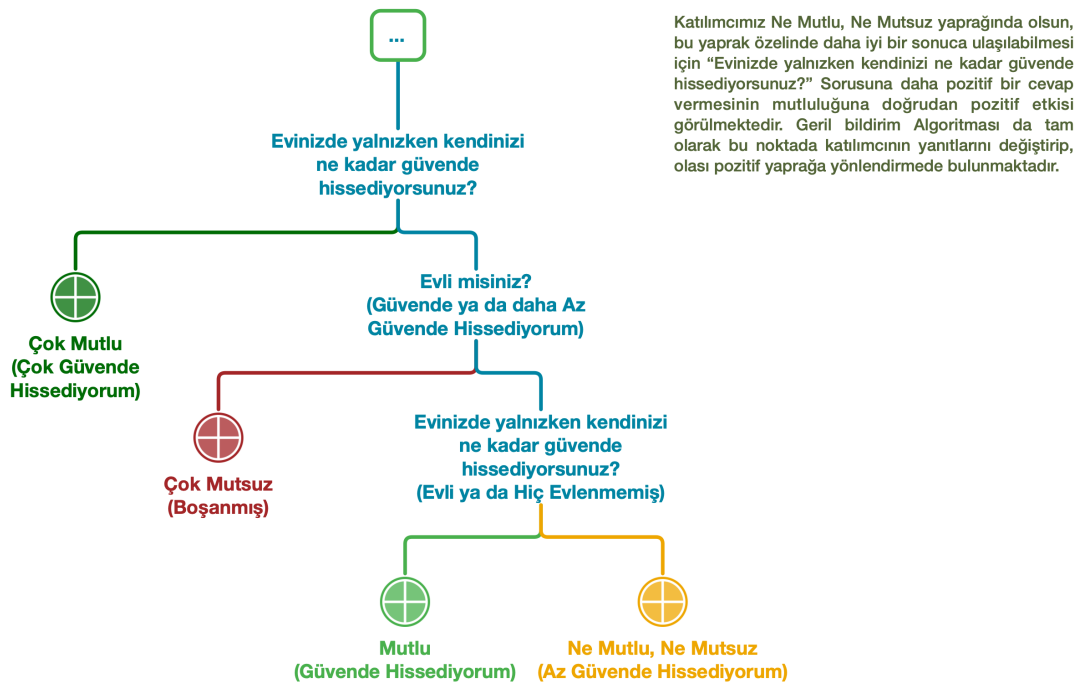
Tasarlanan sistemde kullanıcıların verdikleri yanıtlara ya da soruları yanıtlayıp yanıtlamadıklarına göre yeni sorulara erişimleri sağlanabilir. Örneğin evli olmayan bir kişiye evlilik durumu ile ilgili bir soru sorulmamalıdır.

Bu yeteneğin sisteme kazandırılması için QUESTIONS tablosuna bağlı olarak PREREQUISITE_QUESTIONS ve QUESTION_CHOICES tablosuna bağlı QUESTIONPREREQUISITE_CHOICES tabloları ilişkili olarak oluşturulmuş ve talebe göre yönetim panelinden veri girişi yapılarak ilişkilerin tanımlanması sağlanmıştır.

Kullanıcılara geri bildirimlerde bulunabilmek için kullanıcı yanıtları ve karar ağacı kuralları arasında nasıl ilişkiler kurulmalı?

Geliştirilen uzman sistem çözümü içerisinde kullanıcılardan gelen yanıtlara göre ulaşılan karar ağacı düğümlerinin pozitif ya da negatif ağırlıklarına göre daha iyi bir sonucun mümkün olup olmadığı kontrol edilebilir ve kullanıcıya geri bildirimde bulunulabilir. Detaylı bilgiye 4.2.3.2. bölümünden ulaşılabilir. Şekil 4.6'da da örneği gösterilen bu işlemi sağlayabilmek adına veritabanı modelinde öncelikle MANIPULATION_RULES tablosu oluşturulmuştur.

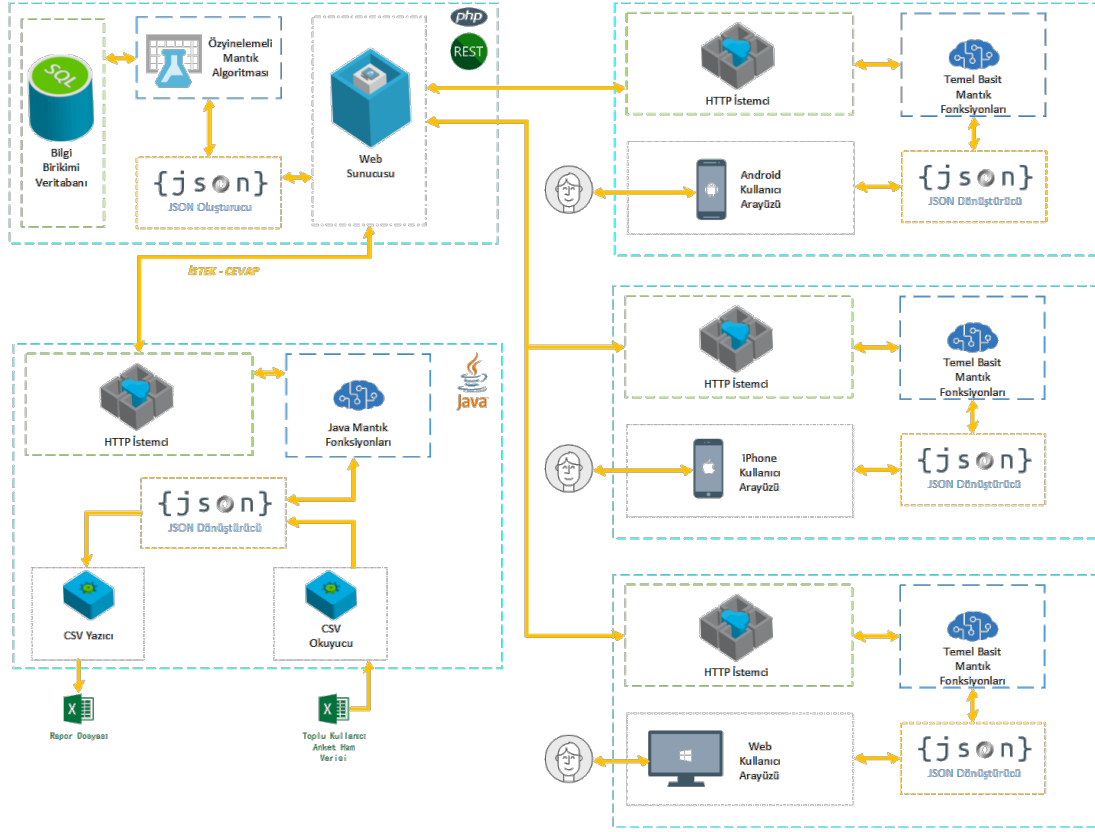
Katılımcının düştüğü/ulaştığı karar ağacı yaprağının durumuna göre bu tablodan kontrolü sağlanarak eğer iyileşmeye (daha iyi bir sonuca sahip yaprağa erişmeye) yönelik bir çözüm varsa, kullanıcının yanıtlarının değiştirilerek saklanacağı SURVEY_QUESTION_MANIPULATEDANS tablosuna kayıtlar eklenmektedir. Akabinde yeni yanıtların tekrar karar ağacı kurallarına tabi tutulması sağlanmakta ve her bir adımda MANIPULATED_DECISION_AUDIT tablosuna bir iz bırakarak işlenmesi sağlanmaktadır. Dolayısıyla bir katılımcının daha iyi bir sonuç için önerilen çözümde ilgili karar ağacı yaprağına erişirken hangi düğümlerden nasıl geçtiği kayıt altına alınmış olur.



Şekil 4.6 : Geri Bildirim Algoritması Örnek Akışı.

4.2.3 Yazılım mimarisi tasarımı ve erişimler

Araştırma kapsamında geliştirilen uzman sistemin yazılım mimarisinde bir çok önemli bileşen bulunmaktadır. Genel mimari içerisinde algoritmalar ile karar ağacı kurallarını işleten ve ağaçlara bağlı anket soru ve şıklarını kullanıcılara sağlayan Sunucu uygulaması PHP dilinde ve REST API şeklinde tasarlanmış, iOS, Android İstemci Uygulamaları ReactNative ve Web Sitesi/Uygulaması ReactWeb ile geliştirilmiştir. Ayrıca toplu veri girişlerine olanak tanımak adına CSV dosyalarını okuyup sunucu API çağrılarını temel mantık algoritmaları ile sağlayan İstemci uygulaması JAVA dilinde geliştirilmiştir. Şekil 4.7’de yukarıda açıklanan bileşenleri içerecek şekilde genel olarak tasarlanan yazılım mimarisi görseli yer almaktadır.



Şekil 4.7 : Sunucu-İstemci Yazılım Mimarisi Genel Tasarımı.

Sunucu uygulamasının detayına incek olursak, uzman verilerinin saklandığı bilgi birikimi veritabanı, uzman sistemin karar ağaçlarını dinamik kural kümelerine dönüşmesine sağlayan öz yinelemeli mantık algoritması (ek olarak geri bildirim algoritması), uç birimlerle etkileşimler için veri dönüşümü sağlayan JSON oluşturucu, REST mimarisinde verileri web servisler aracılığıyla uç birimlere hizmet veren bir web sunucusu, sunucu uygulamasının ana bileşenlerini oluşturur.

4.2.3.1 Dinamik karar ağacı çözümleme algoritması

Mimari tasarımın genel özellikleriyle birlikte yazılımsal olarak önemli iki algoritma geliştirilmiştir. Bunlardan ilki Öz Yinelemeli Mantık Algoritması'dır. Bu algoritma veritabanına yüklenmiş olan karar ağacı kurallarının, karar ağacı değişse dahi yeniden programlama ihtiyacı olmadan dinamik bir şekilde işletilebilmesini sağlamaktadır. Katılımcılar karar ağaçlarına bağlı olarak tasarlanmış olan soru ve şıklara verdikleri yanıtlar üzerinden veritabanındaki karar ağacı kurallarının bu algoritma ile işlenerek ağaç üzerinde ilgili yapraklara erişmekte ve gerekli sonuçlara ulaşabilmektedirler. Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da yer alan pseudo kod bloklarında algoritma yapısı anlatılmıştır.

```

01. procedure DEARR-RESO(II,RT,AT)
02.   comment: global array dA has been initialized with zero values
03.   comment: global variable ri has been initialized empty
04.   for each vertex rti ∈ RT
05.     if rti.i == II
06.       ri = rti
07.   end
08.   if ri.itn == TRUE
09.     dA.add(ri)
10.     return dA
11.   comment: global variable iqf has been initialized FALSE
12.   for each vertex ai ∈ AT
13.     if ri.sqi == ai.qi
14.       iqf = TRUE
15.       comment: local variable co has been initialized 0
16.       if ri.cti == 1
17.         if ai.c < ri.cv
18.           dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
19.         else
20.           dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
21.           dA.add(ri)
22.         else if ri.cti == 2
23.           if ai.c ≤ ri.cv
24.             dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
25.           else
26.             dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
27.             dA.add(ri)
28.           else if ri.cti == 3
29.             if ai.c > ri.cv
30.               dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
31.             else
32.               dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
33.               dA.add(ri)
34.             else if ri.cti == 4
35.               if ai.c ≥ ri.cv
36.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
37.               else
38.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
39.                 dA.add(ri)
40.             else if ri.cti == 5
41.               if ai.c == ri.cv
42.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
43.               else
44.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
45.                 dA.add(ri)
46.             else if ri.cti == 6
47.               for each vi ∈ ri.cv
48.                 if ai.c == vi
49.                   co++
50.               end
51.               if co > 0
52.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
53.               else
54.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
55.                 dA.add(ri)
56.             else if ri.cti == 7
57.               for each vi ∈ ri.cv
58.                 if ai.c == vi
59.                   co++
60.               end
61.               if co == 0
62.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
63.               else
64.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
65.                 dA.add(ri)
66.             else if ri.cti == 8
67.               if strpos(ai.c, ri.cv) == TRUE
68.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
69.               else
70.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
71.                 dA.add(ri)
72.             end
73.           if iqf == FALSE
74.             dA = DEARR-SUSO(ri, II, RT, AT)
75.           return dA
76.         end

```

Şekil 4.8 : Karar Ağacı Dinamik Kural Yönetimi Algoritması Pseudo Code.

```

01. procedure DEARR-SUSO(ri, II, RT, AT)
02.   ST = QM(DRS, ri.id)
03.   if ST.count > 0
04.     sif = 0
05.     for each si ∈ ST
06.       if sif == 0
07.         for each vertex ai ∈ AT
08.           if si.suqi = ai.qi
09.             comment: local variable co has been initialized 0
10.             if si.scti == 1
11.               if ai.c < si.cv
12.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
13.               else
14.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
15.                 dA.add(ri)
16.             else if si.scti == 2
17.               if ai.c ≤ si.cv
18.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
19.               else
20.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
21.                 dA.add(ri)
22.             else if si.scti == 3
23.               if ai.c > si.cv
24.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
25.               else
26.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
27.                 dA.add(ri)
28.             else if si.scti == 4
29.               if ai.c ≥ si.cv
30.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
31.               else
32.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
33.                 dA.add(ri)
34.             else if si.scti == 5
35.               if ai.c == si.cv
36.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
37.               else
38.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
39.                 dA.add(ri)
40.             else if si.scti == 6
41.               for each vi ∈ si.cv
42.                 if ai.c == vi
43.                   co++
44.                 if co > 0
45.                   dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
46.                 else
47.                   dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
48.                   dA.add(ri)
49.             else if si.scti == 7
50.               for each vi ∈ si.cv
51.                 if ai.c == vi
52.                   co++
53.                 if co == 0
54.                   dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
55.                 else
56.                   dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
57.                   dA.add(ri)
58.             else if ri.cti == 8
59.               if strpos(ai.c, si.cv) == TRUE
60.                 dA = DEARR-RESO(ri.lni,RT,AT)
61.               else
62.                 dA = DEARR-RESO(ri.rni,RT,AT)
63.                 dA.add(ri)
64.             sif = 1
65.           end
66.         end
67.       return dA
68.   end

```

Şekil 4.9 : Karar Ağacı Yedek Soru Yönetimi Algoritması Pseudo Code.

4.2.3.2 Geri bildirim algoritması

Geliştirilen uzman sistem içerisinde yer alan geri bildirim yönetimi modülü, öncelikle katılımcıların verdikleri yanıtlara göre karar ağacı kurallarının dinamik bir şekilde işletilmesi ile karar ağacındaki yapraklara ulaşılmasını bekler. Ardından eğer tüm ağaç için pozitif-negatif ya da sayısal değerlere göre daha iyi, daha kötü gibi ayrımlar yapılmış olması gereksinimini kontrol eder. Böyle bir ayrımın olması halinde, katılımcının yanıtlarına göre ulaştığı tespit edilen yapraktan daha iyi bir sonuç (örneğin mutsuz yaprağa düşmüş birinin bir soruya farklı cevap vermesi halinde ulaşabileceği mutlu bir yaprak varsa) yaprağın sınıflandırma ağacı üzerinde tanımlı olup olmadığı kontrol edilir. Katılımcının yanıtlarına göre ulaştığı yaprak baz alınarak ilgili tanım

tablosunda bu yaprak için iyileştirilebilir düğümler belirlenir. İlgili düğümlerdeki katılımcının yanıtları ayrı bir tabloda değiştirilerek (modifiye edilerek) katılımcı adına yeni bir yanıt listesi hazırlanır. Hazırlanan liste tekrar dinamik karar ağacı kuralları işletilerek katılımcının bu değişiklik ile daha iyi bir sonuca ulaşp ulaşılmadığına bakılır. Eğer ulaşılabilir daha iyi bir sonuç / karar ağacı yaprağı mümkünse bu durum katılımcıya hangi soruya nasıl bir yanıt verseydi ne kadar daha iyi bir sonuç alabileceği şeklinde bir geri bildirim ile katılımcının sisteme giriş yaptığı mobil uygulamalar ya da web arayüzü ile aktarılır.

Geri bildirim yönetimiyle ilgili olarak daha detaylı ve karmaşık çalışmaların yapılması mümkündür, örneğin bu çalışmada kullandığımız geri bildirim algoritması için ilk aşamada tek bir çözüm düğümü diğer bir değişle katman belirlenmektedir, bu sayı artırılabilir ve sırasıyla önce bu düğümdeki sonucu, daha sonra diğer düğümdeki sonucu değiştirerek ilerlenebilir. Yapılan çalışma kapsamında önerilen (değiştirilmesi gereken soru/cevap) kullanıcının cevaplamadığı bir soru ise (örn. Bu araştırmada medeni durum ile ilgili bir soru) uygulama bu sorunun yanıtında (düğümden) değişiklik yapamıyor dolayısıyla doğrudan bu düğümü pas geçiyor, özetle geri bildirimde bulunamıyor. Bu durumu iyileştirmek için katılımcının tüm cevapları üzerinde anında cevap verecek bir yapı için arama yaptırmak sağlanabilir ancak bunun algoritmik olarak anlık bazda işlenmesi zahmetli ve işlemci anlamında maliyetli olacaktır, dolayısıyla bu konuda daha derin bir araştırma gerektiği görülmüştür.

4.2.3.3 Toplu veri aktarımı yönetimi

Araştırma çalışması kapsamında geliştirilen uzman sistemin önemli bir ayağı da testlerde kullanmak üzere geçmiş verilerin toplu olarak uzman sisteme aktarılmasıdır. Bu amaçla Java dilinde bir istemci uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama, virgül ya da tab karakterleri ile ayrılmış, veri başlıkları uzman sistemde tanımlı soru anahtarları ile eşleşecek şekilde tanımlanmış CSV uzantılı dosyaları (Çizelge 4.1’de bir kısmı örnek olarak verilmiş olan), dosya sisteminden okumaktadır. Okunan dosyadaki her bir satır için konuk olarak bir kullanıcıyı Sunucu API uygulaması vasıtasıyla oluşturmaktadır. Her bir satırdaki katılımcı yanıtlarını önce ön bellek’e alıp, sonrasında bunları JSON formatına dönüştürmektedir. Sunucudan aldığı soru listesine uygun şekilde yanıtları soru bazlı eşleştirip bunları sunucuya göndermektedir. Akabinde sunucuya karar ağacı kurallarını çalıştırması için istekte bulunmaktadır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda gelen cevabı katılımcının daha önce verdiği sonuç ile karşılaştırıp, sunucuya başarıımı için geri bildirimde bulunmaktadır. Bununla birlikte katılımcının sıra numarasını, gerçekte verdiği yanıtı, sunucudan karar ağacı kuralları sonucunda aldığı tahmini yanıtı ve başarı yüzdesini yeni bir CSV uzantılı dosyaya yazıp kaydetmektedir (Çizelge 4.2’de yer alan örnek çıktı formatında).

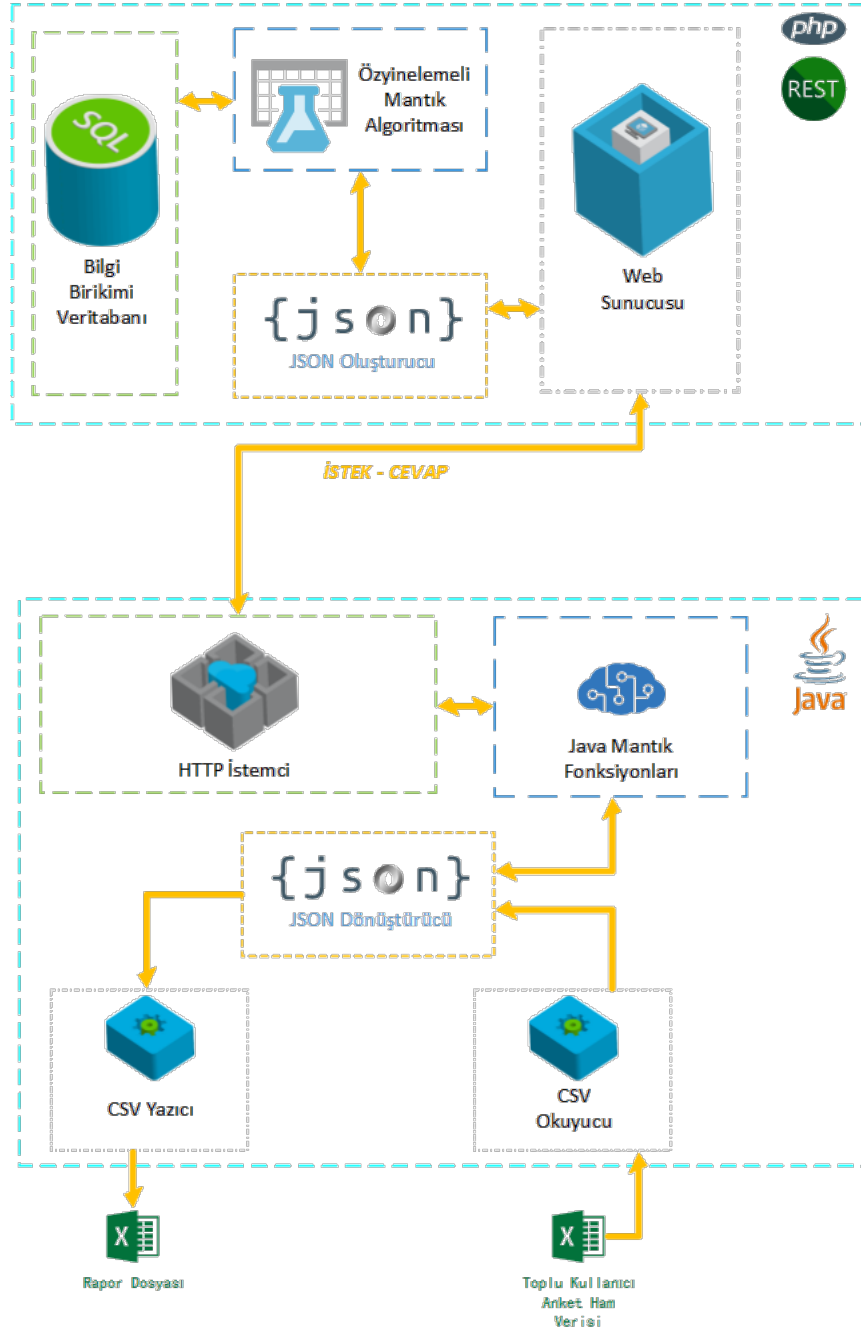
Çizelge 4.1 : CSV Veri Kaynak Tablosu.

CASEID	RESPONSE	NODE	CORRECT	MUTM	CATB1	CATB2	CATB5	CATB7	CATB10	...
2	1	1	0	3	2	4	4		8	
3	1	1	0	2	2	2	5		8	
4	3	54	0	2	2	2	4		8	
5	2	11	1	2	2	2		2	8	
6	2	4	1	2	2	4	4		8	

Çizelge 4.2 : CSV Sonuç Tablosu.

original client order id	client_id	original response	machine result	success rate	success match
2	183	1	1	100	1
3	184	1	1	100	1
4	185	3	3	100	1
5	186	2	2	100	1
6	187	2	2	100	1

Şekil 4.10’da dosya okuma ve yazma ile CSV-JSON dönüşümü yaparak ilgili sunucu servislerini çağıran uzman sistemin bir uç birimi olan JAVA istemcinin mimari yapısı sunulmuştur.



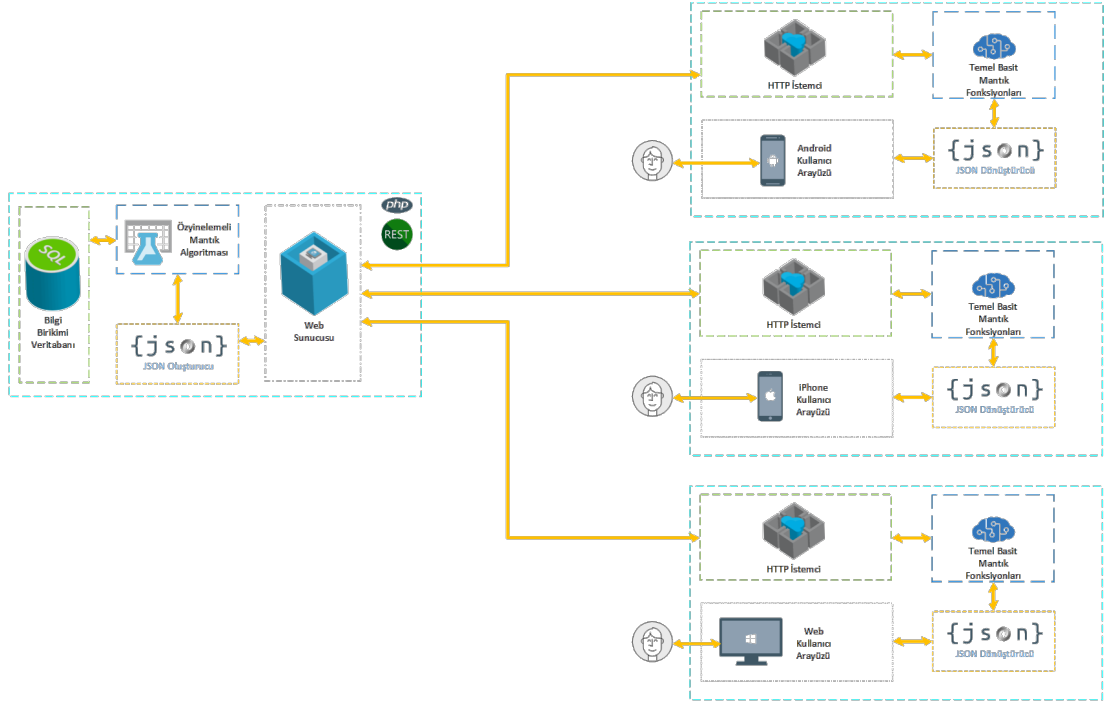
Şekil 4.10 : Toplu Veri Yönetimi Java İstemci Uygulaması Mimarisi.

4.2.3.4 Toplu veri aktarımı yönetimi

Katılımcılara çok farklı kanallardan hizmet verebilmek adına uzman sistemin bir parçası olarak API (Programlanabilir Uygulama Arayüzleri) geliştirilmiştir. API metodları Çizelge 4.3'te açıklamalarıyla birlikte listelenmiştir. Ayrıca Şekil 4.11'de Mobil ve Web kanalları için mimari tasarım görseli yer almaktadır. API REST yapıda tasarlanmış olup, gelen bir standart olan JSON formatında istekleri kabul etmekte ve cevaplar vermektedir.

Çizelge 4.3 : API Metodları.

Servis Metod Adı	Path (Yol)	Açıklama
updateClientProfile	/client/update/:token/:date/:control	Katılımcının profil bilgilerini değiştirmesini sağlayan servistir
questionKeyService	/survey/questionkey/:token/:date/:control	Java İstemcisine hizmet veren Soruların Anahtarlarını sağlayan servistir
clientSurveysService	/client/surveys/:token/:date/:control	Katılımcının katılabileceği ve katıldığı anketleri sağlayan servistir
clientCheckService	/client/check/:token/:date/:control	Katılımcı kullanıcı adı kontrol servisi
clientLoginService	/client/login/:token/:date/:control	Katılımcılara giriş işlemleri sağlayan servis
clientFeedbackService	/feedback/:token/:date/:control	Katılımcının geri bildirimlerini toplayan servis
clientRegisterService	/client/register/:token/:date/:control	Katılımcılara kayıt işlemleri sağlayan servis
surveyListService	/survey/list	Anket Listesini sağlayan servis
agreementDetailService	/agreement/detail/:token/:date/:control	Kullanıcı sözleşmesi detayını sağlayan servis
surveyDetailService	/survey/detail/:token/:date/:control	Anket detayı yani soru ve şıklarını sağlayan servis
surveyAnswerService	/survey/answer/:token/:date/:control	Anket cevaplarını toplu olarak alan servis
questionAnswerService	/question/answer/:token/:date/:control	Soru bazında anket cevabı alan servis
questionPrerequisiteService	/question/prerequisite/:token/:date/:control	Sorunun ön koşulu kontrolünü yapan servis
calculateSurveyResultService	/survey/calculate/:token/:date/:control	Yanıtların karar ağacı ile hesaplanması isteğini alan ve sonuçları dönen servis
reviewSurveyResultService	/survey/review/:token/:date/:control	Anket sonucunda katılımcıdan geri bildirim toplayan servis
getSurveyStatisticsService	/survey/statistics/:token/:date/:control	Anket istatistiklerini sağlayan servis
getTokenList	/token/list	Token listesini sağlayan servis
getToken	/token/:unique	Token değerini sağlayan servis
listLanguage	/language/list	Dilleri listeleyen servis
listJobStatus	/job_status/list	Çalışma durumlarını listeleyen servis
listGender	/gender/list	Cinsiyetleri listeleyen servis
listReligion	/religion/list	Dinleri listeleyen servis
listCountry	/country/list	Ülkeleri listeleyen servis
listCurrency	/currency/list	Döviz Tiplerini listeleyen servis
listMachine	/machine/list	Hizmet veren makine öğrenmesi algoritmalarını, karar ağaçlarını listeleyen servis
listEducationalStatus	/educational_status/list	Eğitim durumları listeleyen servis
listJobType	/job_type/list	İş türlerini listeleyen servis
listMaritalStatus	/marital_status/list	Medeni durumları listeleyen servis



Şekil 4.11 : API Uygulaması, iOS, Android ve Web Uygulamaları Mimari Tasarımı.

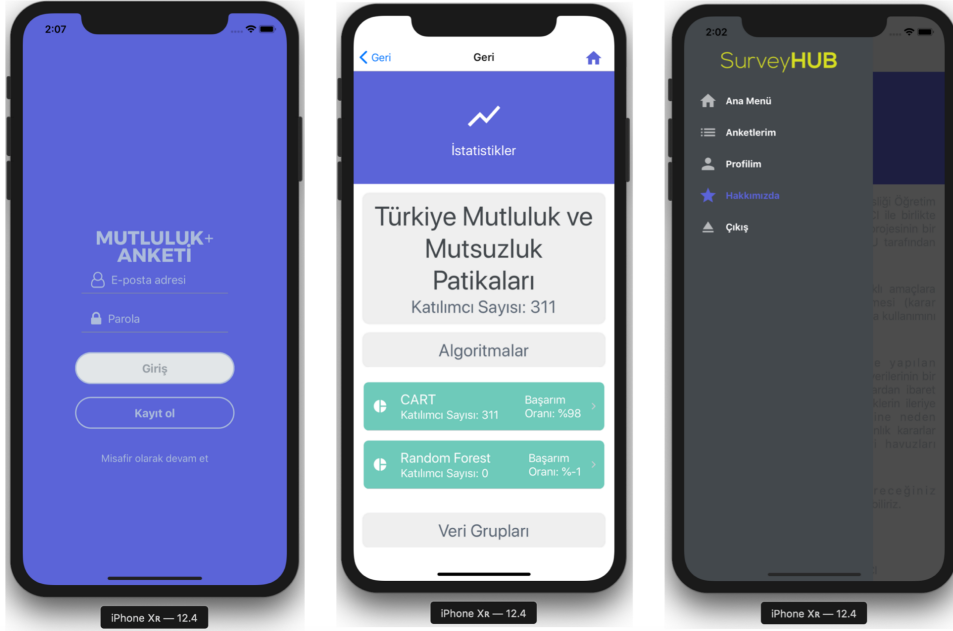
4.2.4 Arayüz tasarımları

Arayüzler geliştirilen uzman sistemin son kullanıcılar ile buluştuğu noktalar olduğu için özellikle kolay anlaşılabilir ve mobil öncelikli (Mobile First) strateji ile geliştirilmişlerdir. Arayüzlerde ReactNative ve ReactWeb uygulama çatı mimarileri kullanılarak, genele hitap eden ve hem web hem de mobil platformlarında son kullanıcılara hizmet verebilen çözümler geliştirilmiştir.

İlk aşamada geliştirilen arayüzler Türkçe destekli olup, ihtiyaç duyulabilecek durumlarda farklı dil seçenekleri için de çalışmalar ilerleyen süreçlerde eklenecektir.

4.2.4.1 Mobil uygulama arayüzleri

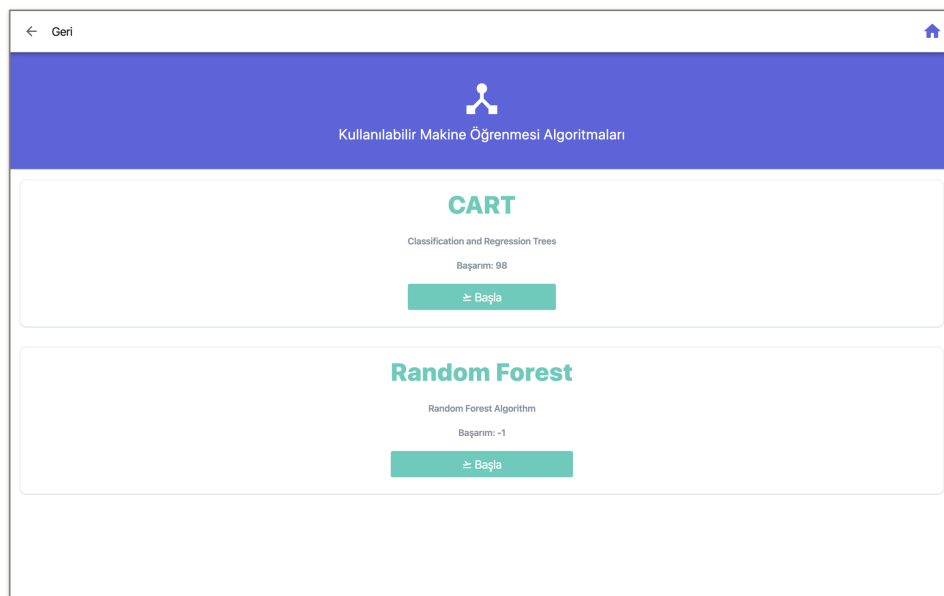
Geliştirilen uzman sistemin mobil cihazlarda çalışan arayüzlerine ait örnek ekran görüntüleri Şekil 4.12’de verilmiştir.



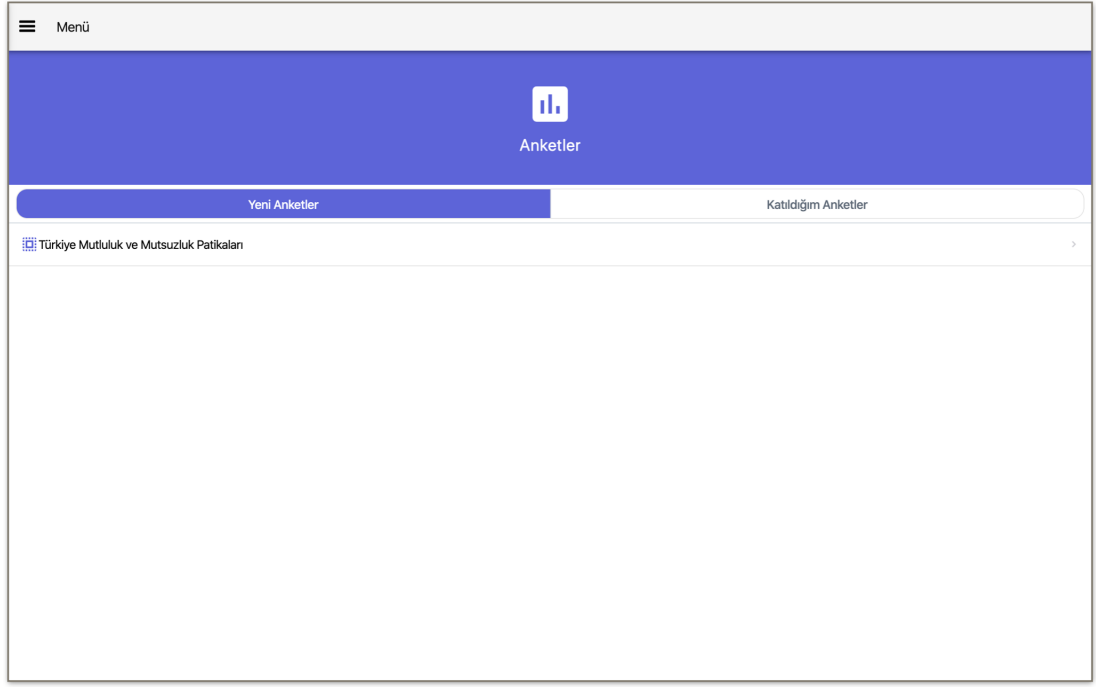
Şekil 4.12 : MutlulukAnketi Mobil Uygulamaları Örnek Ekran Görüntüleri.

4.2.4.2 Web sitesi arayüzleri

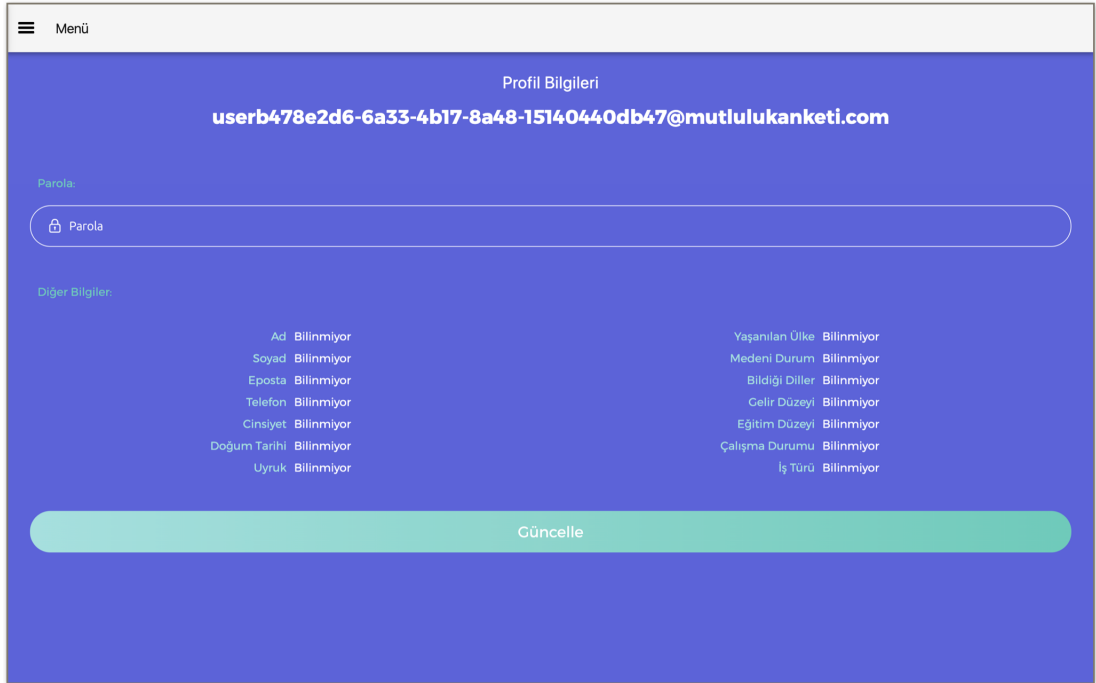
Geliştirilen uzman sistemin bilgisayar ve diğer cihazlardaki web tarayıcılarda çalışan arayüzlerine ait örnek ekran görüntüleri Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’te verilmiştir.



Şekil 4.13 : MutlulukAnketi Web Uygulaması Karar Ağacı Seçimi Ekran Görüntüsü.



Şekil 4.14 : MutlulukAnketi Web Uygulaması Anket Seçimi Ekran Görüntüsü.



Şekil 4.15 : MutlulukAnketi Web Uygulaması Kullanıcı Profili Ekran Görüntüsü.

5. ARAŞTIRMA VE SONUÇLAR

5.1 Araştırma Kapsamı

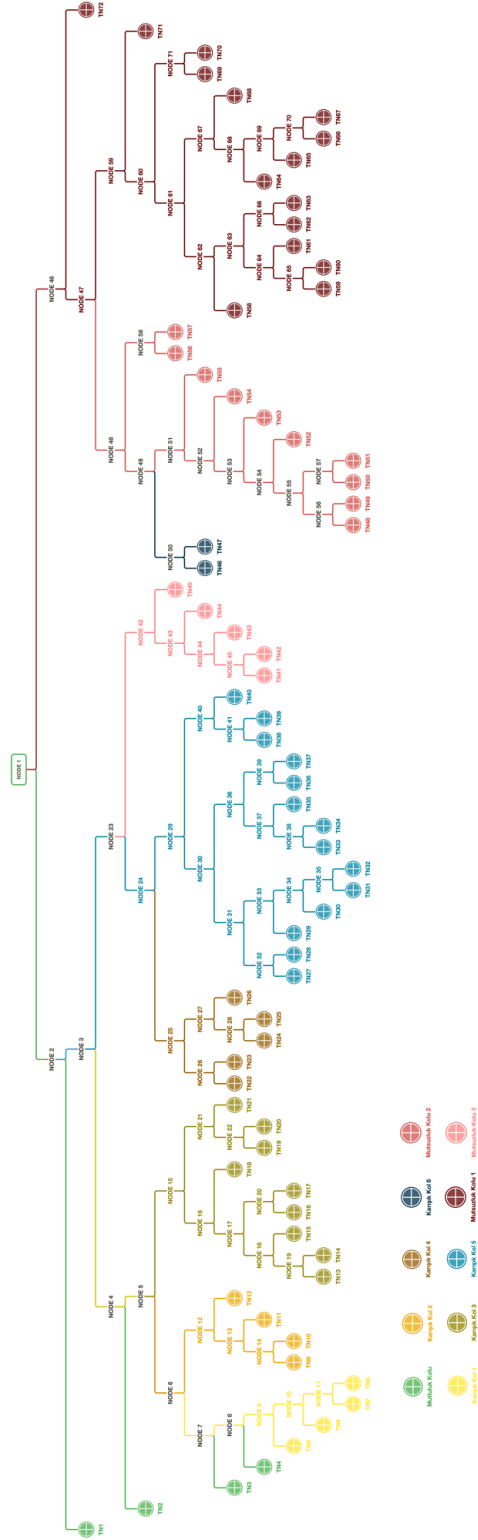
Araştırma kapsamında geliştirilen uzman sistem üzerinden sunulan mobil uygulamalar ve www.mutlulukanketi.com adresinde hizmete aldığımız web sitesi üzerinden sunulan Türkiye Mutluluk ve Mutsuzluk Patikaları TMA [6] çalışmasında oluşturulmuş sınıflandırma ağacı ve bu ağaca bağlı toplamda 40 soruluk anket çalışmasına 311 kişilik bir katılım olmuştur.

Bu sayıdaki bir katılım genel örneklem ve geliştirilen uzman sistemin, uzman sistem bünyesindeki bilgi birikimi yani karar ağacı başarımının ölçülebilmesi için benzer sistemlerle kıyaslandığında yeterli olduğu görülmekle birlikte, son kullanıcılara açık olarak yayın hayatına devam eden web sitesi ve mobil uygulamalar üzerinden katılımlar da devam etmektedir.

Tasarladığımız uzman sistemin böyle bir karar ağacı ve buna bağlı anket çalışmasına nasıl uygulandığından kısaca bahsetmek gerekirse;

- İlk aşamada katılımcılara sunulacak olan anket çalışmasına dair genel bilgilerin yer aldığı yeni bir anket oluşturulması, çalışma kapsamında geliştirilmiş olan yönetici panelleri kullanılarak yapılmıştır.
- Akabinde karar ağacının ihtiyaç duyacağı 40 soruluk soru kümesi, bu soru kümesindeki sorulara bağlı olacak şıklar ve soru/şıklara bağlı ön koşul ağaçları çalışma kapsamında geliştirilmiş olan yönetici panelleri kullanılarak tanımlanmıştır.
- Anket, Soru ve şıkların tanımlarının yapılmasının ardından karar ağacının sisteme tanımlanması aşamasında, daha önce TMA Aşıcı 2019 [6] çalışmasında oluşturulmuş, Şekil 5.1’de görsel olarakta yer alan karar ağacı, çalışmamız kapsamında geliştirilmiş olan yönetici panelleri kullanılarak her bir düğüm ve yaprak için ayrı ayrı olacak şekilde sisteme tanımlanmıştır. Bu

tanımlamada ağaç üzerindeki tüm kurallar ilişkili sorular, bu sorulara verilebilecek ayırıcı yanıtlar, yanıtların durumuna göre akışta ilerlenecek diğer düğüm bilgileri şeklinde detaylı olarak tanımlanmıştır.



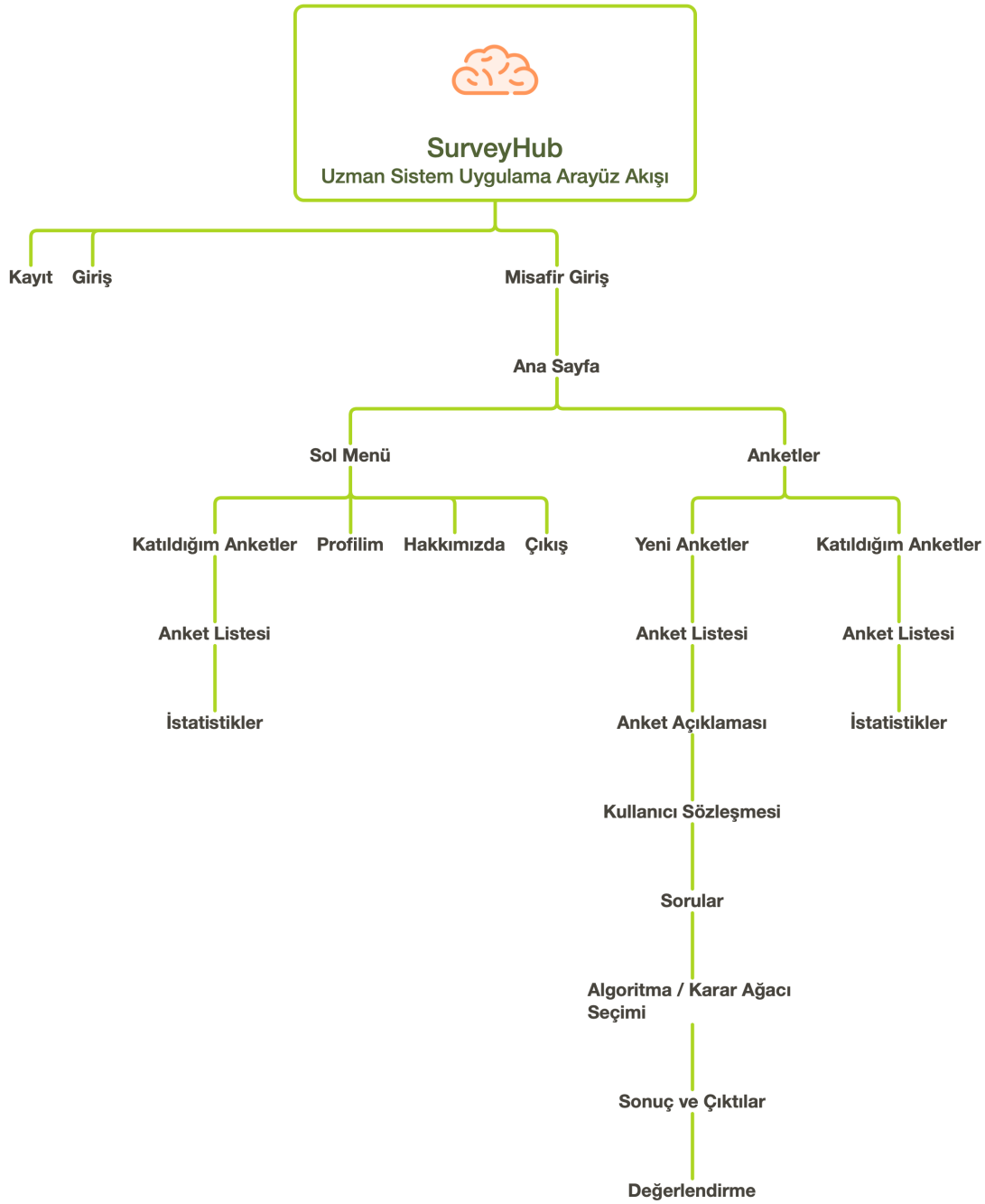
Şekil 5.1 : Aşıcı 2019 TMA Karar Ağacı ve Kollar (Bölgeler).

- Anket, Sorular, Şıklar ve Karar ağacı tanımının yapılmasının ardından uygulama ön yüzlerinde anket, sorular yayına alınmış ve kullanıcıların katılımı için sosyal medya üzerinden Şekil 5.2’de yer alan görsel aracılığıyla dağıtım ve yaygınlaştırma sağlanmıştır. Yapılan dağıtım çalışması ile birlikte ankete 311 kişilik katılım sağlanmıştır.

A blue rectangular poster for the 'Mutluluk Anketi' (Happiness Survey). The title 'Mutluluk Anketi' is at the top right in white, with a vertical line through the 'l' and a horizontal line through the 'i'. Below it, the text 'Mutluluğunu 4 dk'da cevaplayacağın sorularla yapay zekanın tahmin etmesini ister misin?' is centered in white. A smaller line of text below reads: 'Aynı zamanda, ITU'de geliştirilen bu uzman sistem aracılığıyla, anketin sonunda Türkiye'deki insanların genellikle hangi mutluluk seviyelerinde olduğunu da istatistiklerle görebileceksin.' At the bottom left is a QR code. To its right, the text 'Hazırsan Hadi başlayalım!' is written in white, followed by the website 'www.mutlulukanketi.com'.

Şekil 5.2 : MutlulukAnketi Sosyal Medya Paylaşımı.

- Katılımcılar web ve mobil uygulamalarda Şekil 5.3’te yer alan akış ile uygulamayı kullanmışlardır.



Şekil 5.3 : MutlulukAnketi Web ve Mobil Uygulama Arayüz Akışı.

- Anket başlangıcında Şekil 5.4 görselinde olduğu gibi katılımcılardan o an hissettikleri mutluluk düzeylerini belirlemeleri ve anket sonucunda yapılacak tahmin ile karşılaştırmaları yönünde bilgilendirmede bulunmaktadır.

[← Geri](#)


Anket Detayları

Türkiye Mutluluk ve Mutsuzluk Patikaları

Türkiye Mutluluk Ağacı

Kullandığımız algoritma yaklaşık 40 soruya verilen cevapları kullanarak kişileri 72 farklı yaprağa ayırıyor. Bu 72 yaprakın 13'ünde koşullar görece iyi olan "mutlu ya da çok mutlu" kişiler yoğunlaşmış. Bu yapraklara giden patikaları mutluluk patikaları olarak adlandırdık. Öteki uçta ise koşulları görece kötü "mutsuz ya da çok mutsuz" kişilerin yoğunlaştığı 45 farklı mutsuzluk patikası tespit ettik.

Şimdi kendinizi ne kadar mutlu hissettiğinizi aklınızda tutmanızı istiyoruz.

Seçenekler

1. Çok Mutlu
2. Mutlu
3. Ne mutlu ne mutsuz
4. Mutsuz
5. Çok Mutsuz

Test bittiğinde neden mutlu ya da mutsuz olduğunuza dair yorumlarımızı paylaşacak ve sizden ağacın tahmininin doğruluk derecesini değerlendirmenizi isteyeceğiz.

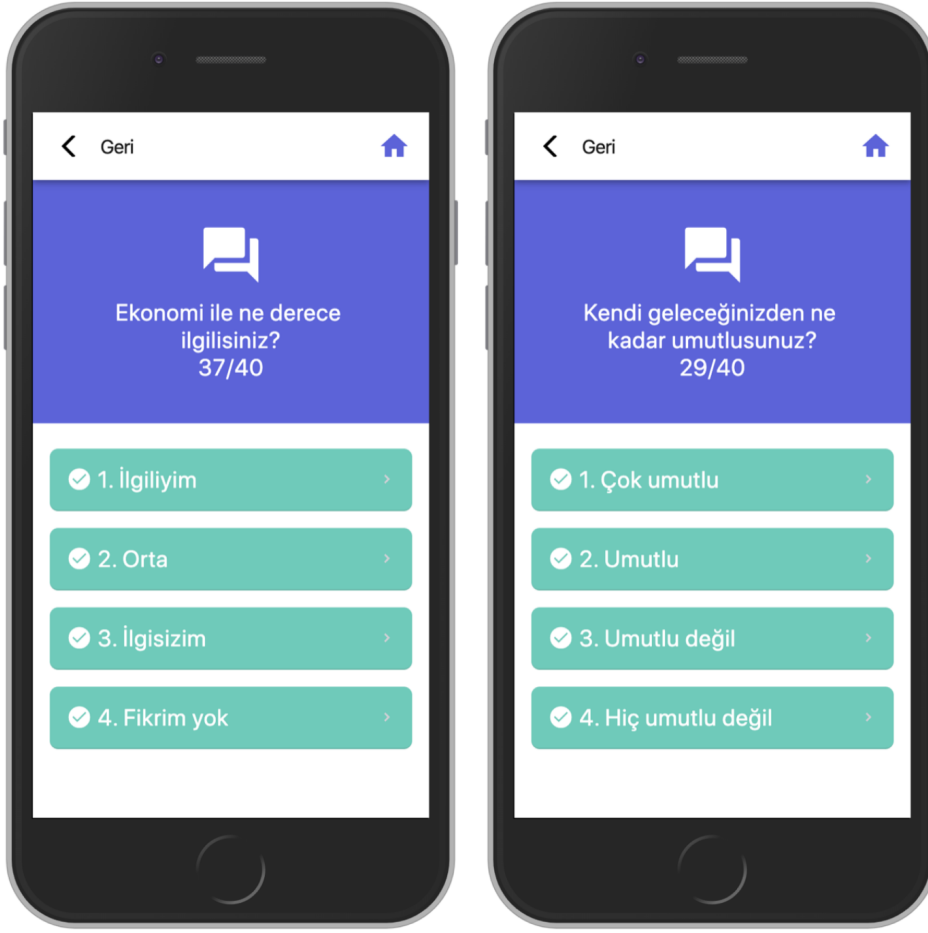
Mutlu bir yaşam dileklerimizle!
Hazırsanız başlayalım!

Katılımcı Sayısı: 68

Başla

Şekil 5.4 : MutlulukAnketi Anket Öncesi Mutluluk Düzeyi Belirleme Ekranı.

- Kişiden kişiye verilen yanıtlara göre değişmekle birlikte toplamda maksimum 40 sorudan oluşan anket katılımcı tarafından şık seçimi şeklinde doldurulmaktadır. Ankette herhangi bir anda geriye dönmek, verilen şıkları değiştirmek, anketin terkedilmesi halinde tekrar anket açıldığında kalınan yerden devam edebilmek mümkündür. Şekil 5.5'te örnek iki soru ekranı görülmektedir.
- Anket sonucunda katılımcılara sorulara verdikleri yanıtlara istinaden TMA Aşıcı 2019 ağacında yerleştikleri dal'a göre bir mutluluk düzeyi atanmaktadır. Atanan bu durum, katılımcıya hangi mutluluk düzeyinde olduğunu, bu mutluluk düzeyinin ne anlama geldiğini, bağlı olduğu dalın özellikle hangi düğümlerden yani koşullardan beslendiğini belirten bir metin ile birlikte Şekil 5.6'da olduğu gibi sunulmaktadır. Bu ekranda uzman sistemin sağladığı tahmini Mutluluk Tahmini düzeyi, Katılımcının sonucunu iyileştirilmesi için uzman sistemin katılımcıya sunduğu geribildirimi, Katılımcıdan alınan performans/başarı geri bildirimi alanları yer almaktadır.



Şekil 5.5 : MutlulukAnketi Örnek Soru Ekranları.

Sonuçlar ve Geri Bildirimleriniz

Ne Mutlu, Ne Mutsuz

"Orta" yani "ne mutlu ne mutsuz" şikâri seçmiş olmalısınız.
 2013 yılında sizin şartlarınıza sahip olan nüfusun %3,4'ü içinde "ne mutlu ne mutsuz" olma olasılığı %35 olmuş. Mutsuz olanların oranı %31, en azından mutlu olanların oranı ise %34.
 Bulunduğunuz yapıp büyük çoğunlukla "mutsuz" ve "ne mutlu ne mutsuz" insanların yoğunlaştığı "2. Mutsuzluk Kolu" üzerindeki bir patkanın sonunda yer almakta. Bu koldaki insanların ortak özelliği, geleceklelerinden umutsuz olmaları yanında, evlilikleri (ya da sağlıklarından) "çok memnun" olmayışları. Geleceğe dair umutsuz olsa da evliliğinden (evli değilse sağlığından) "çok memnun" ve çalışacak bir işi olanlar, aynı bir kolda "çok mutlu" olabilmiş.
 Orta derecede memnun olduğunuz evliliğiniz sizi mutsuz olmaktan korumuş görünüyor. Sizinle aynı kolda evliliğinden memnun olmayanlar "mutsuz" bir yapıya yerleşmiş.

Peki nasıl daha çok mutlu olabilirsiniz?

Evliliğinizden memnun musunuz?

sorusuna

1. Çok memnun

yanıtı verseydiniz

Çok Mutlu

olacaktınız.

ÖNEMLİ

Peki siz ankete katılmadan önce ne kadar mutlu olduğunuzu düşünüyordunuz?

1 Yıldız Çok Mutsuz - 5 Yıldız Çok Mutlu olacak şekilde aşağıdaki alandan lütfen seçim yapınız!

Ne Mutlu, Ne Mutsuz

★★★★★

Şekil 5.6 : MutlulukAnketi Örnek Sonuç Ekranı ve Modülleri.

- Katılımcı yanıtlarına göre eğer *Çok Mutsuz*, *Mutsuz* ya da *Ne Mutlu*, *Ne Mutsuz* ağaç dallarından birine düşmüşse, bu tip katılımcılara durumlarını iyileştirebilmek adına verdikleri tüm yanıtlara ve bulundukları dala istinaden ikinci bir algoritma çalışmakta ve eğer varsa hangi soruya verdikleri yanıt nasıl değiştirirlerse, nasıl bir dala yani mutluluk düzeyine erişecekleri yönünde Şekil 5.6’da olduğu gibi geri bildirimde bulunmaktadır.
- Katılımcılardan aynı ekran içerisinde yani anket sonucunda makine öğrenmesi ile oluşturulmuş sonuç ile ankete başlamadan önce hissettikleri duygu (mutluluk) durumlarını karşılaştırmaları istenmektedir. Bu bağlamda ankete başlamadan önceki duygu durumlarını işaretleyen katılımcıların yanıtları ile tahmin edilen yanıt arasındaki benzerlik yüzdesel olarak geri bildirim kabul edilmekte ve sistemin başarı puanını doğrudan etkileyecek şekilde kayıt altına alınmaktadır.
- Şekil 5.7’de yer alan sonuç ekranında da katılımcılardan genel olarak uygulama, anket ve tahmine bağlı olarak bir değerlendirme yapıp geri bildirimde bulunması talep edilmektedir.



Şekil 5.7 : MutlulukAnketi Katılımcı Genel Değerlendirme Ekranı.

- Şekil 5.8’de yer alan istatistik ekranı ile Aşıcı 2019 TMA [6] Sınıflandırma Ağacının başarımını, genel olarak ankete katılan kişilerin Aşıcı 2019 TMA’da yer alan 10 mutluluk kolundan (Şekil 5.1) hangileri üzerine hangi sayılarda dağıldıkları katılımcı ile istatistiki olarak paylaşılmaktadır.

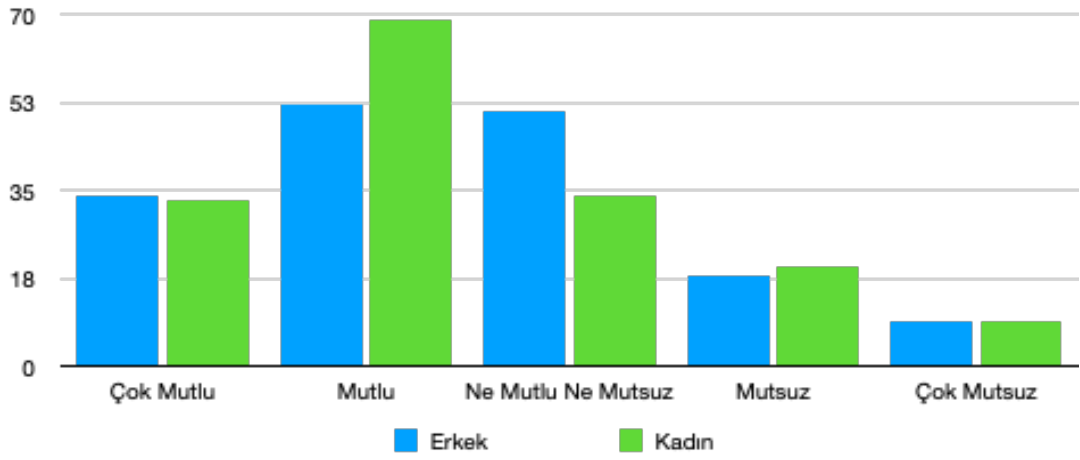


Şekil 5.8 : MutlulukAnketi İstatistik Ekranı.

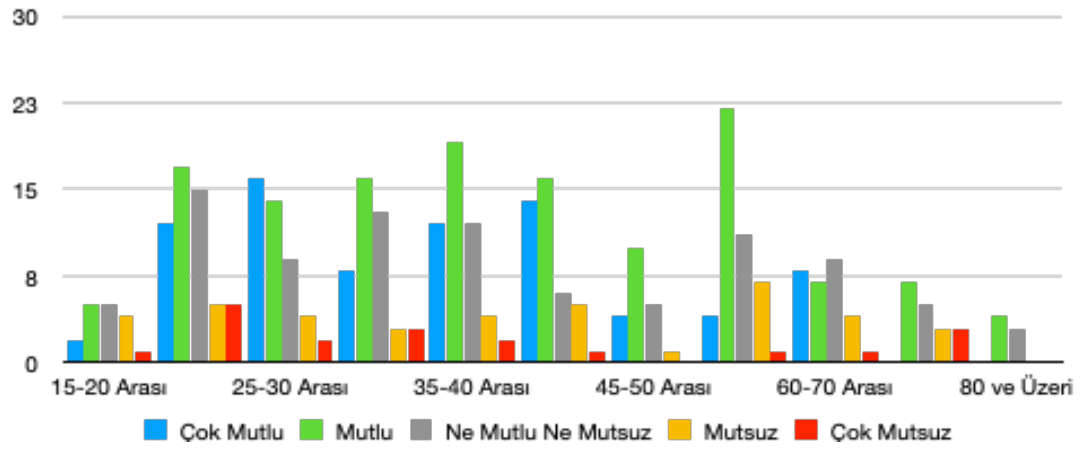
5.2 Analiz Sonuçları

Araştırmamız sonucunda genel olarak statik olarak hazırlanmış olan ve ciddi anlamda büyük bir örneklem kümesini temsilen oluşturulmuş olan Aşıcı 2019 TMA çalışmasının çıktısı karar ağacının geliştirdiğimiz uzman sistem aracılığıyla web ve mobilden katılımcılarla buluşması ve belirtilen örneklem kümesi dışında yeni katılımcıların mutluluk durum analizlerinde %98 gibi yüksek oranda bir başarımla sağlanmıştır.

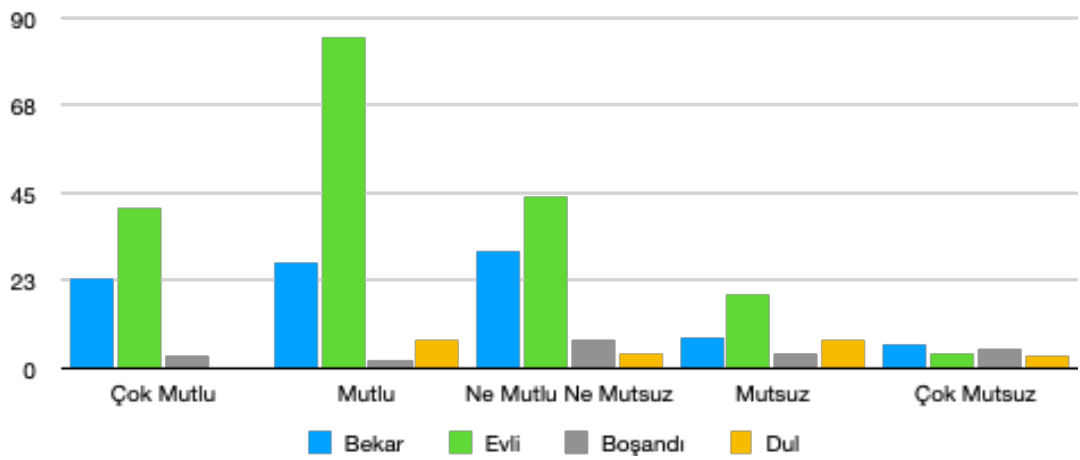
Araştırmamız kapsamında geliştirdiğimiz çözümü kullanan katılımcıların bazı demografik bilgilere göre dağılımları aşağıdaki tablo ve grafiklerde incelenmiştir.



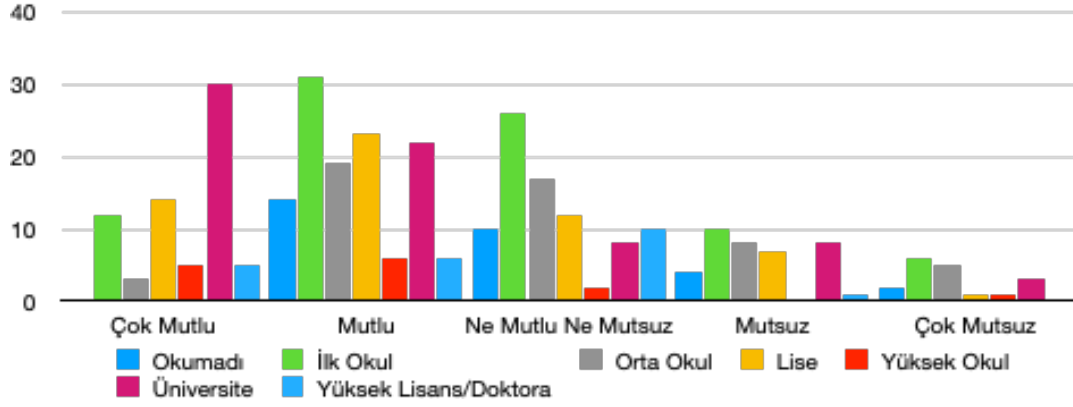
Şekil 5.9 : MutlulukAnketi Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği.



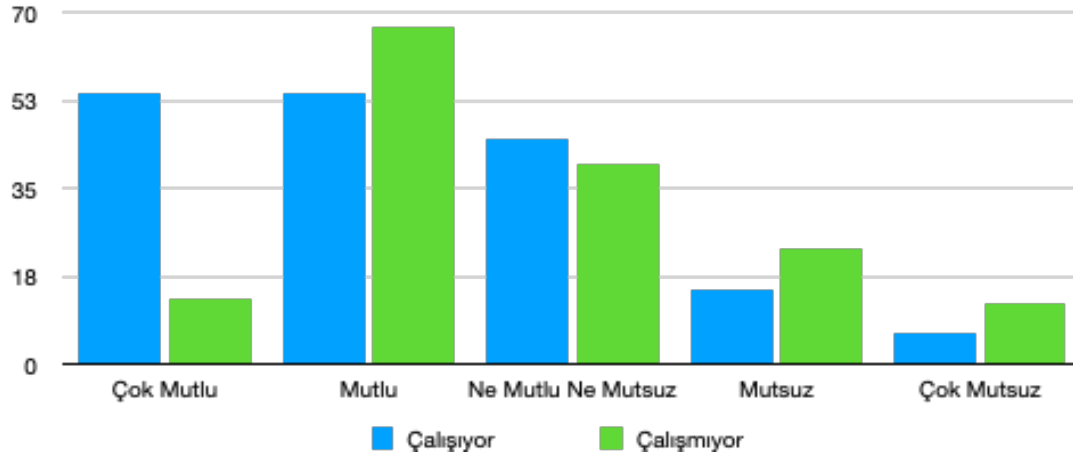
Şekil 5.10 : MutlulukAnketi Yaşa Göre Dağılım Grafiği.



Şekil 5.11 : MutlulukAnketi Medeni Duruma Göre Dağılım Grafiği.

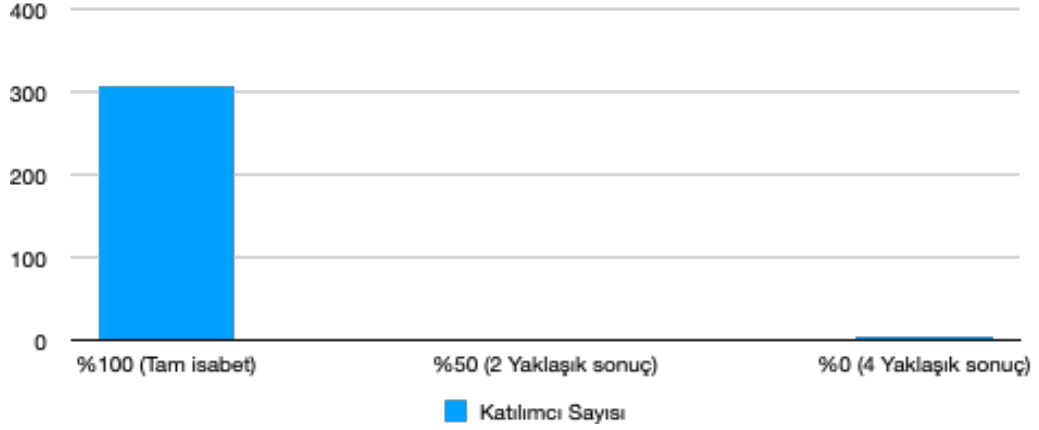


Şekil 5.12 : MutlulukAnketi Eğitim Duruma Göre Dağılım Grafiği.



Şekil 5.13 : MutlulukAnketi Çalışma Duruma Göre Dağılım Grafiği.

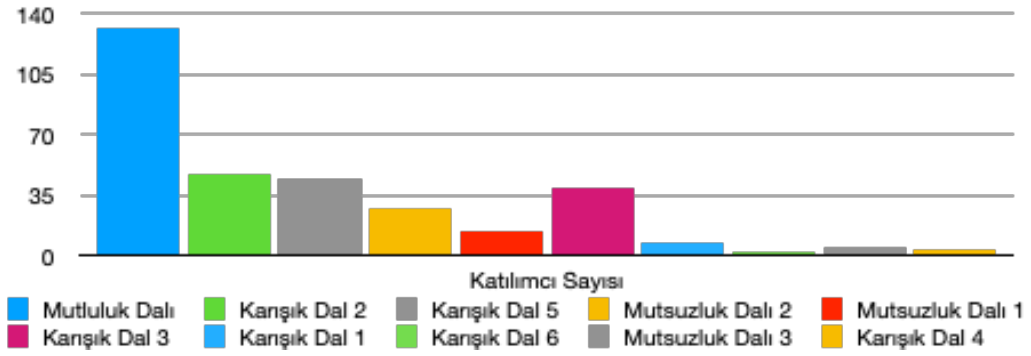
Katılımcılardan alınan geri bildirimlere göre SA algoritması ile oluşturulan TMA sınıflandırma ağacının mutluluk üzerine başarı oranı grafiği Şekil 5.14'te verilmiştir. Bu ölçüm katılımcının düşündüğü ile uzman sistemin bulduğu yanıtın benzerliğine göre hesaplanmıştır. Bazı katılımcılara ait sonuçların uçlarda olması, sonuçların manipüle edilebileceği düşüncesiyle hesaba katıldığında genel başarımın daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 5.14 : MutlulukAnketi Anket Başarı Oranı Grafiği.

311 kişiden 306'sı %100 başarılı sonuç, 5 tanesi %0 (4 yaklaşık sonuç), genel ortalama %98 olarak belirlenmiştir.

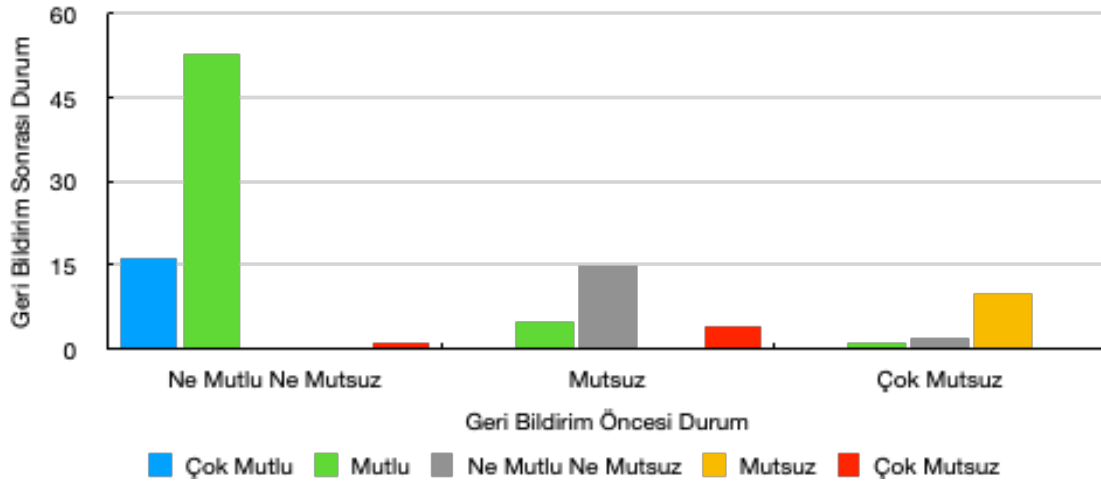
Katılımcıların genel mutluluk dağılımını inceleyecek olursak; Karar ağacı Şekil 5.1'de de belirtildiği üzere, 10 farklı bölgeye (mutluluk kolu, karışık kol 1 gibi, detaylı bilgi için Şekil 5.1 incelenebilir) ayrılmıştır, bunlar arasındaki dağılım Şekil 5.15'teki gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 5.15 : MutlulukAnketi Karar Ağacı Genel Veri Gruplarına (Dallara) Göre Dağılım.

Katılımcılardan bir bölümü karar ağacının *ne mutlu ne mutsuz*, *mutsuz* ya da *çok mutsuz* yapraklarına düşmüştür. Bu katılımcılara daha mutlu olabilmeleri için geri bildirimlerde bulunan sistemin genel olarak bu durumdaki katılımcılara verdiği geri bildirimlerin özeti Şekil 5.16'daki gibidir. Bu grafikte durum yalnızca durum değişiklikleri olan işlem sayıları gösterilmiştir. 311 katılımcının 135'inin *Ne Mutlu Ne Mutsuz*, *Mutsuz* ya da *Çok Mutsuz* olarak çıkan sonuçlarına göre geri bildirim algoritması çalıştırılmış ve özellikle *Ne Mutlu Ne Mutsuz* yapraklarına düşen

kullanıcıların 69 unda *Mutlu* ya da *Çok Mutlu* dallarına ulaşabilmeleri için yapmaları gereken değişiklikler geri bildirim olarak verilmiştir. Bunun dışında, mutluluk düzeyi *Mutsuz* olan 5, *Çok Mutsuz* olan 1 katılımcıya da hangi soruya nasıl bir yanıt verirlerse *Mutlu* yaprağına ulaşabileceklerine dair geribildirimlerde bulunulmuştur. Her ne kadar çalışma kapsamında dikkate alınmasa da bir diğer önemli kısım da geliştirilen geri bildirim algoritmasının, *Çok Mutsuz* ve *Mutsuz* gruplarının da sırasıyla daha iyi sonuçlara/dallara (*Mutsuz*, *Ne Mutlu Ne Mutsuz* ve *Ne Mutlu Ne Mutsuz*) ulaşmalarını sağlamasıdır.



Şekil 5.16 : MutlulukAnketi Geri Bildirim Algoritması Başarımı.

6. GELECEKTE YAPILABİLECEKLER

Bu çalışma gelecekte yapılabilecek bir çok çalışmaya yol gösterici niteliğindedir. Bulunulan noktadaki en temel çalışma alanları, bu çalışma kapsamında kullanılan sınıflandırma ağacının son kullanıcılara açılmasını takip eden süreçte;

- Zamana bağlı olarak sınıflandırma ağacının verimliliğinin incelenmesi,
- Yeni gelen verilerle karar ağaçlarının dinamik olarak yeniden düzenlenmesi,
- Ağaç içerisinde verilen kararların yalnızca sonuçlarının değil, sonuca giden yolları üzerinde olası değişikliklerin sonuçlara etkileri ve bunların önerimler olarak geri bildirimlerde kullanılması,
- Farklı algoritmalarla oluşturulacak karar ağaçlarının performanslarının kıyaslanmaları şeklinde özetlenebilir.

Yalnızca mutluluk analizi çerçevesinden bakacak olursak ise, anket soruları ile değil kişinin günlük hayatına daha sık ancak az rahatsızlık verecek şekilde dokunacak yapıların geliştirilmesi, metin, ses vb. kayıtların analizi, anlık durum değişimlerinde önerimlerde bulunulmasını sağlanması, tüm bu toplanan verilerin kişisel olarak zamana bağlı bir mutluluk tarihçesi oluşturması, genele bakıldığında ülkenin kişisel etkilerden arındırılmış şekilde mutluluk dalgalanmalarının gerçek sebepleri veya bunların ülkenin geleceğinde aldığı roller incelenebilecektir.

7. SONUÇ

Araştırma ve çalışmalarımız ile geçmişte yapılmış bir çalışmanın sonucu olarak ortaya konulmuş olan bir karar ağacının statik olarak sunduğu bilgiyi gündelik hayatta kullanılabilir hale getirecek uzman sistem geliştirilmiş ve 311 katılımcının yer aldığı bir canlı sistem anket çalışması yapılmıştır. Geliştirilen sistem mutluluk dışında başka alanlara (örneğin iş dünyasına) yönelik uygulamalara da hizmet verebilecek şekilde tasarlanmış, yeni karar ağaçlarının bu uzman sistemi kullanarak canlı karar destek sistemleri oluşturmalarına olanak tanınmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında geliştirilen geri bildirim algoritması ile ağırlıklandırılmış karar ağaçlarında pozitif-negatif ayrımı yapılabilmekte, daha iyi sonuçlar için düğümlerde dikkat edilen girdilere (anket sorularına verilen yanıtlar) yönelik değişiklik bildirimleri katılımcılara sonuçlarıyla birlikte yönlendirilebilmektedir. Bu çalışma ile geleceğe dönük olarak akademik çalışmalar başta olmak üzere makine öğrenmesi ile oluşturulan karar ağaçlarının sürekli, mobil uygulamalar, web uygulamaları gibi kanallarıyla kolaylıkla geniş kitlelere ulaşabilmesi ve izlenebilmesi sağlanacaktır. Yaptığımız çalışmanın içerisinde yer alan geri bildirim algoritması, uzman sistemin fonksiyonel düzenlemeleri gibi gelecekte geliştirilmeye devam edilebilecek kısımları bulunmakla birlikte, çalışmamız bu konularda yeni araştırmalara, çalışmalara yol gösterir nitelikte alanında bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

8. KAYNAKLAR

- [1] **Lyubomirsky, S.** (2007). The how of happiness: A scientific approach to getting the life you want. Penguin Press.
- [2] **TÜİK Türkiye Yaşam Memnuniyeti Araştırması** (2019). Erişim tarihi 9 Aralık 2019, adresi <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33729>
- [3] **The Oxford Happiness Questionnaire** < <https://www.happiness-survey.com/>>, erişim tarihi 18 Aralık 2019.
- [4] **Happiness Alliance, Happiness Index** <<https://survey.happycounts.org/>>, erişim tarih 21 Aralık 2019.
- [5] **Happiness Indicator** <<https://www.gelukswijzer.nl/hi/>>, erişim tarihi 18 Aralık 2019.
- [6] **Asici, Atil Ahmet.** (2019) . Varieties of Paths to Happiness and Unhappiness : The Classification Tree Analysis of Happiness in Turkey https://www.researchgate.net/publication/333995912_Varieties_of_Paths_to_Happiness_and_Unhappiness_The_Classification_Tree_Analysis_of_Happiness_in_Turkey
- [7] **Jackson, Peter** (1998), Introduction To Expert Systems (3 ed.), Addison Wesley, p. 2, ISBN 978-0-201-87686-4
- [8] **Turban, E., and Aronson, JE.** (1998). Decision Support System and Intelligent Systems, Prentice-Hall International Inc., New Jersey
- [9] **Leondes, Cornelius T.** (2002). Expert systems: the technology of knowledge management and decision making for the 21st century. pp. 1–22. ISBN 978-0-12-443880-4.
- [10] **Hayes-Roth, Frederick; Waterman, Donald; Lenat, Douglas** (1983). Building Expert Systems. Addison-Wesley. pp. 6–7. ISBN 978-0-201-10686-2.

- [11] **Yanase, Juri & Triantaphyllou, Evangelos.** (2019). A Systematic Survey of Computer-Aided Diagnosis in Medicine: Past and Present Developments. *Expert Systems with Applications*. 112821. 10.1016/j.eswa.2019.112821.
- [12] **Jasbir S. Dhaliwal, Izak Benbasat** (1996). The Use and Effects of Knowledge-Based System Explanations: Theoretical Foundations and a Framework for Empirical Evaluation. *Information Systems Research* 7:3, 342-362
- [13] **Popova E.V.** (1990) Artificial intelligence: in 3 books of Book 1. Systems of communication and expert systems. The directory / Under the editorship of E.V. Popova – M: Radio and communication, 1990.
- [14] **Machine Learning Definitions**, <<https://expertsystem.com/machine-learning-definition/>>, erişim tarihi 17 Mart 2020.
- [15] **Rao, Subba & Nahm, Abraham & Shi, Zhengzhong & Deng, Xiaodong & Syamil, Ahmad.** (1999). Artificial intelligence and expert systems applications in new product development—a survey. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 10. 231-244. 10.1023/A:1008943723141.
- [16] **Pradhan, B.** (2013). A Comparative Study On The Predictive Ability Of The Decision Tree, Support Vector Machine And Neuro-Fuzzy Models In Landslide Susceptibility Mapping Using GIS. *Computers & Geosciences*. 51: 350-365.
- [17] **Breiman, L.** (1984). *Classification and Regression Trees*. New York: Routledge.
- [18] **Easterlin, R.** (1974). Does economic growth improve the human lot? Some empirical evidence. *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*.
- [19] **Kahneman, Daniel, Krueger, A. B.** (2006). “Developments in the Measurement of Subjective Well-Being” *Journal of Economic Perspectives*, 20 : 3-24.
- [20] **Bartolini, S., Sarracino, F.** (2014) “Happy for how long? How social capital and economic growth relate to happiness over time”. *Ecol. Econ.*, 108, 242-256.
- [21] **Helliwell, J., Layard, R., Sachs, J.** (2018). *World Happiness Report 2018*, New York: Sustainable Development Solutions Network.

- [22] **Gallup-Sharecare Well-Being Index.** (2018). About the Gallup-Sharecare Well-Being Index. Erişim tarihi 23 Aralık 2019, adresi <http://www.well-beingindex.com/about>
- [23] **Van Praag, B., Ferrer-i-Carbonell, A.** (2008). Happiness Quantified: A Satisfaction Calculus Approach. New York: Oxford University Press Inc.
- [24] **Frey, B. S., Stutzer, A.** (2002). Happiness and economics: How the economy and institutions affect well-being. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- [25] **Pinker, S.** (2018). Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress. Viking.
- [26] **Boniwell, Ilona** (2012) Positive Psychology in a Nutshell, Ilona Boniwell, Open University Press.
- [27] **Buettner, D.** (2017). “These Are the World’s Happiest Places”, National Geographic Magazine, November.
- [28] **Sagiv, L., Schwartz, S. H.** (2000), “Value priorities and subjective well-being: direct relations and congruity effects”, *Eur. J. Soc. Psychol.*, 30: 177-198.
- [29] **Diener, E., Oishi, S., Ryan, K.** (2013). Universal and cultural differences in the causes and structure of “happiness”—A multilevel review. In C. Keyes (Ed.), *Mental well-being: International contributions to the study of positive mental health* (pp. 153–176). Dordrecht: Springer.
- [30] **Shi, K., Zhou, Y., Yan, H., Li, H., Wu, F., Xie, Y., Braddock, M., Lin, X., Zheng, M.** (2017). “Classification and regression tree analysis of acute-on-chronic hepatitis B liver failure: Seeing the forest for the trees”. *J Viral Hepat*, 24, 132-140.
- [31] **Prabakaran, S & Mitra, Shilpa.** (2018). Survey of Analysis of Crime Detection Techniques Using Data Mining and Machine Learning. *Journal of Physics: Conference Series*. 1000. 012046. [10.1088/1742-6596/1000/1/012046](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1000/1/012046).
- [32] **Morrone, A., Piscitelli, A., D’Ambrosio, A.** (2017) “How Disadvantages Shape Life Satisfaction: An Alternative Methodological Approach,” *Soc Indic Res* , <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1825-8>.

- [33] **Galletta, S.** (2016). On the determinants of happiness: a classification and regression tree (CART) approach. *Applied Economics Letters*, 23(2), 121–125. From <https://doi.org/10.1080/13504851.2015.1054066>
- [34] **Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.** (2013). *The elements of statistical learning*. Springer series in statistics (1st ed.). Berlin: Springer.
- [35] **TÜİK Türkiye Yaşam Memnuniyeti Araştırması** (2013). Erişim tarihi 9 Aralık 2019, adresi <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=16052>
- [36] **Bakker, A.B., Burger, M.J., Haaren, P.V., Oerlemans, W.G., Veenhoven, R.** (2015). RAISED BY RAISING AWARENESS Effect of happiness self-monitoring using the Happiness Indicator.
- [37] **Istiadi, Istiadi & Rofii, Faqih & Qustoniah, Anis & Marisa, Fitri & Putra, Guntur.** (2016). An online expert system for consultation services using a mobile application interface. *Jurnal Teknologi*. 78. 10.11113/jt.v78.8926.
- [38] **Francis, L. J.** (2014). Oxford Happiness Questionnaire. In *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 4548–4551). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_4071
- [39] **Rutledge, R. B., Skandali, N., Dayan, P., & Dolan, R. J.** (2014). A computational and neural model of momentary subjective well-being. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(33), 12252–12257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1407535111>
- [40] **Saez, Y., Navarro, C., Mochón, A., & Isasi, P.** (2014). A System for Personality and Happiness Detection. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(5), 7. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2014.251>
- [41] **Russell, Stuart; Norvig, Peter** (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Simon & Schuster. pp. 22–23. ISBN 978-0-13-103805-9.
- [42] **Cisco Mobile Device Report** (2016). Erişim tarihi 10 Ocak 2020, adresi <https://www.reuters.com/article/us-cisco-mobiledata/more-mobile-devices-than-people-by-2016-cisco-idUSTRE81D0VH20120214>
- [43] **Android Market Share Report** (2016). Erişim tarihi 12 Ocak 2020, adresi <https://www.neowin.net/news/gartner-windows-phone-market-share-collapses-to-07-worldwide-android-rises-to-841/>

- [44] **Toki, Eugenia & Pange, Jenny Polyxeni & Mikropoulos, Tassos.** (2012). An Online Expert System for Diagnostic Assessment Procedures on Young Children's Oral Speech and Language. *Procedia Computer Science*. 14. 428–437. 10.1016/j.procs.2012.10.049.
- [45] **Pratama, Yoga & Agushinta R., Dewi & Senjaya, Remi.** (2013). DESIGN OF MOBILE EXPERT SYSTEM FOR DIABETES RISK DIAGNOSIS AND INFORMATION. *Jurnal Sistem Informasi*. 9. 32. 10.21609/jsi.v9i1.344.
- [46] **Quesada-López, C., and Jenkins, M.** (2013). A Prototype Mobile Expert System for Nutritional Diagnosis. *The Twenty- Sixth International FLAIRS Conference 2013*
- [47] **Myles, A.J., Feudale, R.N. , Liu, Y., Woody, N.A., Brown, S.D.** (2004). An Introduction To Decision Tree Modeling, *Journal of Chemometrics*. 18 (6): 275–285

EKLER

EK A: Sorular

Çizelge A.1 : MutlulukAnketi Soru Listesi.

Sıra No	Soru	Soru Anahtarı
1	Cinsiyetiniz nedir?	CINS
2	Yaşınız kaç?	YAS
3	Medeni durumunuz nedir?	CATB1
4	En son hangi okulu bitirdiniz?	CATB2
5	Okuma yazma biliyor musunuz?	B3
6	Son bir hafta içinde ücretli ya da ücretsiz olarak bir işte çalıştınız mı?	B4
7	Çalışmama nedeniniz nedir?	CATB5
8	Sizi hayatta en çok kim mutlu eder?	CATB10
9	Sizi hayatta en çok ne mutlu eder?	CATB11
10	Sağlığınızdan memnun musunuz?	B12.1
11	Evliliğinizden memnun musunuz?	B12.2
12	Oturduğunuz konuttan memnun musunuz?	B12.4
13	Oturduğunuz semtten veya mahalleden memnun musunuz?	B12.5
14	Yaşadığınız konutta, sokaktan gelen gürültü problemi var mı?	H12.5
15	Aylık hanehalkı gelirinizden memnun musunuz?	B12.8
16	Sosyal hayatınızdan (eğlence, kültürel ve sportif faaliyetler gibi) memnun musunuz?	B12.9
17	Akrabalarınızla ilişkilerinizden memnun musunuz?	B13.1
18	Asayiş (güvenlik) hizmetlerinden memnun musunuz?	B14.2
19	Adli hizmetlerden memnun musunuz?	B14.3
20	Belediyenin toplu taşıma hizmetlerinden memnuniyet durumunuzu söyley misiniz?	B18.4
21	Aşağıdakilerden hangi sosyal güvenlik kurumuna kayıtlısınız?	CATB20
22	Geçtiğimiz yıl aile fertlerinizin herhangi birinden kötü muamele gördünüz mü?	B33.4
23	Bu olay için Polise/Jandarmaya başvurdunuz mu?	B33.41
24	Geçtiğimiz yıl herhangi bir nedenden dolayı şantaj, tehdit olayı yaşadınız mı?	B33.5
25	Bu olay için Polise/Jandarmaya başvurdunuz mu?	B33.51
26	Bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşu vasıtasıyla aldığınız hizmetlerden, ilaç alımı ile ilgili işlemlerde sorun yaşıyor musunuz?	B22.3
27	Evinizde yalnızken kendinizi ne kadar güvende hissediyorsunuz?	B38
28	Yaşadığınız çevrede, gece yalnız yürürken kendinizi ne kadar güvende hissediyorsunuz?	B39
29	Kendi geleceğinizden ne kadar umutlusunuz?	B40
30	Türkiye'de yaşayan insanların refah düzeyini "0" basamağı en düşük "10" basamağı en yüksek" düzey olarak düşündüğünüzde, kendinizi hangi düzeyde görüyorsunuz?	B41
31	Şu andaki çalışma durumunuzdan bağımsız olarak, son bir yılda işinizi kaybettiniz mi?	B48.3
32	Son bir yılda ödeme zorluğu nedeniyle hiç borçlandınız mı?	B48.16
33	Toplumda itibarlı olmak için sizce aşağıdakilerden hangisi 1. derecede önemlidir?	CATB50.1
34	Toplumda itibarlı olmak için sizce aşağıdakilerden hangisi 2. derecede önemlidir?	B50.2
35	Toplumda itibarlı olmak için sizce aşağıdakilerden hangisi 3. derecede önemlidir?	CATB50.3
36	Çevrenizdeki diğer kişilerin, çocuklarının başarıları sizin için ne kadar önemlidir?	B51.5
37	Ekonomi ile ne derece ilgilisiniz?	B54.5
38	Müzik ile ne derece ilgilisiniz?	B54.11
39	Sizce Ülkemizin en önemli 1. sorunu nedir?	B55.1
40	Sizce Ülkemizin en önemli 2. sorunu nedir?	CATB55.2

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Erol TOKALAÇOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 16.01.1985 KASTAMONU
E-posta : eroltokalac@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2008 Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Müh.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2007-2008 yılları arasında AVAYA Türkiye’de Ağ Mühendisi
- 2008-2010 yılları arasında Alcatel-Lucent Bell Labs Belçika Proje Yöneticisi
- 2010-2017 yılları arasında CRENNNO Teknoloji ve İş Geliştirmeden Sorumlu Direktör
- 2017-Halen Halkbank Mobil Bankacılık Yöneticisi