

**TÜRKİYE’DE KENTLER İÇİN YAŞANABİLİRLİĞİN
CBS, SİVİL BİLİM VE MAKİNA ÖĞRENMESİ
YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF LIVEABILITY FOR TURKISH
CITIES USING GIS, CITIZEN SCIENCE AND MACHINE
LEARNING METHODS**

İLKER YÖRÜK

DOÇ. DR. SULTAN KOCAMAN GÖKÇEOĞLU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2021

*AİLEM, Bu sene aramızdan ayrılan
BABAANNEM VE TÜM SEVDİKLERİM'E...*

ÖZET

TÜRKİYE’DE KENTLER İÇİN YAŞANABİLİRLİĞİN CBS, SİVİL BİLİM VE MAKİNA ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

İlker YÖRÜK

Yüksek Lisans, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. SULTAN KOCAMAN GÖKÇEOĞLU

Haziran 2021, 62 sayfa

Bu çalışmada Türkiye’de kentlerde yaşanabilirliğin ölçülebilmesi için coğrafi bilgi sistemleri (CBS), sivil bilim (vatandaş bilimi) ve makina öğrenmesi yöntemlerine dayalı yöntemler incelenmiş ve bir yaklaşım geliştirilmiştir. Tez kapsamında ulusal ve uluslararası literatürde yer alan yaşanabilirlik dizinleri incelenmiştir. Türkiye’deki şehirler için eğitim, sağlık, güvenlik, ulaşım, çevre, kültürel ve ekonomik olanakları gibi yaşanabilirliği etkileyen temel kategoriler ve bu kategorilerin alt kriterleri belirlenmiş; konumsal ve konumsal olmayan verilere dayalı kentsel yaşanabilirlik kestirimi yapabilecek makina öğrenmesi yöntemleri analiz edilmiştir. Kestirim için çok değişkenli doğrusal regresyon ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılmıştır. Temel kriterlerin ölçülmesinde açık kaynak konumsal veri kaynağı olan OSM (Open Street Map) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Başkanlığı verilerinden faydalanılmıştır. Ayrıca model eğitiminde bağımlı değişken olarak Türkiye’deki iller için yapılan anket sonuçları kullanılmıştır. Hem yaşanabilirlik anketi hem de OSM verilerinin kullanımı, bu kapsamdaki çalışmalarda sivil bilim yöntemlerinin kullanılmasının mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Ancak veri kalitesi ve gösterge setlerinin yeterliliği tartışmaya açık

bulunmuştur. Önerilen çalışma bu alanda gerçekleştirilen ilk örneklerden biridir. Konumsal veri çeşitliliği ve kalitesinin artması, ayrıca kentlerde yaşayanlardan alınan yaşanabilirlik değerlendirmelerinin artması ile yöntemlerin uyarlanması ve tahmin sonuçlarının iyileşmesi beklenmektedir. Önerilen yaklaşım, kentlerdeki yaşanabilirlik seviyesinin iyileştirilmesi için nesnel ve izlenebilir ölçütlerin geliştirilmesinde yerel yönetimlere fayda sağlayabilir ve kentsel sürdürülebilirliğe ve katılımcı planlama hedeflerine katkıda bulunabilecek potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Yaşanabilirlik, Kentler, CBS, Konumsal Analiz, Makina Öğrenmesi, Sivil Bilim, Açık Kaynak Veri, Open Street Map

ABSTRACT

DETERMINATION OF LIVEABILITY FOR TURKISH CITIES USING GIS, CITIZEN SCIENCE AND MACHINE LEARNING METHODS

İlker YÖRÜK

Master of Science, Department of Geomatics Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sultan KOCAMAN GÖKÇEOĞLU

June 2021, 62 pages

In this study, an approach based on geographic information systems (GIS), citizen science (CitSci) and machine learning (ML) methods was developed in order to assess liveability in Turkish cities. Within the scope of the thesis, livability indices in national and international literature were investigated. The main categories influencing the liveability such as education, health, safety, transportation, environment, cultural and economic opportunities for cities in Turkey and their sub-criteria were determined; and two ML approaches was investigated for their performances to predict the liveability using spatial and non-spatial datasets. The multivariate linear regression and the artificial neural networks (ANN) methods were employed in the prediction. In order to obtain the metrics to assess the defined criteria, OSM (Open Street Map), which is an open source geospatial data source, and Turkish Statistical Institute (TÜİK) data were utilized. For the model training, the survey results on the liveability obtained in a Citizen Science initiative within the thesis were used as the dependent variable. The use of both the OSM data and the volunteer contributions in the study has demonstrated the usability of Citizen Science methods for urban liveability assessment. However, the OSM data quality and the

sufficiency of the selected criteria require further investigations and are open for discussion. The study demonstrates one of the first examples in this field. It is anticipated that by increasing the data diversity and quality, as well as the amount of citizen contributions on the liveability assessments, the accuracy of the prediction results will increase and the methods can be tuned. The proposed approach can be useful for local governments to develop objective metrics, that can as well be monitored, for the improvement of quality of lives in cities; and can contribute to the urban sustainability and participatory planning goals.

Keywords: Liveability, Cities, GIS, Spatial Analyses, Machine Learning, Citizen Science, Open Source Data, Open Street Map

TEŞEKKÜR

Öncelikle sağlık ve zaman imkânı veren Yüce Allah'a sonsuz şükürler olsun.

Her zaman, her konuda bilgi ve tecrübelerini esirgmeden destek olan en zor anlarda verdiği motivasyonla ve rehberlikle yoluma devam etmemi sağlayan, bütün iyiliklerin onunla olmasını dilediğim saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. Sultan Kocaman Gökçeoğlu'na,

Hayatım boyunca her koşulda ellerinden gelenin en iyisini sunmaya çalışan, her anımda desteklerini hissettiğim ve bunun karşılığını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim. Bugünlere gelmemdeki en büyük katkı sahibi olan, bu hayatta hiçbir şeye değişmeyeceğim annem Özlem, babam Kemal ayrıca manevi desteğini sunan kardeşim Deniz Yörük'e,

Sene içinde kaybettiğim, üzerimde emeği çok olan sevgili babaannem Fatma Yörük'e,

Manevi desteklerini ve dualarını benden eksik etmeyen sevgili anneannem Neriman ve dedem Seyfettin Özdemir'e,

Benim bu aşamaya gelmemde yardımcı olan, bana emek harcayan ismini yazamadığım tüm öğretmenlerime,

Çalışma süresinde desteklerini sunan çalışma arkadaşlarıma ve özellikle her konuda bilgi, deneyim, desteğini esirgemeyip bana zaman ayırıp, tezim için çalışmalar yapıp, değerlendirmelerde bulunup, önerilerini ve fikirlerini paylaşan değerli İlknur Gündüz Özdemir'e,

Bilgi birikimi ile çalışmada yardımlarını esirgemeyen bütün arkadaşlarım Kerim Başarır, Kübra Atasoy, Ayberk Açar ve yaşanabilirlik kavramını bana sevdiğini UYAD projesinde yer alan başta proje yöneticisi Prof. Dr. Mustafa Şahmaran olmak üzere tüm proje ekibine, ve ankete katılarak değerli katkılarını sağlayan tüm sivil bilim gönüllülerine,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÇİZELGELER	viii
ŞEKİLLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Tanımı.....	1
1.2 Literatür Taraması.....	3
1.3 Tez Çalışmasının Amacı	7
2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER	8
2.1 Yaşanabilirlik Kriterlerinin Seçimi.....	8
2.2 Değerlendirilen Kentler.....	10
2.3 Veri Setleri	11
2.3.1 OSM Verileri.....	11
2.3.2 TÜİK Verileri.....	13
2.3.3 Sivil Bilim Anket Verileri.....	14
3. YÖNTEMLER	19
3.1 Ön İşleme	20
3.2 Veri Normalizasyonu	21
3.3 Çoklu Doğrusal Regresyon	21
3.4 Yapay Sinir Ağları	24
4. ANALİZ SONUÇLARI.....	27
4.1 Eğitim Olanakları Sonuçları.....	27
4.2 Sağlık Olanakları Sonuçları	30
4.3 Güvenlik Seviyesi Sonuçları.....	32
4.4 Ulaşım Olanakları Sonuçları.....	34
4.5 Çevre Kalitesi Sonuçları	35
4.6 Ekonomik Seviye Sonuçları.....	37
4.7 Kültürel Olanaklar Sonuçları	39
4.8 Yaşanabilirlik Sonuçları (Genel).....	41
5.TARTIŞMA	43

5.1 Veri Kalitesi	43
5.2 Kriterlerin Temsil Gücü	44
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	50
EK-1. VERİ NORMALİZASYON ÇİZELGELERİ	56

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan yaşanabilirlik kriterleri.....	9
Çizelge 2.2. Şehir yaşanabilirlik anketi sonuçlarının bir kısmı.	18
Çizelge 4.1. Anket sonucunda elde edilen eğitim olanakları ölçütlü il sıralaması	28
Çizelge 4.2. Eğitim olanakları regresyon model özeti.....	28
Çizelge 4.3. Eğitim olanakları için YSA sınıflandırma özeti	30
Çizelge 4.4. Anket sonucunda elde edilen sağlık hizmetleri ölçütüne göre il sıralaması	30
Çizelge 4.5. Sağlık olanakları regresyon model özeti	31
Çizelge 4.6. Sağlık olanakları için YSA sınıflandırma özeti.....	32
Çizelge 4.7. Anket sonucunda güvenlik seviyesi ölçütüne göre il sıralaması	32
Çizelge 4.8. Güvenlik seviyesi regresyon model özeti.....	33
Çizelge 4.9. Güvenlik seviyesi için YSA sınıflandırma özeti.	33
Çizelge 4.10. Anket sonucunda ulaşım hizmetleri ölçütüne göre il sıralaması	34
Çizelge 4.11. Ulaşım olanakları regresyon model özeti.	34
Çizelge 4.12. Ulaşım hizmetleri için YSA sınıflandırma özeti.	35
Çizelge 4.13. Anket sonucunda çevre kalitesi ölçütüne göre il sıralaması.....	36
Çizelge 4.14. Çevre kalitesi regresyon modeli sonucu.	36
Çizelge 4.15. Çevre kalitesi için YSA sınıflandırma özeti.	37
Çizelge 4.16. Anket sonucunda ekonomik seviye ölçütüne göre il sıralaması.....	37
Çizelge 4.17. Ekonomik seviye regresyon model sonucu özeti.	38
Çizelge 4.18. Ekonomik seviye için YSA sınıflandırma özeti.	38
Çizelge 4.19. Anket sonucunda kültürel etkinlikler ölçütüne göre il sıralaması	39
Çizelge 4.20. Kültürel etkinlikler regresyon modeli sonuç özeti.	39
Çizelge 4.21. Kültürel etkinlikler için YSA sınıflandırma özeti.	40
Çizelge 4.22. Yaşanabilirlik endeksi hesaplamasına göre İl Sıralaması.....	41
Çizelge 4.23. Ana kriterlerden elde edilen regresyon model özeti.	42
Çizelge E.1. Eğitim kategorisinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları.	56
Çizelge E.2. Sağlık kategorisinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları.....	57
Çizelge E.3. Ekonomi kategorisinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları	58
Çizelge E.4. Ulaşım ve çevre kategorilerinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları	59
Çizelge E.5. Güvenlik ve kültürel etkinlikler kategorilerinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları.	60

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 UYAD-Şehir (solda) ve UYAD-Mahalle (sağda) eklentilerinin arayüzleri [2].	6
Şekil 2.1. BBBike kaynağından OSM veri indirme arayüzü [5].	12
Şekil 2.2. Seçilen 10 il için OSM kaynağından indirilen nokta verilerinin dağılımı.	12
Şekil 2.3. OSM verilerinden elde edilen öznitelik bilgileri örneği.	13
Şekil 2.4. Şehir yaşanabilirlik anketi web tabanlı bilgi giriş formu arayüzü.	17
Şekil 3.1. Çalışmanın temel iş akışı.	20
Şekil 3.2 Yapay Sinir Ağlarının iş akış diyagramı	25

SİMGELER VE KISALTMALAR

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
ATM	Automatic Teller Machine
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
EIU	Economist Intelligence Unit
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
ML	Machine Learning
OSM	Open Street Map
PTT	Posta ve Telgraf Teşkilatı
SKA	Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları
TÜBA	Türkiye Bilimler Akademisi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UYAD	Ulusal Yaşanabilirlik Projesi
QGIS	Quantum GIS
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

1.1 Problem Tanımı

Dünyada kentlerde yaşayan toplam nüfusun yakın zamanda kırsal nüfusu geçtiği görülmektedir [1]. Kentler, ulusların içerisinde yer alan mekânsal kademelenme sistemi ve kentsel ağlarla, hem kentlerdeki yaşam kalitesi sorgulamasını hem de mekânsal dönüşümü bir arada deneyimlemektedirler. Bu sebeple, tüm dünyada kentlerin içinde buldukları ekosistem ile ilişkileri, bireylerin yaşam kalitesi ve yaşanabilirlik ölçütleri çerçevesinde sorgulanmaktadır [2].

Günümüz kentlerinde, yaşama gözlerini şehirde açan nüfusun şehirlere göç yoluyla gelen nüfusa oranla daha fazla sayıda olması kentte bulunan hizmetlere yönelik bakış açısını, nicelik ve nitelik beklentilerini değiştirmeye başlamıştır. Bunun yanı sıra, milli gelirdeki artış, insanların yaşam sürelerinin artması, teknolojik imkânların gelişmesi ve yerel yönetimlerin günden güne güçlenmeye başlaması ile şehir sakinlerinin çevre, sağlık hizmetleri, sosyal, kültürel ve rekreasyonel işlevlere olan talepleri yaşanabilir bir şehir için kaliteli ve sağlıklı yaşam beklentileri gün geçtikçe artmaktadır [3].

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında yer alan 11. Hedef kapsamında da 2030 yılına kadar kentlerin ve yaşam alanlarının katılımcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir olması tüm milletlerin ortak amacı haline gelmiştir [4]. 11. Hedefin belirlenen alt hedef ve göstergelerinin tamamı yaşanabilirlik seviyesinin artırılmasını amaçlamakta ve izlenmesi için gerekli ölçütleri tarif etmektedir.

Sürdürülebilir ve yaşanabilir şehirler için uluslararası alanda tanımlanmış ve bir kısmı Türkiye Cumhuriyeti tarafından da kabul edilmiş temel bazı dizinler, göstergeler ve ölçütler bulunmaktadır. Ancak, bunların uygulanması, bu ölçütlere ilişkin taahhütlerin yerine getirilmesi, Türkiye'nin ulusal ve yerel özgünlüklerini de dikkate alan önceliklerin belirlenmesi, ölçütlerin uygulamasında izleme/değerlendirme sisteminin, performans değerlendirme mekanizmasının bulunmaması esas sorunlardan birisidir. Erişilebilir yaşanabilirlik ölçütlerinin uygulanmasında bu tür sistem ve mekanizmaların

oluşturulabilmesi için aktör ve kurumlar arası yetki, rol ve sorumlulukların tanımlanmasına, eşgüdüm ve iş birliği koşullarının belirlenmesine ihtiyaç vardır [2].

Her şeyden önce, Türkiye’de yerleşimlerin gelişim sürecinin izlenebilirliğini arttırabilmek için sürdürülebilirlik, yaşanabilirlik, kimlikli şehirler, akıllı şehirler, insan odaklılık, yeşil şehirler ve sürdürülebilirlik gibi kavramlar çerçevesinde anlamı tartışılan bir anlayış biçimine ve bir değerlendirme sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlayış, her bir ülkenin kendi özgünlükleriyle dünyadaki benzer ölçme ve değerlendirme sistemlerini bir arada değerlendiren, uygulanabilir, kavranabilir ve yaygınlaştırılabilir bir değerlendirme sistemi ile bir arada düşünülmelidir. Yapılan değerlendirmede ve geliştirilecek yaklaşımda Türkiye’nin daha önce T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için yürütülmekte olan bir Projede “Türkiye Yaşanabilir Kentler” bileşeninin ilk aşamasını oluşturmuştur [2]. Bu sebeple öncelikle yaşanabilirlik kavramı ve felsefesine ilişkin bir değerlendirme yapılmış, dünyada ve Türkiye’de yürürlükte bulunan yaşanabilirlik/sürdürülebilirlik ile ilişkili dizinler incelenerek Türkiye’ye özgü yaşanabilirlik kriterleri belirlenmiştir. Ancak bu kriterlerin yerel yönetimler tarafından somut ölçütlerle izlenmesi ihtiyacı, dünyada açık kaynak olarak da giderek daha yüksek miktarda ve sıklıkta toplanan ve işlenen konumsal verilerin bu amaçla kullanım potansiyelinin araştırılması gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca konumsal verinin toplanması, analizi ve bilgi çıkarımı aşamalarında gönüllü coğrafi veri ve sivil bilim gibi yaklaşımların katkılarının giderek arttığı göz önünde bulundurularak, yaşanabilirlik seviyesinin belirlenmesi ve ölçütlerin izlenmesi için bu yöntemlerin ne ölçüde kullanılabilir olduğunun irdelenmesi de gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, ulusal ve uluslararası literatürdeki çalışmalar incelenerek, Türkiye’deki şehirler için konumsal veriler ve açık veri yardımı ile izlenmesi mümkün olan bir yaşanabilirlik kriter seti oluşturulmuştur. Oluşturulan kriterler temel ve alt olmak üzere iki seviyede incelenmiştir. Veriye dayalı olarak belirlenen kriterlerin değerlendirilmesi için açık kaynak OpenStreetMap (OSM) [5] verilerinden ve açık olarak paylaşılan Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) [6] verilerinden faydalanılmıştır. Bir sivil bilim inisiyatifi yaratılarak kişisel sosyal medya ağları üzerinden tüm Türkiye çapında gönüllülerden yaşadıkları kent için temel kriterleri değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme (anket) sonuçları alt kriterleri temsil eden verilerle birlikte iki farklı makina öğrenmesi modelinde kullanılmış ve veriye dayalı bir yaşanabilirlik tahmin

yaklaşımı geliştirilmiştir. Doğrusal regresyon ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemleri toplanan konumsal ve konumsal olmayan veriler ve ayrıca anket verileri kullanılarak test edilmiş ve doğrusal regresyonun başarı oranı lineer model olması nedeniyle düşük bulunmuş ve YSA yönteminin kullanımı tercih edilmiştir. Önerilen yaklaşımın veriye dayalı ve dolayısıyla nesnel olarak ölçülebilir ve izlenebilir olması kullanılabilirliği yükseltmektedir. Ancak özellikle OSM veri kalitesindeki sorunlar ve göstergelerin yeterliliği sonuçların dikkatle analiz edilmesini gerektirmiştir. Ayrıca modelin farklı veri setleri kullanılarak geliştirilmesi ve anket veri miktarının artması ile doğruluğunun artması mümkündür.

1.2 Literatür Taraması

Dünyada farklı ülkeler ve organizasyonlar tarafından geliştirilen ve uygulanan yaşanabilirlik dizinleri bulunmaktadır. Bu dizinler farklı amaçlar için oluşturulmuşlardır. Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) tarafından çevre konusundaki veri eksikliklerini gösterme amacıyla “Yaşam Kalitesi Göstergeleri” adında bir çalışma yapılmıştır [7]. Çalışmada, yaşam kalitesi kavramı; insan hakları, çevre merkezli, sağlık merkezli ve kent merkezli yaklaşımlar kullanılarak çerçevesi belirlenmiştir. Fakat, çalışmanın son kısmında bahsedilen veriye ulaşım sorunu nedeniyle gösterge seti için veriler yeterli olarak toplanamadığından, analizler istenilen şekilde yapılamamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın içeriğinde insanların yaşam kalitesi üzerinde çok kapsamlı bir şekilde durulmuş, bunun ölçülmesi için bir gösterge seti ve veri toplama sistemi önerisi geliştirilmiş ancak göstergelerin birçoğu ülkemizde toplanamadığı için uygulamaya konulamamıştır [3].

İllerde Yaşam Endeksi TÜİK tarafından ilk defa 2015 yılında yayımlanmıştır [8]. Çalışmada bireylerin yaşam kalitesinin nesnel ve öznel göstergelerle ölçülmesi ve il bazında karşılaştırmalı bir endeks üretilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma modeli geliştirilerek illerin yaşanabilirliğinin devamlı olarak izlenmesi amaçlanmıştır ama sonraki yıllarda çalışmaya devam edilmemiştir. Çalışmada 11 başlık (konut, çalışma hayatı, gelir ve servet, sağlık, eğitim, çevre, güvenlik, sivil katılım, altyapı hizmetlerine erişim, sosyal yaşam ve yaşam memnuniyeti) altında toplam 41 gösterge kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, 11 kategori altında üretilen alt endekslerden alınan puanlar ile en iyi ve en zayıf illerin sıralanarak açıklanmasından dolayı illerde yaşayan kişiler ve

yönetimler tarafından birçok eleştiri almıştır. Diğer bir eleştiri sebebi ise çalışmanın teorik kabulleri ile gösterge seçimlerinin arasındaki ilişkilerin farklı şekillerde de yapılması gerektiği düşüncesidir [9]. Bu TÜİK verileri kullanılarak yapılan benzer yöntemler ve farklı yöntemler kullanılarak Türkiye'deki şehirleri sıralama yaptıran çalışmalar başka çalışmalar da mevcuttur [10], [11], [12], [13], [14], [15].

CNBC-e Business Dergisi 2008-2011 yılları arasında yıllık bazda Türkiye'deki tüm illerin yaşanabilirlik düzeylerini yaşam kalitesi göstergelerine göre raporlamıştır [3]. Raporlarda farklı yıllarda farklı kriter setleri kullanılmıştır. Temel kriterler ekonomi, eğitim, sağlık, güvenlik, kent hayatı ve kültür-sanat olmak üzere altı ana başlıkta toplanmış, her kriter için farklı ağırlık dikkate alınmıştır. Diğer pek çok çalışmada olduğu gibi, değerlendirmede kullanılan kriterlerin yaşam kalitesi için temsiliyet potansiyeli, veri güvenilirliği ve kriter ağırlıklandırması tartışma konusu olmuştur [3].

Ekonomik rekabetçilik, yaşam kalitesi, gayri safi milli hasılda mutluluk, çevre dostu olma ve sürdürülebilir kalkınma gibi alanlarda ülkeler ve şehirler için yaşanabilirlik sıralama endeksleri veya çalışmaları vardır. Mercer tarafından yapılan "Quality of Living Survey" adlı 2019 yılında yapılan çalışma [16]; Monocle dergisi tarafından yapılan "Most Livable Cities Index" adlı 2019 yılında yapılan çalışma [17] ve the Economist Intelligence Unit (EIU) tarafından 2019 yılında yapılan "The Global Livability Index" [18] bu alanda sürekli olarak yapılan çalışmalara örnek olarak verilebilir. Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu (URAK) iller arası rekabetçilik endeksini 4 ana başlık altında 85 alt göstergeyle alt göstergeleri eşit ağırlıkta alıp ana başlıkları belirli oranlarda ağırlık vererek bir çalışma modeli oluşturmuştur [19].

Yukarıda açıklanan ve bunun yanı sıra incelenen pek çok çalışmada yaklaşık 500 farklı kriter ve alt kriter bulunmaktadır [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27]. İncelenen kriterler sonucunda en yaygın olarak kullanılan kriterlerin ana başlıklarının eğitim olanakları, sağlık hizmeti, güvenlik seviyesi, ulaşım yeterliliği, çevre kalitesi, kentsel altyapı yeterliliği, ekonomik seviye, kültürel etkinlikler olduğu görülmektedir [28]. Yaşanabilirlik sıralaması yapılan bu çalışmada, bu ana kriterlere oldukça yakın 9 kriter ve AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi kullanılarak yaşanabilirlik değerlendirmesi yapıldığı görülmüştür. ANP (Analytic Network Process) ve AHP yöntemi kullanılarak yapılan diğer bir yaşanabilirlik çalışması [29] gerçekleştirilmiş ve

çevresel yaşanabilirlik güvenlik, sağlık, elverişlilik, konfor ve sosyo-ekonomik özellikler başlıkları altında incelenmiştir.

Giap ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada [30] ulusal yaşanabilirlik ölçme endeksine yeni bir yaklaşım üzerinde durulmuştur. Çalışmada, kriterler toplam beş kategori altında (ekonomik canlılık ve rekabet gücü, iç güvenlik ve istikrar, sosyo-kültürel durum, kamu yönetimi, çevre dostu ve sürdürülebilirlik) incelenmiş; her bir kategoriye eşit ağırlık vererek maksimum entropi ilkesini benimsenmiştir. Diğer yandan, ağırlıkları insanların tercihlerine ilişkin bilgi toplayan bir anketten elde etmenin gelecekteki araştırmalar için daha ilginç ve uygun bir çalışma olacağı önerisinde bulunulmuştur.

AHP yöntemi karar destek amaçlı olarak farklı alanlardaki çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [31],[32]. Yöntem incelendiğinde [33], kriterleri değerlendirmek için alanlarında uzman olarak görülen kişilerin görüşlerine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Uzmanlar her bir kriter için önem seviyesine göre puan vermektedirler. Oluşan kriter çiftleri arasında bir matris oluşturulup, verilen puanlarla her kriter için ağırlıklar oluşturulmakta ve bu ağırlıklar dikkate alınarak bir sıralama yapılmaktadır. Ancak AHP kullanılarak yapılan çalışmalarda sonuçlar uzmanların sayısı, alan tecrübesi ve bilgi birikimine göre değişmektedir ve uzmanın görüşüne dayalı subjektif sonuçlar üretebilmektedir.

Uzman tabanlı karar destek yöntemlerinin uzmana ulaşma maliyeti veya uzman bulunamaması durumunda kayıplara yol açması açılarından dezavantajları da bulunmaktadır. Yaşanabilirlik probleminin, çevresel faktörler dışında, bireylerin ve toplumun sosyokültürel ve ekonomik durumlarından kaynaklanan pek çok modellenemeyecek veya ölçülemeyecek kritere dayalı olması da uzman tabanlı yöntemlerin kullanımını kısıtlaması ve sonuçlara kuşkuyla bakılmasına sebebiyet vermesi mümkündür. Ayrıca bir kentin yaşam kalitesini veya yaşanabilirlik sıralamasını belirlemede sayılı uzman görüşünün verdiği değerlendirme sonucundaki ağırlık değerleriyle belirlenmesinin ne kadar doğru olduğu tartışmaya açık bir konudur.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Hacettepe Üniversitesi Teknokent Teknoloji Transfer Merkezi yürütücülüğünde 2019 yılında gerçekleştirdiği Ulusal Yaşanabilirlik Dizini

(UYAD) ve Medeniyetimizi Yaşatan Şehir Beratı, Türkiye’de kentler ve mahalleler için özelleştirilmiş iki farklı kriter seti belirlenmesini hedeflemiştir [2]. Projede, Geomatik Mühendisliği Bölümü, konumsal analizlerin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan masaüstü Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılım modüllerini geliştirmiştir (Şekil 1.1). Bu projeden yola çıkılarak, uzmanlarca belirlenen kriterlerin bir kısmının konumsal analiz yöntemleri ile ölçülebileceği görülmüştür. Diğer yandan, her ne kadar veriye dayalı yöntemler veri kalitesinden, özellikle verinin zamansallığı, tamlığı ve tutarlılığından etkilense de, bu tür yaklaşımlar verilerin iyileşmesi ile geliştirilebileceği için önerilebilir. Ayrıca giderek artan katılımcı planlama yaklaşımları [34], [35] kentlerdeki yaşanabilirlik ölçüt ve göstergelerinin de orada yaşayanlar tarafından desteklenerek belirlenmesi yönünde değerlendirilebilir.



Şekil 1.1 UYAD-Şehir (solda) ve UYAD-Mahalle (sağda) eklentilerinin arayüzleri [2].

Kentlerde yaşanabilirliğin ölçülebilir yöntemlerle belirlenmesi ve izlenmesinin, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA)’nın 11. Hedefi olan Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar hedefinin [4] izlenmesi için de faydalı olabileceği düşünülmektedir. Kullanılacak kriterlere ve kestirim yöntemine göre, geleceğe yönelik tahminler yapılabilmesi ve hatta senaryolar üretilmesi mümkün olabilecektir. Literatürde yukarıda anılan çalışmalar mevcut olmakla birlikte, sayıca azdır ve konu araştırmaya açıktır. Ayrıca sivil bilim yöntemleri de son on yılda uluslararası bilim camiasının giderek daha fazla dikkatini çekmektedir ve SKA’ların sivil bilim yöntemleri ile izlenmesine yönelik çok yeni çalışmalar vardır (ör. Fritz ve ark. [36]).

1.3 Tez Çalışmasının Amacı

Tez kapsamında uluslararası literatürdeki çalışmalar incelenerek, Türkiye’deki şehirler için açık veri, CBS ve sivil bilim verileri ile erişimi kolay bir şekilde izlenebilecek bir yaşanabilirlik kriter seti oluşturulması hedeflenmiştir. Kriter belirleme aşamasında hem literatürdeki mevcut kriter setleri, hem de konumsal açık verinin mevcudiyeti dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, açık kaynak olarak OSM platformu ve TÜİK’ten alınmış, ayrıca sivil bilim yöntemleriyle anket yapılarak toplanmıştır. Bu verilerle iki farklı makina öğrenmesi yöntemi test edilmiş ve yaşanabilirlik tahmini için uygunlukları incelenmiştir.

Türkiye’de 81 il için yapılan bir anket kullanılarak oluşturulan yaşanabilirlik veri seti, OSM ve TÜİK verileri tez kapsamında kullanılmıştır. Araştırmalar sonucu yapılan değerlendirmelere göre, verilerin temininde ve ulaşılabilir olmasında yaşanan problemlerden dolayı bu tür çalışmaların yarım kaldığı ve sürdürülebilir olmadığı görülmüştür. Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde genelde açık kaynak ve kolay ulaşılabilir olarak TÜİK’ten erişilen hazır verilerle yaşanabilirlik çalışmaları yapılmıştır. Diğer bir açık veri kaynağı olan OSM verisi ise çalışmaya katkı sağlayan gönüllülerin yaşadıkları illere ait konumsal bilgileri düzenleyerek oluşturulmuştur. Daha önce OSM verisi kullanılarak bu kapsamda böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak OSM verilerinin doğruluğunu değerlendiren çalışmalar mevcuttur [37]. Bu çalışmada amaç Türkiye’de yaşanabilirlik endeksi alanında daha önce yapılan diğer çalışmalarda kullanıldığı gibi TÜİK verisi ile sınırlı kalınmayarak, OSM verisinin yoğunlukta olduğu bir konumsal veri setiyle çalışılarak entegre bir değerlendirme yapılmıştır.

Tez çalışmasının sonucunda, Türkiye’de kentler için yaşanabilirliğin CBS, Sivil Bilim ve Makina Öğrenmesi yöntemleri kullanılarak belirlenmesi ve bir tahmin modeli oluşturulmasının mümkün olduğu görülmüştür. Ancak, özellikle OSM veri kalitesindeki sorunlar ve anket verilerinin nispeten az sayıda olması, elde edilen doğruluğu kısıtlamıştır. Ayrıca, ankete katılanların ekonomik durumları ve yaşam alanları hakkında bilgi olmadığı için bu konuda detaylı inceleme yapılamamıştır. Ancak önerilen yerel katılım ve veriye dayalı yaklaşımın, şehirlerin ileriye dönük ihtiyaçlarını belirlemede, yerel yönetimlerin farklı simülasyonlar yapabilmesinde ve kentlerin yaşanabilirlik algısının iyileşmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

2.1 Yaşanabilirlik Kriterlerinin Seçimi

TÜİK, yerel düzeyde bireylerin ve hanehalklarının yaşamlarını, nesnel ve öznel kriterler kullanarak yaşamın çeşitli yönlerine göre ölçen, karşılaştıran ve zaman geçtikçe izlenebilen bir endeks çalışması yapmıştır. TÜİK Yaşam Endeksi'nde 11 kategoride toplam 41 gösterge kullanılmaktadır [8] . Belirlenen 11 boyut Konut, Çalışma hayatı, Gelir ve Servet, Sağlık, Eğitim, Çevre, Güvenlik, Sivil Katılım, Altyapı hizmetlerine Erişim, Sosyal yaşam ve Yaşam Memnuniyeti kategorilerini içermektedir.

İncelenen çalışmalarda farklı başlıklar altında farklı alt kriterlerin değerlendirildiği gözlenmiş, genel olarak evrensel bir standart oluşmadığı görülmüştür. Bu tezde yaşanabilirlik kriterlerinin seçimi yaklaşık 500'e yakın kriter arasından kriter başlıkları ve alt başlıkları altında toplanan kriterler arasından veri mevcudiyeti dikkate alınarak yapılmıştır. Seçilen kriterlerin açık kaynak veriler (OSM ve TÜİK) ile değerlendirilebiliyor olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Ayrıca literatürde en sık karşılan ve bireyler tarafından gözlemlenebilecek kriterler olmasına dikkat edilmiştir. Burada belirlenen ana kategoriler Eğitim, Sağlık, Ekonomi, Ulaşım, Çevre, Güvenlik ve Kültürel Etkinlikler başlıklarının altında toplanmış ve bu kategoriler için toplam 41 alt kriter oluşturulmuştur. Tüm kriterler ve değerlendirmede kullanılan veri kaynakları Çizelge 2.1'de sunulmuştur. Bu kriterlerle ilgili aşağıda alt başlıklar halinde açıklamalar yapılmıştır.

Eğitim: İyi bir eğitim sistemi işletmelere yetişmiş işgücü sağlar ve insanlara iyi gelir elde etme fırsatı sunar. Eğitim kategorisi o kentteki üniversite sayısı, kütüphane sayısı, kentte bulunan okul sayısı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, öğretmen sayısı, sınıf başına düşen öğrenci sayısı ile ölçütlendirilebilir. Üniversite mezunu sayısı da bir kentteki eğitim seviyesinin göstergelerinden biridir.

Sağlık: İyi bir sağlık sistemi hem üretkenlik hem de yaşam kalitesi açısından çok önemlidir. Bireylerin genel sağlık durumu, sağlık altyapısı ve imkânlarının yeterliliği, sağlık hizmetlerinden faydalanabilme yaşam kalitesi ile doğrudan ilgili olan sağlık

boyutunu ifade eder. Sağlık sisteminde kişi başına düşen yatak sayısı, toplam sağlık personeli sayısı, hastane başına düşen sağlık personeli, hastane, eczane, veteriner bürosu, özel klinik, diş kliniği sayıları ne kadar fazla olursa kişilerin hayatta kalma şansı o kadar fazla olur. İnsanın yaşama isteği ve hastalandığı zaman hızlı, ulaşılabilir sağlık hizmeti görmek istemesi doğaldır ve bu da bir şehirde yaşanabilirlik algısını doğrudan etkiler.

Çizelge 2. 1. Çalışmada kullanılan yaşanabilirlik kriterleri.

Kategori	Alt göstergeler	Veri kaynakları
Eğitim	Üniversite mezunu sayısı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, öğretmen sayısı, sınıf başına düşen öğrenci sayısı	TÜİK
	Üniversite sayısı, kütüphane sayısı, kentte bulunan okul sayısı	OSM
Sağlık	Kişi başına düşen yatak sayısı, toplam sağlık personeli sayısı, hastane başına düşen sağlık personeli	TÜİK
	Hastane, eczane, veteriner bürosu, özel klinik, diş kliniği sayıları	OSM
Güvenlik	Karakol, adliye, elçilik, yangın istasyonu, şehir izleme istasyonu sayıları	OSM
Kültürel Etkinlikler	Sanat galerisi, tiyatro, sinema, turistik yer, müze, eğlence mekânı, restoran, cami, stadyum, alışveriş merkezi (AVM) ve kafe sayıları	OSM
Ekonomi	GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla)	TÜİK
	Banka ve ATM (Automatic Teller Machine) sayısı, market, benzinlik, hotel ve motel sayıları, PTT (Posta ve Telgraf Teşkilatı) ve kargo şubesi sayısı	OSM
Ulaşım	Taksi, otobüs, metro giriş sayıları ve durak sayıları	OSM
Çevre	Kamp alanı, piknik alanı ve park alanı sayısı	OSM

Ekonomi: Bu kategori, kentteki verimliliğin doğrudan ölçüsülerinden biridir ve aynı zamanda şehirlerin geleceğe ne kadar yatırım yapabileceğinin de belirleyicisidir. Sürdürülebilir büyümenin sağlanmasında işlerin sorunsuz bir şekilde yürütülmesini kolaylaştıran düzenleyici ve finansal bir ortam çok önemlidir. Dolayısıyla bir kentte kişi

başına GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla), banka ve ATM (Automatic Teller Machine) sayısı, market, benzinlik, hotel ve motel sayıları, PTT (Posta ve Telgraf Teşkilatı) ve kargo şubesi sayısı o şehrin ekonomisi açısından önemli etkenlerdir.

Ulaşım: İyi bir ulaşım ağı ekonomik etkileşimleri kolaylaştırır ve daha entegre bir şehri teşvik eder. Şehirlerarası ulaşımın kolay olması için havaalanı sayısı, şehir içinde rahat ulaşım için taksi, otobüs, metro giriş sayıları ve durak sayıları mutlak önem arz eder. Bu sayılar ne kadar fazla olursa insanlar ulaşımında o kadar rahat eder ve bu da şehirde yaşanabilirliği doğrudan etkiler.

Çevre: Bireyin mevcut ve gelecekteki sağlığını ve sürdürülebilir yaşam tarzını doğrudan etkileyen çevresel unsurlar iyi bir yaşam açısından çok önemli yer tutar. İnsanların yaşadıkları yerlerde ya da gittikleri yerleşkelerde kamp alanı, piknik alanı ve park alanı sayısının önemi yaşam kalitesini artıran kriterler arasında yer alır.

Güvenlik: Güvenlik, insanların en temel ihtiyaçlarından biridir ve insanlara huzur verecek diğer önemli faaliyetleri sürdürmek için bir ön koşul olarak kabul edilebilir. Bu yüzden insanlara kendilerini güvende hissettirecek karakol, adliye, elçilik, yangın istasyonu, şehir izleme istasyonu gibi kurumların sayısı ne kadar fazla olursa, o şehirde yaşanabilirlik seviyesi de aynı derecede artar.

Kültürel Etkinlikler: Sosyal yaşam, güçlü toplumsal ilişkilere, çeşitli sosyal faaliyetlere sahip olma yoluyla bireylerin sağlık, çalışma hayatı gibi diğer yaşam boyutlarını da olumlu etkiler. İnsanlar, olumlu psikolojik etkisinden dolayı şehirlerde kültürel etkinlik içeren mekan arayışı içerisindeyler. Şehirde gezilecek, görülecek, eğlenceli vakit geçirilecek, insanların bir araya gelerek toplu aktivitelerde bulunacakları yerlerin varlığı, şehirlerin yaşanabilirliği için anahtar önemdedir. Sanat galerisi, tiyatro, sinema, turistik yer, müze, eğlence mekânı, restoran, cami, stadyum, alışveriş merkezi (AVM) ve kafe sayıları şehirdeki yaşam kalitesini doğrudan etkileyen kriterlerdir.

2.2 Değerlendirilen Kentler

Çalışmanın başlangıcında Türkiye'den 81 il için veri seti toplanması değerlendirilmesi hedeflenmiştir ancak veri seti oluşturulduktan sonra elde edilen veri kalitesinden dolayı

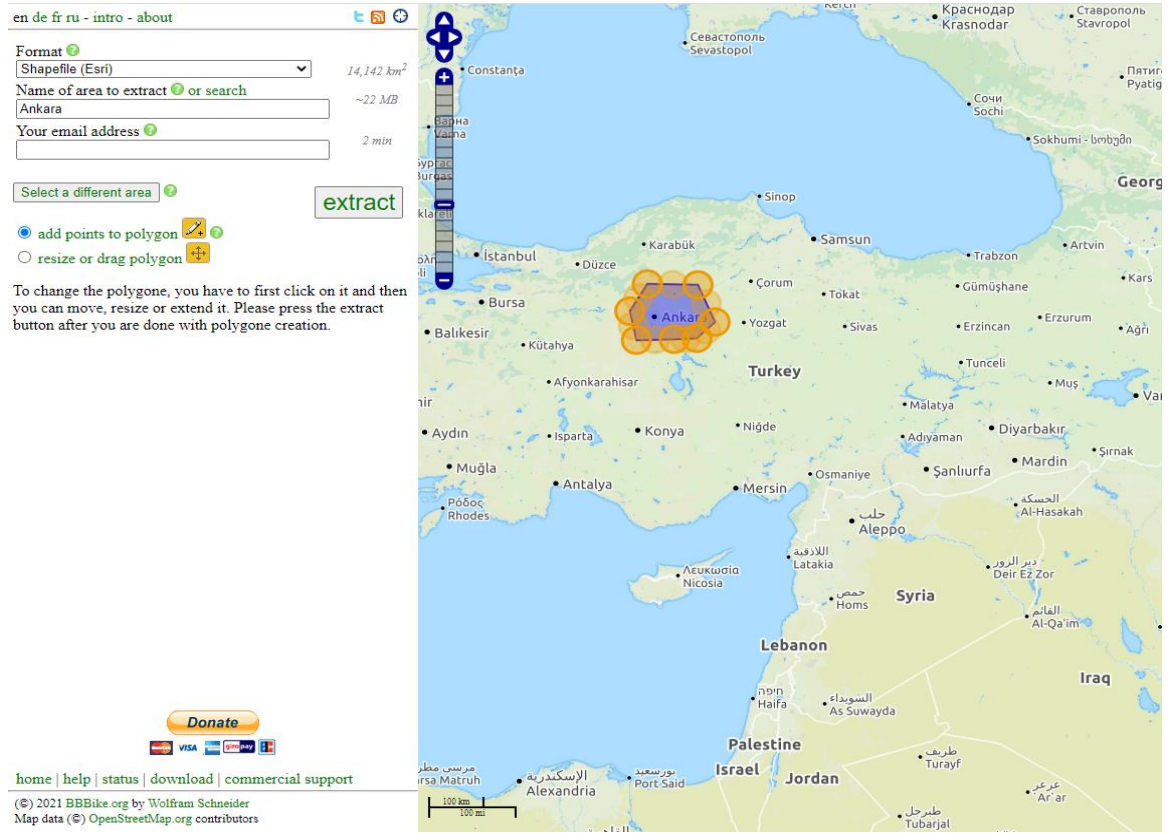
10 il ile devam edilmiştir. Bu amaçla web tabanlı bir anket formu oluşturulmuş ve kişisel sosyal medya hesapları (örneğin Whatsapp, Twitter) üzerinden farklı kentlerde yaşayan kişilerle iletişim kurulmuştur. Ancak bu şekilde yakın sosyal ağlar üzerinden toplanan verilerin güvenilirliği nispeten yüksek olmakla birlikte, tasarlanan anket süresi içinde tüm iller için yeterli veri toplanması mümkün olmamıştır. Ayrıca OSM verilerinin de tüm iller için yeterli tamlığa ve doğruluğa sahip olmadığı ön incelemeler sonucunda görülmüştür. Özellikle küçük şehirlerde veri eksikliği önemli bir sorun olmuştur. Bu nedenle, çalışılan şehir sayısı model eğitimi aşamasında azaltılmış ve sadece yeterli veriye sahip illerde matematiksel modeller test edilmiştir. Verilerin toplanması aşamasında kullanılan şehir yaşanabilirlik anketinden toplanan verilerin içinde katılımı en çok olan iller olan ve OSM'den elde edilen verilerde de veri girişinin düzgün olduğu gözlenen şehirlerde çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu şehirler sırasıyla Adana, Ankara, Bolu, Bursa, Denizli, Mersin, İstanbul, İzmir, Nevşehir, Samsun olarak belirlenmiştir ve veriler bu şehirler için analiz edilmiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da Türkiye'de büyükşehir statüsündeki 5-6 il arasında bir sıralama yapılmıştır [38]. Bu tez çalışmasında ise belirtilen on il değerlendirilmiştir.

2.3 Veri Setleri

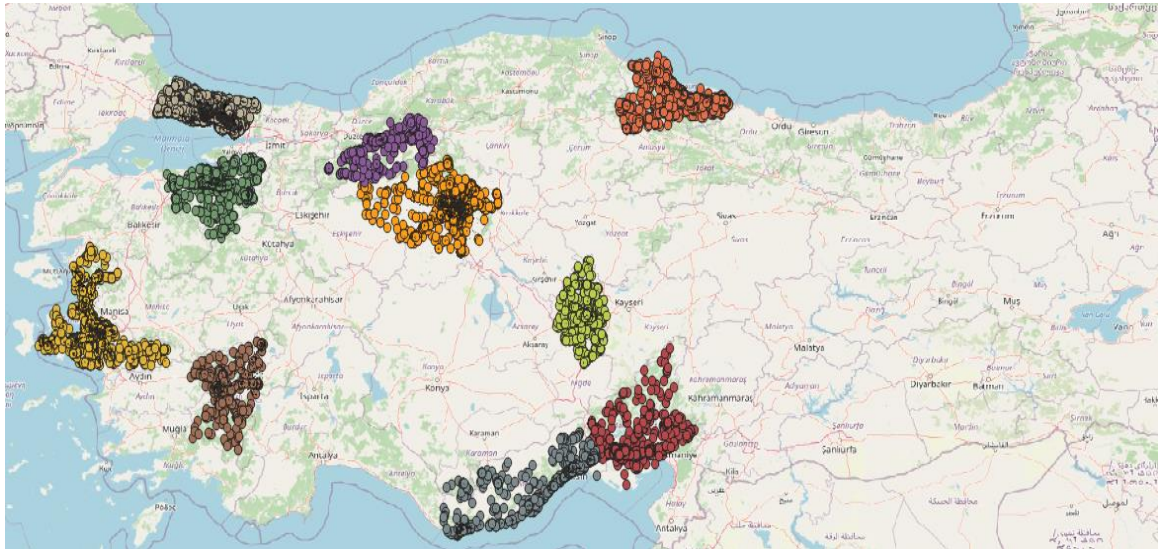
2.3.1 OSM Verileri

Bu çalışmada kullanılan veri setleri konumsal olan ve olmayan üzere iki başlıkta incelenebilir. Konumsal olmayan veriler, TÜİK kaynağından alınmıştır. Konumsal veriler, OSM kaynağından veri sağlayan BBBike OSM [5] web sitesinden Adana, Ankara, Bolu, Bursa, Denizli, Mersin, İstanbul, İzmir, Nevşehir, Samsun şehirleri için Şekil 2.1'de gösterildiği gibi indirilmiştir. Ancak OSM verilerinin farklı kaynaklardan da indirilmesi mümkündür [39]. Çalışma alanı olarak seçilen şehirler için indirilen bu coğrafi veri setinin tüm veri girişi gönüllüler tarafından gerçekleştirilmektedir. Veriler vektör formatında indirilebilir ve bazı katmanların öznitelikleri de mevcuttur. Şekil 2.2'de seçilen 10 il için indirilmiş coğrafi verilerin kapsamı gösterilmektedir. Şekil 2.3'te öznitelik bilgisine dayanarak kriterlerin değerlerinin elde edilebildiği gösterilmiştir. OSM verileri ESRI shape (.shp) formatında grafik veriler ve öznitelikleri ile birlikte sağlanmıştır. Bu veriler ile masaüstü açık kaynak CBS yazılımı olan Quantum GIS

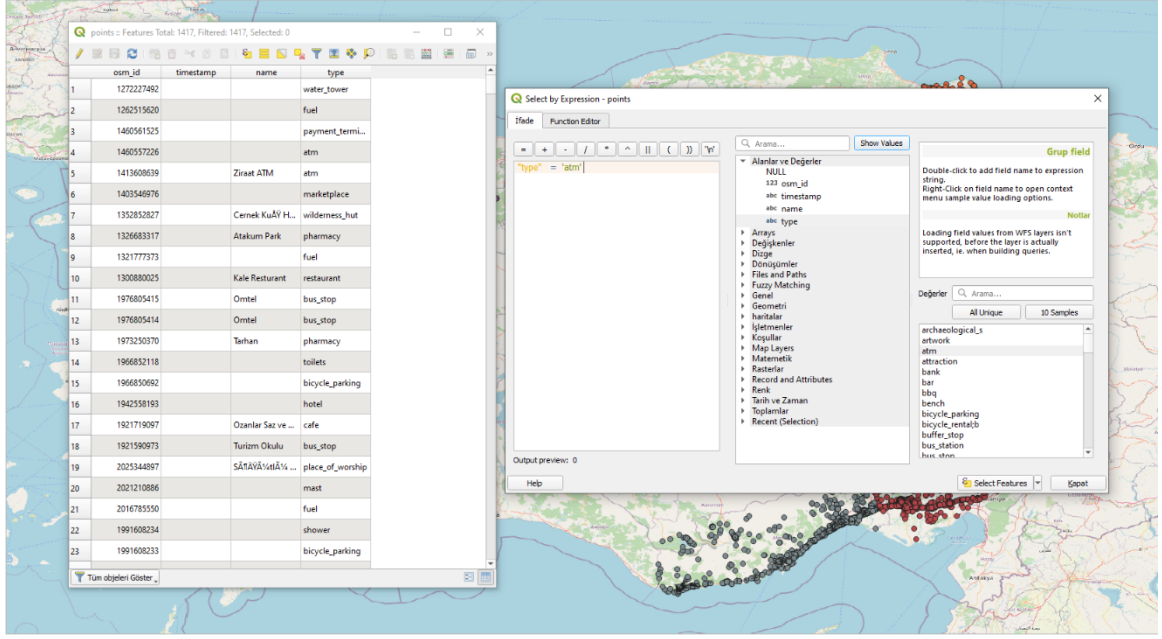
(QGIS) [40][41] kullanılarak konumsal analizler gerçekleştirilmiştir ve kriter ölçütleri elde edilmiştir.



Şekil 2.1. BBBike kaynağından OSM veri indirme arayüzü [5].



Şekil 2.2. Seçilen 10 il için OSM kaynağından indirilen nokta verilerinin dağılımı.



Şekil 2.3. OSM verilerinden elde edilen öznitelik bilgileri örneği.

OSM verileri kullanılarak göstergeler için gerekli değerler her il için oluşturulmuştur. İllere ait verilen ve ait oldukları göstergeler Ek-1’de yer alan çizelgelerde sunulmuştur. OSM verilerindeki temel problemlerin eksik veri ve tekrarlayan veriler olduğu görülmüştür. Örneğin bir üniversite kampüsü bilgisi defalarca tekrarlanabilmektedir. Ayrıca, Ek-1’de yer alan Çizelge E.2’de görülebileceği üzere, Bolu kentinde hiç diş kliniği bulunmadığı sonucu çıkmaktadır ve bu tip veri eksikleri ile OSM’de sıklıkla karşılaşmıştır.

2.3.2 TÜİK Verileri

TÜİK üzerinden elde edilen veriler 2017 ve 2018 yıllarında toplanmıştır ve [42] [6] kaynaklarından web üzerinden açık olarak sağlanmaktadır. Çalışmada belirlenen bazı göstergeler için veri ön işleme çalışması yapılması gerekmiştir. Örneğin sınıf başına düşen öğrenci sayısı ilkokul ve orta okul verilerinin ortalaması alınarak eklenmiştir. Tez çalışmasında OSM verilerinin kullanılabilirliği araştırıldığı için, bu verilerin mevcut olduğu göstergeler için TÜİK verilerinin kullanımı sınırlı tutulmuştur. TÜİK verileri kullanılarak göstergeler için gerekli değerler her il için oluşturulmuştur. İllere ait verilen ve ait oldukları göstergeler Ek-1’de yer alan çizelgelerde sunulmuştur.

2.3.3 Sivil Bilim Anket Verileri

Halk tabanlı bilim (veya halk temelli bilim, vatandaş bilimi, yurttaş bilimi) olarak da ifade edilen Sivil Bilim (Citizen Science), gönüllülerin (sivil bilimciler / citizen scientist), uzmanı olmadıkları alanlarda bilimsel araştırma faaliyetlerine aktif katılımı ile destek olmalarını ifade eder. “Halk tabanlı bilimsel araştırma” olarak da adlandırılır. Oxford İngilizce Sözlüğü yakın zamanda yurttaş bilimini şu şekilde tanımlamıştır: “halkın üyeleri tarafından, genellikle profesyonel bilim insanları ve bilimsel kurumlarla veya onların yönetiminde iş birliği”. Tarihsel olarak amatörler bilime hizmet etmiş ve çok güvenilir görülmüş olsalar bile, bilimsel çalışmalar esas olarak 19. yüzyılın sonundan beri profesyonel bilim insanları tarafından yürütülmektedir. Ortaya çıkan sivil bilim yöntemleri ve platformları ile amatörler, bilimsel projelere giderek daha fazla katkıda bulunmaktadır [43].

Doğadaki büyük ölçekli olayları incelemek, yıllarca, hatta on yıllarca süren bir dizi konum ve habitata dair çok miktarda veri toplanmasını gerektirir. Bu tür verileri elde etmenin önemli bir yolu, halkı bilimsel bilgi toplamaya dahil eden bir araştırma tekniği olan vatandaş bilimidir. Büyük ölçekli projeler, kıtasal veya hatta küresel veri toplama ağlarındaki katılımcıları meşgul edebilir. Havuzlanmış veriler, nüfus eğilimlerini, aralık değişikliklerini aydınlatmak için analiz edilebilir. Sonuçlar, bilimsel literatürde yayınlanabilir ve nüfus yönetimi kararlarını bilgilendirmek için kullanılabilir [44].

Gönüllüler, herhangi bir bilimsel araştırma sürecine veri toplayarak, yorumlamayarak ve analizler yaparak destek sağlarlar. Sivil bilimde odaklanılan konular; verinin sistemli bir şekilde toplanması, analizi, gerekli teknolojilerin geliştirilmesi, doğal olaylarının geniş ölçekli olarak incelenmesi, yerel verilerin orada yaşayanlar tarafından toplanması ve yorumlanması, bu bilgilerin/bulguların araştırmacılara ulaştırılması olarak açıklanabilir. Bu süreç “bilimsel araştırmalara toplumun katılımının sağlanması” şeklinde özetlenebilir ve uygulamaları pek çok ülkede giderek yaygınlaşmaktadır [36].

Gönüllülerin katkıları doğrudan saha çalışmalarında ve gözlemlerde bulunmanın yanı sıra analiz süreçleri veya araştırmalar için kaynak oluşturmak (bilgisayar, akıllı telefon ve benzeri teknolojiler sayesinde) şeklinde de sunulabilmektedir. Örneğin, Mosquito Alert vatandaş bilimi girişimi, veri toplamanın daha ucuz ve daha hızlı olacağından, aynı

zamanda verilerin geleneksel yöntemlerle aynı doğruluk düzeyinde elde edilebileceğinden bahsetmiştir [45].

Sivil (vatandaş) bilimi süreçleri, gönüllü olarak ve çeşitli katkı seviyelerinde; örneğin, veri toplama, yorumlama, analiz, kalite kontrol, hipotez oluşturma ve test etme, vb. şekillerinde olabilmektedir. Vatandaş bilimi projeleri, başka şekilde ulaşılmaması zor veya daha uzak yerlerde gönüllü bir ağ çalışması kullanarak bu tür verileri toplamayı mümkün kılar [46],[47]. Fritz ve ark. [36] vatandaş bilimi projelerinin çoğunun verilerinde mekansal bir referansı olduğunu (örneğin, coğrafi olarak etiketlenmiş fotoğraflar veya bir cep telefonundan konum bilgileri) belirtmiştir. Dolayısıyla, bu veriler, ulusal gösterge tahminlerini tamamlayarak mekansal olarak açık göstergelerin geliştirilmesine katkıda bulunabilecektir.

Bu çalışma kapsamında da insanların buldukları şehirler hakkında bilgi sahibi oldukları düşünülerek onlardan buldukları şehirler hakkında görüşlerini almak için sivil bilim yaklaşımı kullanılmıştır. Bu amaçla tasarlanan bir web sitesi aracılığıyla belirlenen temel kriterler hakkında görüşlerin sorulduğu bir anket formu yayılmıştır. Sivil bilim veri seti, belirlenen kriterlerin 468 kişinin şehirlerini değerlendirmeleriyle toplanmıştır. Bu veri seti toplanırken gönüllülere (sivil bilimciler) bilimsel bir projeye destek oldukları açıklanmış ve planlanan çalışmanın onların katılımı ile mümkün olduğu bilgisi sağlanmıştır. Bu tez çalışması, pek çok maddede Avrupa Sivil Bilim Topluluğu (European Citizen Science Association) tarafından belirlenen “Sivil Bilimin 10 Temel İlkesi” [48] ile uyumludur.

Anket değerlendirmeleri 8 ana başlık altında yapılmıştır (Eğitim olanakları, Sağlık hizmeti, Güvenlik seviyesi, Ulaşım yeterliliği, Çevre kalitesi, Ekonomik seviye, Kentsel Altyapı Yeterliliği ve Kültürel etkinlikler) (Şekil 2.4). Anket sayfasında yer alan her başlık için ek bilgiler sağlanarak değerlendirme kriterleri hakkında açıklamalar aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

- Eğitim olanakları: Anaokulu, ilköğretim, lise sayıları ve seviyeleri, varsa üniversite(ler) ve sıralama (ları) dikkate alınmalıdır.
- Sağlık hizmeti: Hastane, sağlık ocağı, eczane, sağlık personeli sayıları dikkate alınmalıdır.

- Güvenlik yeterliliği: Yüksek suç oranları bir alana daha az yatırım yapılması veya stres seviyesinin artması gibi etkilere sebep olur bu yüzden şehirde bulunan karakol, adliye, güvenlik personeli sayısı dikkate alınmalıdır.
- Ulaşım yeterliliği: Toplu ulaşım olanaklarının çeşitliliği, otobüs durağı, taksi durağı, dolmuş, tren, metro ve havaalanı sayıları dikkate alınmalıdır.
- Çevre kalitesi: Yeşil alan miktarı, hava kalitesi, piknik alanı ve park alanı sayıları dikkate alınmalıdır.
- Ekonomik düzey: Alım gücü, konut kiralari, kişi başına düşen GSMH, banka ve ATM sayıları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Kültürel etkinlikler: İnsanlar için önemli olan dinlenme, eğlenme ve aileleri ile dışarda vakit geçirebilecekleri yerlerin kafe, restoran, AVM, sinema, tiyatro gibi yerlerin sayıları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Kentsel altyapı yeterliliği: İnsanlar için önemli olan doğalgaz altyapısı, yağmur suyu altyapısı, atık su altyapısı gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır.

Değerlendirmeler 1-5 arası sayılar kullanılarak (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) yapılmıştır. Kentsel altyapı yeterliliği anket içinde katılımcıların oylamasına sunulmuş ve puanlamaları toplanmıştır fakat açık kaynak olarak yeterli veriye ulaşılamadığı için değerlendirilen temel kategoriler arasından analiz aşamasında çıkartılmıştır.

Şehir Memnuniyet Anketi

Şehir Seçin Lütfen önce şehir seçin!

SORULAR	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	İyi	Çok İyi
Eğitim Olanakları	●	●	●	●	●
Sağlık Hizmeti	●	●	●	●	●
Güvenlik Seviyesi	●	●	●	●	●
Ulaşım Yeterliliği	●	●	●	●	●
Çevre (Doğa) Kalitesi	●	●	●	●	●
Kentsel Altyapı Yeterliliği	●	●	●	●	●
Ekonomik Seviye	●	●	●	●	●
Kültürel Etkinlikler	●	●	●	●	●

Gönder

Şekil 2.4. Şehir yaşanabilirlik anketi web tabanlı bilgi giriş formu arayüzü

Çizelge 2.2’de anket sonuçlarının bir kısmı sunulmuştur. Çizelge’de G1: Eğitim Olanakları, G2: Sağlık hizmeti, G3:Güvenlik Seviyesi, G4: Ulaşım Yeterliliği, G5: Çevre kalitesi, G6: Ekonomik Seviye, G7: Kültürel Etkinlikler kriterlerini ifade etmektedir. Çizelge’de görüldüğü üzere, örneğin Ankara için çevre kalitesi (G5) değerlendirmeleri 1-5 arasında değişmektedir. İstanbul için verilen iki örnekte özellikle G1 (Eğitim Olanakları) ve G7 (Kültürel Etkinlikler) tamamen zıt uç değerleri almıştır. G2 (sağlık hizmeti) ise aynı değere (2) sahiptir. Burada anket katılımcılarının sosyokültürel ve ekonomik durumu, yaşı ve yaşadığı bölgeler dikkate alınmamıştır. Özellikle iş/okul ve çalışma alanları dikkate alındığında daha anlamlı analizler yapılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca kentin büyüklüğü ve yaşanan coğrafi bölgenin de değerlendirmede etkili olabileceği dikkate alınabilir.

Çizelge 2.2. Şehir yaşanabilirlik anketi sonuçlarının bir kısmı.

İl	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
AYDIN	4	4	3	4	4	3	3
ANKARA	5	5	4	3	4	4	4
ANKARA	5	4	5	5	3	5	5
ANKARA	4	4	3	4	1	4	4
ANKARA	5	5	4	2	4	5	5
ANKARA	3	4	2	2	2	4	5
ANKARA	4	4	2	2	4	2	5
ANKARA	5	4	4	4	5	3	4
ANKARA	4	4	4	3	3	4	4
ANKARA	3	3	2	2	2	3	2
ANKARA	5	5	3	3	2	3	2
ANKARA	2	3	3	3	3	3	2
ANKARA	5	4	4	3	3	4	4
ANKARA	4	4	4	3	4	4	4
ANKARA	3	3	3	2	2	2	2
ANKARA	4	4	4	4	3	3	3
ANKARA	4	3	4	4	3	4	3
ÇANAKKALE	3	2	3	3	4	3	2
HATAY	4	4	1	3	4	5	5
İZMİR	5	3	4	3	5	4	4
BURSA	3	4	2	3	4	3	3
BURSA	4	4	4	5	5	4	5
İSTANBUL	5	5	2	5	3	4	5
İSTANBUL	1	2	2	3	1	1	1
MUĞLA	4	3	4	4	4	3	3
ÇANAKKALE	4	3	4	4	1	4	4
AKSARAY	3	2	3	3	2	4	3
MERSİN	4	4	3	3	4	3	3
ŞANLIURFA	2	3	2	3	3	3	3

3. YÖNTEMLER

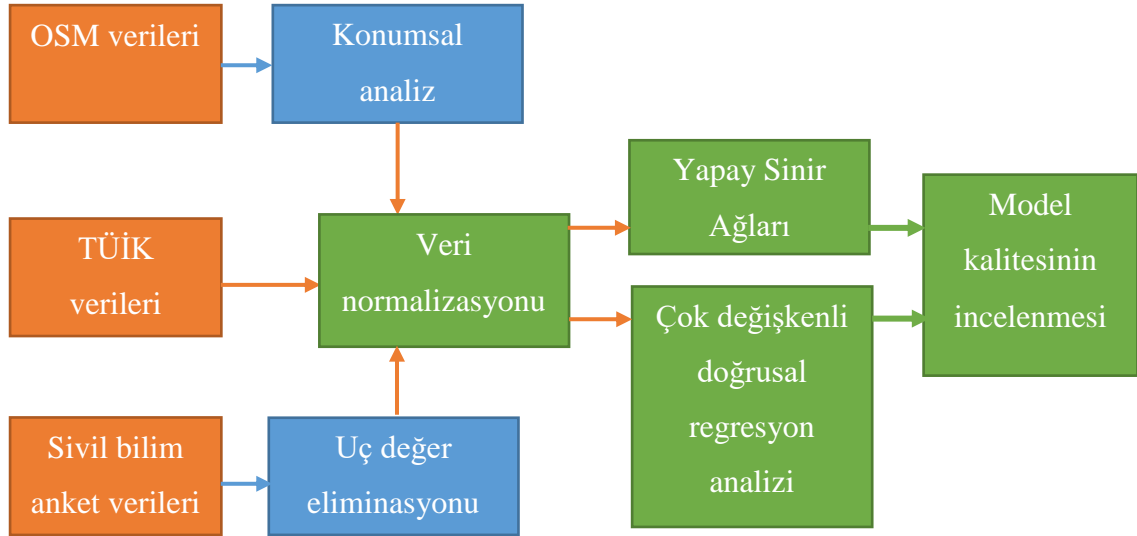
Makina öğrenmesi yöntemlerinin farklı konumsal problemler için kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu alanlara kentsel planlama, doğal afetler, çevresel izleme, vb. örnek verilebilir. Makina öğrenmesi yaklaşımları uzman müdahalesi ihtiyacına göre farklı otomasyon seviyeleri içermektedir. Ayrıca veriye dayalı yaklaşımlar denetimli ve denetimsiz algoritmalar olarak iki grupta incelenmektedir. Makina öğrenmesi ile tahmin algoritmalarında kullanılan verilerin sıklıkla bir ön işlemeden geçirilmesi de gerekmektedir. Sonuçların analizi ise bağımsız referans verilerin mevcudiyetine göre iç ve dış kalite parametreleri kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir.

Makina öğrenmesi algoritmalarında kullanılacak temel işlem adımları verilerin toplanması, hazırlanması (ön işleme), modelin eğitilmesi, modelin değerlendirilmesi, modelin geliştirilmesi olarak listelenebilir [49]. Bu adımlar hazır olduktan sonra istenen amaca yönelik model kullanılabilir. Raja ve ark. tarafından yapılan çalışmada, eksik ya da kayıp değerlerin veri madenciliği, makina öğrenimi ve istatistiksel analizdeki en büyük zorluk olduğundan bahsedilmiş; ancak eksik değerlere sahip örneklerin silinmesinin, algoritmaların performansını etkileyerek önemli bilgilerin kaybına neden olduğu ve anlamlı bilgileri keşfetmek için eksik değerlerin üstesinden gelebilecek çeşitli yöntemlerin mevcut olduğu ifade edilmiştir [50]. Bir diğer çalışmada ise kayıp veriler yerine ne şekilde veri eklenebileceğine dair birçok yöntem tartışılmıştır [51].

Veriye dayalı tahmin modellerinde doğruluk seviyesi veri kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Modelin tahmin gücünü artırmak için verilerin tam, tutarlı, güvenilir ve konumsal ve zamansal olarak doğru olması gerekir. Veri kalitesi, veri toplama ve işleme yöntemlerine dayalı olarak incelenebilir. Yaşanabilirlik çalışmaları için veri toplama yöntemleri sivil bilim yaklaşımı ile anket çalışması, konumsal analizler, görüntü işleme, gözlemler ve deneyler, harita ve rapor incelemeleri, vb. olabilir.

Bu çalışmada, önceki bölümde açıklandığı üzere, OSM, TÜİK ve anket verileri kullanılmıştır. Özellikle OSM ve anket verilerinin ön işlemeden ve doğruluk analizinden geçirilmesi gerekmiştir. Daha sonra çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ile anket verilerinden elde edilen yaşanabilirlik değerlerinin bağımlı değişken, gösterge ölçütlerinin ise bağımsız değişken olarak kullanıldığı çok değişkenli doğrusal regresyon

analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulanan temel iş akışı Şekil 3.1’de verilmiştir. Ön işleme, veri normalizasyonu ve çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.



Şekil 3. 1. Çalışmanın temel iş akışı.

3.1 Ön İşleme

Bu çalışmada kriter değerlendirmek için girdi olarak kullanılan konumsal ve konumsal olmayan veriler, çoğunlukla farklı uzmanlık seviyelerine sahip kullanıcılar tarafından toplanmıştır. Ayrıca, TÜİK tarafından sağlanan bilgiler [6], [42] de işlenmiş veri olarak değerlendirilebilir. Sivil bilim yöntemiyle elde edilen anket sonuçları da veri sağlayan kişilerin kısmen öznel olabilecek yorumlarına dayanmaktadır. Bir veri setindeki bazı örneklerin bulunduğu gözlem veri kümesinden çok uzak sonuçlar gösterdiği durumlarda, bu örnekler uç değer olarak adlandırılır [52]. Anket sorularının değerlendirilmesi sırasında olağandışı bir durum gelişmesi, veri girişi yapılırken hatalı bilgi girilmesi ya da açıklanamayan farklı bir nedenden ötürü bu tür uç değerler ile karşılaşılabilir. Toplanan veriler, temel istatistiksel parametreler (mod, medyan, ortalama, standart sapma) kullanılarak analiz edilmiştir. Kimi değerlerin ortalamadan uzak uç değerler olduğu varsayımı ile analiz edilerek, uç değer olarak belirlenenler veri setinden çıkarılmıştır. Ayrıca OSM’den elde edilen veriler nicel açıdan yorumlanmıştır.

3.2 Veri Normalizasyonu

Kalite analizleri yanında, veri entegrasyonu açısından da ön işleme pek çok çalışmada gerekli olabilir. Farklı platformlardan alınan farklı formatlardaki verilerin ortak analizi için ön işleme yapılması ihtiyacı sıklıkla doğmaktadır. Bu çalışmada, farklı format ve değer aralıklarındaki verilerin aynı matematiksel tahmin modeli içinde kullanılabilmesi için format dönüşümleri ve normalizasyon uygulanmıştır. Bunun için ham verilere min – max hesaplama yöntemi kullanılarak değerler 0 - 1 aralığına taşınmıştır. Denklem 1.1’de veri normalizasyonu için kullanılan eşitlik gösterilmiştir.

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1.1)$$

3.3 Çoklu Doğrusal Regresyon

Çalışmada kullanılan çoklu doğrusal regresyon modelinin temelini oluşturan regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç bağlantısı bulunan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bulunan ilişkiye dair modeli oluşturmaktadır. Diğer bir ifade ile, bağımlı değişkenin hangi bağımsız değişkenlerden ne ölçüde etkilendiğinin analizi yapılmaktadır. Regresyon analizinde değişkenlerin bağımlı ve bağımsız değişken(ler) olarak iki gruba ayrılır. Bağımsız değişken(ler) kullanılarak açıklanmaya çalışılan değişkene bağımlı değişken adı verilir. Genellikle formüllerde bağımlı değişkenin sembolü Y, bağımsız değişken(ler) ise X ile ifade edilir. Değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklini belirleyen denkleme ise regresyon denklemi adı verilir. Birden çok bağımsız değişkene sahip olarak yapılan regresyon analizine çoklu regresyon analizi (multiple regression analysis) denilmektedir. Çoklu doğrusal regresyon yöntemi pek çok farklı alana uygulanabilmektedir [53], [54], [55], [56]. Analizde çoklu doğrusal regresyon modeli n sayıda bağımsız değişken için aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} ; \\ i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,k \quad (1) \text{ şeklinde tanımlanır.}$$

Yukarıdaki eşitlikte;

- Y_i : bağımlı değişkeninin gözlenen i.inci değerini
- X_{ij} : j.inci bağımsız değişkenin i.inci düzeyindeki değerini

- β_j : j.inci regresyon katsayısını
- k: bağımsız değişken sayısını göstermektedir.

Çoklu doğrusal regresyon modelinde içindeki bağımsız değişkenlerdeki regresyon katsayıları en küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilir [57]. Y_i değeri ile tahmini \hat{Y}_i değeri arasındaki uzaklıkların karelerinin toplamının en küçük olduğu eğri (doğrusal denklem) regresyon eğrisidir.

Çoklu doğrusal regresyon analizinde, modeller oluşturulurken bağımsız değişkenlerin hepsi aynı önem derecesine sahip değildir. Bu sebepten ötürü, bağımlı değişkeni "en iyi" şekilde ifade eden bağımsız değişkenlerin bulunması ve önemsiz olan bağımsız değişkenlerin modelden atılması gerekir. Regresyon yönteminde model en iyi ifade eden değişkeni en uygun belirleme ya da en iyi modelin nasıl oluşturulması gerektiğiyle ilgili çalışmalar mevcuttur [58], [59], [60].

Değişken seçimi amacıyla farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler adimsal yöntemler içinde ileriye doğru ve geriye doğru seçim olarak ikiye ayrılmaktadır. İleriye doğru seçim yönteminin amacı, optimal regresyon modelini bulmak için her seferinde bir bağımsız değişken eklemektir. Geriye doğru seçim yönteminde ilk aşamada model tüm bağımsız değişkenler ile başlamaktadır. Daha sonraki kademelerde her seferinde bir tane olmak üzere en düşük test değerini içeren bağımsız değişken atılarak işlem devam eder. Atılan değişkenin katkısı her işlem sonucunda test edilir. Atılan değişkenin modele katkısı istatistikî açıdan önem arz ediyorsa bağımsız değişkeni atma işlemi gerçekleştirilmez ve işlem durdurulur [61].

Diğer yandan, seçilen göstergelerin temsil ediciliğinin yetersiz olabilmesi durumu dikkate alınarak, tüm değişken setlerine sabit bir değişken model sabiti olarak eklenmiştir. Bu değişken, gösterge kriteri olarak kullanılmayan tüm diğer parametreleri temsil etmektedir. Model sonuçlarının doğruluğunu değerlendirmek için, temelde Çoklu Korelasyon Katsayısı (R) ve Çoklu Belirtme Katsayısı (R^2) kullanılır.

Çoklu Korelasyon Katsayısı (R): bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkinin ölçüsüdür. Gözlenen ve tahmin edilen y_i değerleri arasındaki korelasyon katsayısını ifade eder. R değeri ne kadar yüksekse korelasyon da o kadar yüksektir.

Çoklu Açıklayıcılık Katsayısı (R^2): Çoklu korelasyon katsayısının karesinin alınmış halidir. Elimizdeki bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin yüzde kaçını açıkladığını ifade eder. Gözlenen tüm gözlemler doğru üzerinde bulunursa $R^2 = 1$, eğer bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoksa $R^2 = 0$ olur. R^2 modelin uyum iyiliği ölçüsüdür, $R^2 = 0$ değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı anlamını içermez. Sadece değişkenlerin doğrusal ilişkiye sahip olmadığını ifade eder. R^2 değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Artıkların Kareler Toplamı (AKT)} = \text{TOPLAM}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{Ortalamaya Uzaklığın Kareler Toplamı (OUKT)} = \text{TOPLAM}(y_i - \bar{y})^2$$

$$R^2 = 1 - (\text{AKT}/\text{OUKT})$$

Düzeltilmiş R^2 : Regresyon denkleminin ilişkisiz bir bağımsız değişken eklemek, birçok belirtme katsayısını değiştirir bu yüzden çoklu belirtme katsayısında düzeltme yapılır. Örneklem R^2 modelin anakütleyle ne kadar uygun olduğu ile alakalıdır. Bu nedenle düzeltilmiş R^2 kullanmak, anakütleyle uygun modelin kalitesini daha iyi yansıtabilir. Çok fazla açıklayıcı değişken varsa düzeltilmiş R^2 kullanılması önerilir.

Modelin karmaşıklığını azaltmak ve anlaşılması kolay (yorumlanabilir) bir model üretmek için hedef değişken üzerinde çok az etkisi olan veya hiç etkisi olmayan değişkenler modelin içine eklenmez. Böylece modelin uyum indeksi kullanılarak R^2 genişletilir ve düzeltilmiş R^2 kullanılır. Düzeltilmiş R^2 aşağıda verildiği şekilde hesaplanır.

$$\text{Düzeltilmiş } R^2 = 1 - (1 - R^2) * (n - 1) / (n - p - 1)$$

p: bağımsız değişken sayısı, n: örneklem büyüklüğü

Önemsiz ve kullanılmasına gerek olmayan değişkenlerden dolayı model uyumu azalır, bu sebepten R^2 'den daha sağlıklı olduğu düşünülen düzeltilmiş R^2 metriği kullanılır.

3.4 Yapay Sinir Ağları

YSA doğrusal olmayan modellerdir ve bu nedenle gerçek hayat problemlerine daha gerçekçi çözümler üretebilirler. YSA geleneksel yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği için tahmin alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemin bir diğer özelliği de veriye dayalı öğrenme yeteneğidir. YSA, doğru sonuçlar için doğru bağlantılara ve ağırlıklara sahip olması gerektiğinden insan beynine benzer şekilde davranır [62]. Bu bağlantıları ve ağırlıkları ilk başta doğru tanımlamak mümkün değildir, ancak YSA sorunu eğitim verileri kullanarak öğrenirler.

Özellikle doğrusal olmayan problemlerin çözümünde YSA yöntemlerinin verimli kullanılması ve güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle kullanımı daha yaygın hale gelmiştir. Bu yöntem çözülemeyen veya anlaşılması oldukça zor olan ilişkileri ortaya çıkararak bunları daha verimli ve optimum şekilde kullanmanıza olanak tanır. YSA şu alanlarda çok kullanılır: sınıflandırma, modelleme, veri ilişkilendirme ve yorumlama, kontrol, kümeleme.

YSA'da ağırlık değerleri, yapay sinir ağlarını birbirlerine bağlayan bağlantıların değerleridir. YSA elemanları birbirlerine paralel olmak üzere üç farklı katman altında bir araya gelerek bir ağ oluştururlar. Bu katmanlar; • Girdi • Ara • Çıktı katmanı'dır.

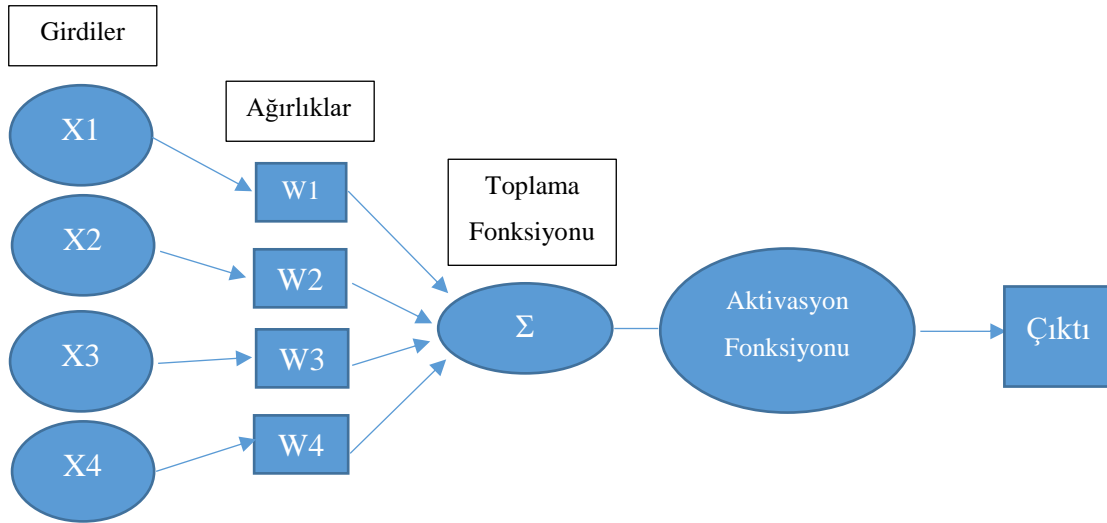
Bilgiler ağa girdi katmanı kullanılarak sokulurlar. Ara katmanlarda (bazı ağlarda birden fazla ara katman bulunabilir) çeşitli işlemlerle işlenerek çıktı katmanına iletilirler. Bilgi işleme ile kastedilen ağa gelen girdilerin ağın ağırlık değerlerini kullanarak çıktıyı oluşturmasıdır. Ağın girdi için doğru çıktı değerlerini elde edebilmesi için ağırlığın doğru değere sahip olması gerekir. Doğru ağırlıkları bulma işlemi ağın eğitilmesi olarak adlandırılmaktadır. Bu ağırlık değerleri ilk başta rastgele atanırlar. Ardından eğitim sürecinde her bir örnek ağa gösterildiği zaman ağın öğrenme kuralına göre ağırlıklar değişir ve en doğru değerleri elde etmek için uğraşılır. Bu süreç ağ eğitim setindeki örneklerin hepsi için doğru çıktılar elde edilen noktaya kadar tekrarlanılarak devam eder. Eğitim seti için doğru çıktılar sağlandıktan sonra YSA test seti kullanılarak örnekler ağa sokulur. Eğer eğitilmiş ağ elde bulunan test verisindeki örneklere doğru cevaplar verirse ağ eğitilmiş olarak kabul edilir [63].

Toplama Fonksiyonu: Hücreye gelen net girdinin sonucunu üretir. Bu hesap için birçok farklı fonksiyon mevcuttur. En yoğun kullanılan fonksiyon ise girdi değerleriyle ağırlıkların çarpılıp toplanmasıdır.

$$NET = \sum_{i=1}^n X_i W_i \quad (1.2)$$

Denklem 1.2’de X girdi değerlerini, W girdilerin ağırlıklarını n değişkeni ise bir hücreye gelen toplam girdi sayısını ifade etmektedir.

Aktivasyon Fonksiyonu: Hücreye gelen net girdiye karşılık elde edilecek çıktı değerini belirler. Birden fazla aktivasyon fonksiyonu YSA için mevcuttur. Toplama fonksiyonu gibi aktivasyon fonksiyonunda da bütün nöronlar (hücreler) benzer fonksiyonu kullanma mecburiyetinde değildir. Doğru çıktı değerini elde etmek için kullanılması gereken formüller deneme yanılma yoluyla elde edilebilir.



Şekil 3. 2 Yapay Sinir Ağlarının iş akış diyagramı

Yapay sinir hücreleri dışarıdan gelen bilgileri yani girdileri bir toplama fonksiyonu ile toplar ve aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıktıyı elde eder. Birçok toplama ve aktivasyon fonksiyonu bulunmaktadır.

Toplama fonksiyonları şunlardır: toplam, çarpım, maksimum, minimum, kumulatif toplam. Ağırlık değerleri girdi değerleri ile çarpılarak sonuç elde edilir, elde edilen değerler birbirleriyle toplanarak net girdi değerleri hesaplanır. Çarpımda ise ağırlık değerleri girdi değerleri ile çarpılarak sonuç elde edilir, elde edilen değerler birbirleriyle

çarpılarak net girdi değerleri hesaplanır. Maksimumda n adet girdi değeri içinden, ağırlıklar girdi değerleri ile çarpılarak elde edilen sonuçlar içinden en büyüğü net girdi olarak kabul edilir. Minimumda n adet girdi değeri içinden, ağırlıklar girdi değerleri ile çarpılarak elde edilen sonuçlar içinden en küçüğü net girdi olarak kabul edilir. Kumilatif toplamda ise gelen girdiler ağırlıklarla toplanır ve her gelen yeni girdi bir önceki gelen girdi değerine eklenerek net girdi hesaplanır [63]. Bu çalışmada toplam toplama fonksiyonu kullanılarak işlem yapılmıştır.

Softmax aktivasyon fonksiyonu, çoklu Sigmoid olarak da bilinen bir fonksiyondur. Bu aktivasyon fonksiyonu genellikle birden fazla hedef değişkeni içeren sınıflandırma problemlerinde kullanılan bir fonksiyondur. Çok değişkenli sınıflandırma problemlerinde tercih edilen fonksiyon, girdi olarak girilen her bir verinin bir sınıfa ait olma olasılığını ifade eden $[0,1]$ aralığında sonuçlar üretmektedir. Yapılan çalışma çok sınıflı bir sınıflandırma olduğundan aktivasyon fonksiyonu olarak softmax kullanılmıştır.

YSA yönteminin ilgi çekmesi temel olarak doğrusal olmamalarından, hata ve gürültü toleransı ile öğrenme ve genelleme için mükemmel seviyede bilgi işleme özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada, YSA metodu anket verilerinin öğrenme verisi olarak kullanılarak her temel kategoriye kendi içinde modelleme amacı ile kullanılmıştır. Yöntemin uygulanması için IBM SPSS yazılımından faydalanılmıştır. Sonuçlar her bir kriter için 4.1-4.7 bölümlerinde verilmiştir.

4. ANALİZ SONUÇLARI

İl bazlı yaşanabilirliğin ölçülmesi amacıyla çevrimiçi yöntemlerle 468 katılımcı ile anket yapılmıştır. Bölüm 2.3'te anket yöntemi açıklanmıştır. Anket sonuçlarının analizinde "IBM SPSS 20.0" programı [64] kullanılmıştır. Anket sonuçları özet istatistikleri incelenmiş ve verilerin tamamında çarpıklık katsayıları ± 2 aralığında olduğu için normal dağılım varsayımı sağladığı gözlemlenmiştir [65]. Ayrıca Merkezi Limit Teoremine göre Ortalama = μ ve standart sapma = σ olan herhangi bir dağılım türüne sahip bir popülasyondan $n \geq 30$ büyüklüğünde bir örneklem alındığında, örneklem ortalaması normal dağılıma yakınsayacağı kabul edilmektedir [57]. Çalışmanın tahmin aşamasında kullanılan veriler ve normalize değerleri çizelgeler halinde Ek-1'de sunulmuştur.

Katılımın az olması nedeni ile Çanakkale, Hatay, Muğla, Aksaray, Aydın, Şanlıurfa, Zonguldak, Sinop, Kastamonu, Afyon, Bayburt, Antalya, Uşak, Kayseri, Burdur, Çorum, Kırşehir, Amasya, Kırıkkale, Artvin, Kahramanmaraş, Trabzon, Çankırı, Konya, Kilis, Bilecik, Eskişehir, Giresun, Bitlis, Gaziantep, Gümüşhane, Ağrı, Van, Adıyaman, Sakarya, Diyarbakır illeri çalışmada kullanılmamıştır.

Analiz süresince önce temel kategoriler ("Eğitim Olanakları Ölçütü", "Sağlık Hizmetleri Ölçütü", "Güvenlik Seviyesi Ölçütü", "Ulaşım Hizmetleri Ölçütü", "Çevre Kalitesi Ölçütü", "Kentsel Altyapı yeterliliği Ölçütü", "Ekonomik Seviye Ölçütü", "Kültürel Etkinlikler Ölçütü") çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ve YSA ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, sonra bu ölçütlerin tamamının sonucu olan "Yaşanabilirlik Endeksi" çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ile hesaplanmıştır. Her bir kategorinin sonucu ve yaşanabilirlik endeksi sonuçları aşağıda alt başlıklar altında sunulmuş ve açıklanmıştır.

4.1 Eğitim Olanakları Sonuçları

Anket sonucunda elde edilen eğitim olanakları ölçütüne göre il sıralaması Çizelge 4.1'de verilmiştir. Anket sonucuna göre en yüksek puanı alan il tam puan olarak (%100) değerlendirilmiş, diğer illere de aynı miktarda puan yükseltmesi yapılmıştır. Eğitim

olanaklarından memnuniyetin ifade edildiği “Eğitim Olanakları Ölçütüne” göre 1. Sırada İzmir gelmektedir. Onu Denizli, Ankara ve İstanbul takip etmektedir.

Çizelge 4. 1. Anket sonucunda elde edilen eğitim olanakları ölçütlü il sıralaması

Sıralama	İL	Eğitim Olanakları Ölçütü
1	İZMİR	%100
2	DENİZLİ	%97
3	ANKARA	%88
4	İSTANBUL	%87
5	MERSİN	%84
6	ADANA	%81
7	BURSA	%79
8	NEVŞEHİR	%76
9	SAMSUN	%76
10	BOLU	%75

OSM verilerinden faydalanarak “Eğitim Olanakları” parametresini açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. SPSS yazılımından alınan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Analizde kullanılan değişkenler model sabiti, kütüphane sayısının nüfusa oranı, öğretmen sayısının nüfusa oranı, üniversite mezunu sayısının nüfusa oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, kentte bulunan okul sayısının nüfusa oranı, sınıf başına düşen öğrenci sayısı, üniversite sayısının nüfusa oranı olarak listelenebilir.

Çizelge 4.2. Eğitim olanakları regresyon model özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artık değerlerin standart hatası
1	0,272	0,074	0,058	0,97892

Çok değişkenli regresyon analizinin SPSS yazılımı kullanılarak yapıldığı örnek çalışmalarda da anlamlılık düzeyinin ve parametrelerin yorumlanması kısmı incelenerek değerlendirmeler yapılmıştır [66], [67], [68]. Her bir bağımsız değişkenin anlamlılık düzeyi incelenir. Düzeltilmiş R² değerinin 0.058 olması, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişmelerin %5,8’ini açıklayabildiğini göstermektedir; yani belirlediğimiz

parametrelerin “Eğitim Olanaklarını” açıklama oranı Düzeltilmiş R^2 değerinin gösterdiği %5,8’dir.

Elde edilen sonuçlara göre, bağımlı değişken Eğitim Olanakları ile bağımsız değişkenler arasındaki çoklu korelasyon katsayısı R ile gösterilmiş olup (Çizelge 4.2), değeri 0,272’dir. Söz konusu değer, bağımlı değişken ile bütün bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermekte ve elde edilen sonuçtan görüldüğü üzere bu ilişkinin çok yüksek olmadığı görülmektedir. Tanımlayıcılık katsayısı R^2 , bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişken tarafından açıklandığını gösterir. Genel olarak model, düzeltilmiş R^2 (Düzeltilmiş R^2) modeli daha iyi yansıtması yönünden daha çok kullanılır. Yapılan analiz sonunda R^2 değeri 0,074 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Buna göre, Eğitim Olanaklarının %7.4’ünü kütüphane sayısının nüfusa oranı, öğretmen sayısının nüfusa oranı, üniversite mezunu sayısının nüfusa oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, kentte bulunan okul sayısının nüfusa oranı, sınıf başına düşen öğrenci sayısı, üniversite sayısının nüfusa oranı değişkenleri açıklayabilmektedir. Bu sonuç bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olduğunu göstermekte ve düzeltilmiş R^2 değeri dikkate alındığında ise açıklama gücünün %5.8 olduğu görülmektedir.

YSA’da kullanılan Eğitim Olanakları verisindeki örnek sayısı 273 toplam verinin %66.9’u, test örneklem sayısı ise toplam verinin %33.1’u yani 135’dur. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %55.7, test seti için yanlış tahmin oranı %51.9 dir. Çizelge 4.3’te sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 3, 4, ve 5 değerleri tahmin edilmiştir. Test verilerinde en yüksek doğruluk değerleri %42.9 ve %69.1 oranları ile 3. ve 4. Sınıflarda elde edilmiştir. Eğitim ve test verilerinin doğruluk oranları tutarlıdır.

Çizelge 4.3. Eğitim olanakları için YSA sınıflandırma özeti

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Doğruluk
		1	2	3	4	5	
Eğitim	1	0	0	0	3	5	%0.0
	2	0	8	4	12	6	%26.7
	3	0	5	33	28	11	%42.9
	4	0	7	12	63	6	%71.6
	5	0	1	6	46	17	%24.3
	Yüzde	%0.0	%7.7	%20.1	%55.7	%16.5	%44.3
Test	1	0	0	0	0	0	%0.0
	2	0	2	6	4	1	%15.4
	3	0	2	18	17	5	%42.9
	4	0	6	7	38	4	%69.1
	5	0	2	3	13	7	%28.0
	Yüzde	%0.0	%8.9	%25.2	%53.3	%12.6	%48.1

4.2 Sağlık Olanakları Sonuçları

Anket sonucunda elde edilen sağlık olanakları ölçütüne göre il sıralaması Çizelge 4.4'te verilmiştir. Anket sonucuna göre en yüksek puanı alan il tam puan olarak (%100) değerlendirilmiş, diğer illere de aynı miktarda puan yükseltmesi yapılmıştır. Sağlık Hizmetlerinden memnuniyetin ifade edildiği “Sağlık Hizmetleri Ölçütüne” göre 1. Sırada Denizli gelmektedir. Onu İzmir, İstanbul ve Ankara takip etmektedir.

Çizelge 4.4. Anket sonucunda elde edilen sağlık hizmetleri ölçütüne göre il sıralaması

Sıralama	İL	Sağlık Hizmetleri Ölçütü
1	DENİZLİ	%100
2	İZMİR	%93
3	İSTANBUL	%86
4	ANKARA	%79
5	MERSİN	%72
6	SAMSUN	%72
7	BOLU	%66
8	BURSA	%65
9	ADANA	%59
10	NEVŞEHİR	%58

OSM verilerinden faydalanarak ‘‘Sağlık Olanakları’’ parametresini açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının zetleri izelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sağlık olanakları regresyon model zeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artık değerlerin standart hatası
1	0,334	0,112	0,094	1,06494

Kullanılan parametreler: Diş kliniği sayısının nüfusa oranı, Hastane sayısının nüfusa oranı, Hastane başına düşen sağlık personeli sayısı (Sağ/hastane), Eczane sayısının nüfusa oranı, Veteriner bürosu sayısının nüfusa oranı, Toplam sağlık personeli sayısının nüfusa oranı, Kişi başına düşen yatak sayısı, Özel klinik sayısının nüfusa oranı

‘‘Sağlık Hizmetleri’’ parametresinin modellenebilmesi için ‘‘Diş kliniği sayısının nüfusa oranı’’, ‘‘Hastane sayısının nüfusa oranı’’, ‘‘Hastane başına düşen sağlık personeli sayısı (Sağ/hastane)’’, ‘‘Eczane sayısının nüfusa oranı’’, ‘‘Veteriner bürosu sayısının nüfusa oranı’’, ‘‘Toplam sağlık personeli sayısının nüfusa oranı’’, ‘‘Kişi başına düşen yatak sayısı’’, ‘‘Özel klinik sayısının nüfusa oranı’’ parametreleri ile ‘‘ok değişkenli regresyon analizi’’ yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin ‘‘Sağlık Hizmetleri’’ parametresini açıklama oranı %9,4’dür.

YSA’da kullanılan Sağlık Hizmetleri verisindeki örnek sayısı 276 toplam verinin %67.6’sını, test örneklem sayısı (132) ise toplam verinin %32.4’ünü oluşturmaktadır. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %56.2, test seti için yanlış tahmin oranı %53.0’dır. Çizelge 4.6’de sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 2-5 arası değerler tahmin edilmiştir. Test verilerinde en yüksek doğruluk değerleri %84.0 ve %33.3 oranları ile 4. ve 5. sınıflarda elde edilmiştir. Eğitim ve test verilerinin doğruluk oranları arasında önemli farklar görülmemiştir.

Çizelge 4.6. Sağlık olanakları için YSA sınıflandırma özeti.

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Yüzde
		1	2	3	1	5	
Eğitim	1	0	0	2	17	0	0.0%
	2	0	13	8	16	0	35.1%
	3	0	4	20	46	2	27.8%
	4	0	1	9	78	6	83.0%
	5	0	3	2	39	10	18.5%
	Yüzde	0.0%	7.6%	14.9%	71.0%	6.5%	43.8%
Test	1	0	0	1	5	0	0.0%
	2	0	8	3	17	0	28.6%
	3	0	4	8	23	1	22.2%
	4	0	0	7	42	1	84.0%
	5	0	0	0	8	4	33.3%
	Yüzde	0.0%	9.1%	14.4%	72.0%	4.5%	47.0%

4.3 Güvenlik Seviyesi Sonuçları

Anket sonucuna göre en yüksek puanı alan il tam puan olarak (%100) değerlendirilmiş, diğer illere de aynı miktarda puan yükseltmesi yapılmıştır. Anket sonucunda elde edilen Güvenlik Seviyesi ölçütüne göre il sıralaması Çizelge 4.7’de verilmiştir. “Güvenlik Seviyesi Ölçütüne” göre 1. Sırada Denizli gelmektedir. Onu İzmir takip etmektedir.

Çizelge 4. 7. Anket sonucunda güvenlik seviyesi ölçütüne göre il sıralaması

Sıralama	İL	Güvenlik Seviyesi Ölçütü
1	DENİZLİ	%100
2	İZMİR	%81
3	BOLU	%75
4	İSTANBUL	%75
5	SAMSUN	%74
6	ANKARA	%68
7	NEVŞEHİR	%64
8	MERSİN	%61
9	BURSA	%54
10	ADANA	%50

OSM verilerinden faydalanarak “Güvenlik Seviyesini” açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Güvenlik seviyesi regresyon model özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artıkların Standart Hatası
1	0,404	0,164	0,153	1,04484

Kullanılan parametreler: Şehir izleme istasyonu sayısının nüfusa oranı, Elçilik sayısının nüfusa oranı, Yangın istasyonu sayısının nüfusa oranı, Karakol sayısının nüfusa oranı, Adliye sayısının nüfusa oranı

“Güvenlik Seviyesi” parametresinin modellenebilmesi için “Şehir izleme istasyonu sayısının nüfusa oranı”, “Elçilik sayısının nüfusa oranı”, “Yangın istasyonu sayısının nüfusa oranı”, “Karakol sayısının nüfusa oranı”, “Adliye sayısının nüfusa oranı” parametreleri ile “çok değişkenli regresyon analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin “Güvenlik Seviyesini” açıklama oranı %15,3’dır.

YSA’da kullanılan Güvenlik Seviyesi verisindeki örnek sayısı 280 toplam verinin %68.6’sı, test örneklem sayısı ise toplam verinin %31.4’u yani 128’dir. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %59.6, test seti için yanlış tahmin oranı %57.0’dır. Çizelge 4.9’da sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 2-4 arası değerler tahmin edilmiştir. Test verilerinde en yüksek doğruluk değerleri %78.9 ve %61.8 oranları ile 3. ve 4. sınıflarda elde edilmiştir. Eğitim verisinde ise 4. sınıfın daha düşük doğruluğa sahip olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.9. Güvenlik seviyesi için YSA sınıflandırma özeti.

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Yüzde
		1	2	3	4	5	
Eğitim	1	0	3	19	1	0	0.0%
	2	0	6	34	17	0	10.5%
	3	0	5	71	16	0	77.2%
	4	0	4	40	36	0	45.0%
	5	0	4	10	14	0	0.0%
	Yüzde		0.0%	7.9%	62.1%	30.0%	0.0%
Test	1	0	5	13	1	0	0.0%

2	0	4	13	7	0	16.7%
3	0	5	30	3	0	78.9%
4	0	2	11	21	0	61.8%
5	0	0	5	8	0	0.0%
Yüzde	0.0%	12.5%	56.3%	31.3%	0.0%	43.0%

4.4 Ulaşım Olanakları Sonuçları

Anket sonuçlarına göre (Çizelge 4.10) ulaşım hizmetlerinden memnuniyetin ifade edildiği “Ulaşım Hizmetleri Ölçütüne” göre 1. Sırada İstanbul gelmektedir. Onu İzmir ve Denizli takip etmektedir.

Çizelge 4.10. Anket sonucunda ulaşım hizmetleri ölçütüne göre il sıralaması

Sıralama	İL	Ulaşım Hizmetleri Ölçütü
1	İSTANBUL	%100
2	İZMİR	%92
3	DENİZLİ	%89
4	MERSİN	%89
5	ADANA	%88
6	BURSA	%77
7	NEVŞEHİR	%77
8	ANKARA	%75
9	SAMSUN	%68
10	BOLU	%64

OSM verilerinden faydalanarak “Ulaşım Hizmetlerini” açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Ulaşım olanakları regresyon model özeti.

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artık değerlerin standart hatası
1	0,240	0,058	0,048	1,14570

a. Kullanılan parametreler: Metro giriş sayısının nüfusa oranı, Otobüs durağının nüfusa oranı, Taksi durağının nüfusa oranı, Havaalanı sayısının nüfusa oranı

“Ulaşım Hizmetleri” parametresinin modellenebilmesi için “Metro giriş sayısının nüfusa oranı”, “Otobüs durağının nüfusa oranı”, “Taksi durağının nüfusa oranı”, “Havaalanı sayısının nüfusa oranı” parametreleri ile “çok değişkenli regresyon analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin “Ulaşım Hizmetlerini” açıklama oranı %4,8’dir.

YSA’da kullanılan Ulaşım Hizmetleri verisindeki örnek sayısı 293 toplam verinin %71.8’i, test örneklem sayısı ise toplam verinin %28.2’si yani 115’tir. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %62.1, test seti için yanlış tahmin oranı %67’dir. Çizelge 4.9’da sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 3-5 arası değerler tahmin edilmiştir. Test verilerinde en yüksek doğruluk değerleri %74.4 ve %50.0 oranları ile 3. ve 5. sınıflarda elde edilmiştir. Eğitim verisinde ise doğruluk değerleri daha yüksektir.

Çizelge 4.12. Ulaşım hizmetleri için YSA sınıflandırma özeti.

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Yüzde
		1	2	3	4	5	
Eğitim	1	0	0	13	4	5	0.0%
	2	0	0	52	1	8	0.0%
	3	0	0	72	4	9	84.7%
	4	0	0	50	9	16	12.0%
	5	0	0	18	2	30	60.0%
	Yüzde	0.0%	0.0%	70.0%	6.8%	23.2%	37.9%
Test	1	0	0	3	2	5	0.0%
	2	0	0	24	3	5	0.0%
	3	0	0	29	2	8	74.4%
	4	0	0	11	2	7	10.0%
	5	0	0	6	1	7	50.0%
	Yüzde	0.0%	0.0%	63.5%	8.7%	27.8%	33.0%

4.5 Çevre Kalitesi Sonuçları

Anketten elde edilen, çevre kalitesinden memnuniyetin ifade edildiği “Çevre Kalitesi Ölçütüne” göre 1. Sırada Denizli gelmektedir (Çizelge 4.13). Onu Samsun ve Bolu takip etmektedir.

Çizelge 4.13. Anket sonucunda çevre kalitesi ölçütüne göre il sıralaması

Sıralama	İL	Çevre Kalitesi Ölçütü
1	DENİZLİ	%100
2	SAMSUN	%91
3	BOLU	%88
4	İZMİR	%86
5	BURSA	%82
6	ADANA	%76
7	MERSİN	%75
8	NEVŞEHİR	%66
9	İSTANBUL	%65
10	ANKARA	%63

OSM verilerinden faydalanarak “Çevre Kalitesini” açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Çevre kalitesi regresyon modeli sonucu.

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artık değerlerin standart hatası
1	0,361	0,131	0,122	1,19099

a. Kullanılan parametreler: Karavan alanının nüfusa oranı, Çocuk Park alanının nüfusa oranı, Piknik alanının nüfusa oranı, Kamp alanı sayısının nüfusa oranı

“Çevre Kalitesi” parametresinin modellenebilmesi için “Karavan alanının nüfusa oranı”, “Çocuk Park alanının nüfusa oranı”, “Piknik alanının nüfusa oranı”, “Kamp alanı sayısının nüfusa oranı” parametreleri ile “çok değişkenli regresyon analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin “Çevre Kalitesini” açıklama oranı %12,2’dir.

YSA’da kullanılan Çevre Kalitesi verisindeki örnek sayısı 282 toplam verinin %69.1’i, test örneklem sayısı ise toplam verinin %30.9’u yani 126’dır. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %67.0 , test seti için yanlış tahmin oranı %71.4’tür. Çizelge 4.15’te sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 2-5 arası değerler tahmin edilmiştir.

Test verilerinde en yüksek doğruluk değerleri %53.8 ve %52.4 oranları ile 2. ve 5. sınıflarda elde edilmiştir. Eğitim verisinde ise 5. sınıfın doğruluk değeri daha yüksektir. Çevre kalitesi modeli için YSA tahmin doğrulukları diğer kriterlerden daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Çevre kalitesi için YSA sınıflandırma özeti.

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Yüzde
		1	2	3	4	5	
Eğitim	1	0	12	13	6	3	0.0%
	2	0	25	19	8	17	36.2%
	3	0	22	17	11	19	24.6%
	4	0	16	12	20	14	32.3%
	5	0	5	9	3	31	64.6%
	Yüzde	0.0%	28.4%	24.8%	17.0%	29.8%	33.0%
Test	1	0	13	2	0	1	0.0%
	2	0	14	3	5	4	53.8%
	3	0	13	5	8	10	13.9%
	4	0	8	8	6	5	22.2%
	5	0	2	6	2	11	52.4%
	Yüzde	0.0%	39.7%	19.0%	16.7%	24.6%	28.6%

4.6 Ekonomik Seviye Sonuçları

Anketten elde edilen, Ekonomik seviye yeterliliğinin ifade edildiği “Ekonomik Seviye ölçütüne” göre 1. Sırada Denizli gelmektedir (Çizelge 4.16). Onu İzmir ve İstanbul takip etmektedir. OSM verilerinden faydalanarak “Ekonomik Seviyeyi” açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Anket sonucunda ekonomik seviye ölçütüne göre il sıralaması

Sıralama	İL	Ekonomik Seviye Ölçütü
1	DENİZLİ	%100
2	İZMİR	%97
3	İSTANBUL	%89
4	ADANA	%83
5	NEVŞEHİR	%83

6	ANKARA	%82
7	SAMSUN	%79
8	MERSİN	%74
9	BOLU	%72
10	BURSA	%65

Çizelge 4. 17. Ekonomik seviye regresyon model sonucu özeti.

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artıkların Standart Hatası
1	0,288	0,083	0,069	0,98477

a. Kullanılan parametreler: PTT_Kargo sayısının nüfusa oranı , Kişi başına GSYİH, Market sayısının nüfusa oranı, Hostel - motel - hotel sayısının nüfusa oranı, Banka ve ATM sayısının nüfusa oranı, Benzinlik sayısının nüfusa oranı

“Ekonomik Seviye” parametresinin modellenebilmesi için “PTT_Kargo sayısının nüfusa oranı” , “Kişi başına GSYİH”, “Market sayısının nüfusa oranı”, “Hostel - motel - hotel sayısının nüfusa oranı”, “Banka ve ATM sayısının nüfusa oranı”, “Benzinlik sayısının nüfusa oranı” parametreleri ile “çok değişkenli regresyon analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin “Ekonomik Seviye Ölçütünü” açıklama oranı %6,9’dur.

YSA’da kullanılan Ekonomik Seviye Ölçütü verisindeki örnek sayısı 287 toplam verinin %70.3’ü, test örneklem sayısı ise toplam verinin %29.7’si yani 121’tür. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %59.5, test seti için yanlış tahmin oranı %55.4’tür. Çizelge 4.18’de sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 2 ve 3 değerleri tahmin edilmiştir. Test verilerinde en yüksek doğruluk değeri %90.1 ile 3. sınıfta elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. Ekonomik seviye için YSA sınıflandırma özeti.

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Yüzde
		1	2	3	4	5	
Eğitim	1	0	3	15	0	0	0.0%
	2	0	16	35	0	0	31.4%

	3	0	11	100	0	0	90.1%
	4	0	9	69	0	0	0.0%
	5	0	0	29	0	0	0.0%
	Yüzde	0.0%	13.6%	86.4%	0.0%	0.0%	40.4%
Test	1	0	3	3	0	0	0.0%
	2	0	7	12	0	0	36.8%
	3	0	5	47	0	0	90.4%
	4	0	4	29	0	0	0.0%
	5	0	1	10	0	0	0.0%
	Yüzde	0.0%	16.5%	83.5%	0.0%	0.0%	44.6%

4.7 Kültürel Olanaklar Sonuçları

Kültürel etkinliklerden duyulan memnuniyetin ifade edildiği “Kültürel Etkinlikler Ölçütüne” göre 1. sırada İzmir gelmektedir (Çizelge 4.19). Onu İstanbul ve Denizli takip etmektedir. OSM verilerinden faydalanarak “Kültürel Etkinlikleri” açıklayan parametreleri belirlemek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Anket sonucunda kültürel etkinlikler ölçütüne göre il sıralaması

Sıralama	İL	Kültürel Etkinlikler Ölçütü
1	İZMİR	%100
2	İSTANBUL	%94
3	DENİZLİ	%90
4	NEVŞEHİR	%80
5	SAMSUN	%80
6	BURSA	%75
7	ANKARA	%74
8	MERSİN	%71
9	ADANA	%67
10	BOLU	%50

Çizelge 4. 20. Kültürel etkinlikler regresyon modeli sonuç özeti.

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artık değerlerin standart hatası
1	0,335	0,112	0,096	1,20568

a. Kullanılan parametreler: Stadyum sayısının nüfusa oranı, Eğlence mekanı sayısının nüfusa oranı , Cami sayısının nüfusa oranı , AVM ve Kafe sayısının nüfusa oranı, Turistik yer ve Müze sayısının nüfusa oranı, Sanat galerisi, Tiyatro ve Sinema sayısının nüfusa oranı, Restoran sayısının nüfusa oranı

“Kültürel Etkinlikler” parametresinin modellenmesi amacıyla “Stadyum sayısının nüfusa oranı”, “Eğlence mekânı sayısının nüfusa oranı”, “Cami sayısının nüfusa oranı”, “AVM ve Kafe sayısının nüfusa oranı”, “Turistik yer ve Müze sayısının nüfusa oranı”, “Sanat galerisi, Tiyatro ve Sinema sayısının nüfusa oranı”, “Restoran sayısının nüfusa oranı” parametreleri ile “çok değişkenli regresyon analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin “Kültürel Etkinlikleri” açıklama oranı %9,6’dır.

YSA’da kullanılan Kültürel Etkinlikler verisindeki örnek sayısı 297 toplam verinin %72.8’i, test örneklem sayısı ise toplam verinin %27.2’si yani 111’dir. Modelin eğitim seti için yanlış tahmin oranı %65.7 , test seti için yanlış tahmin oranı %68.5’tir. Çizelge 4.21’de sınıflandırmada kestirilen değerler ve gözlemlenen değerler arasındaki ilişki verilmiştir. Çizelge’de görüldüğü üzere, incelenen kentler için 1, 3 ve 4 değerleri tahmin edilmiştir. Test verilerinde en yüksek doğruluk değeri %81.8 ile 4. sınıfta elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. Kültürel etkinlikler için YSA sınıflandırma özeti.

Örnek	Gözlenen	Tahmin edilen					Yüzde
		1	2	3	4	5	
Eğitim	1	8	0	7	40	0	14.5%
	2	5	0	6	38	0	0.0%
	3	4	0	28	46	0	35.9%
	4	2	0	10	66	0	84.6%
	5	0	0	11	26	0	0.0%
	Yüzde	6.4%	0.0%	20.9%	72.7%	0.0%	34.3%
Test	1	4	0	2	9	0	26.7%
	2	5	0	3	14	0	0.0%
	3	0	0	13	25	0	34.2%
	4	1	0	3	18	0	81.8%
	5	0	0	4	10	0	0.0%
	Yüzde	9.0%	0.0%	22.5%	68.5%	0.0%	31.5%

4.8 Yaşanabilirlik Sonuçları (Genel)

Yapılan anket sonuçlarına göre oluşturulan sıralama Çizelge 4.22’de verilmiştir. Genel yaşanabilirliğin belirlenmesi amacıyla alt ölçütlerin geometrik ortalaması alınarak “Yaşanabilirlik Endeksi” hesaplanmış ve sonuçlar normalize edilmiştir.

Yaşanabilirlik Endeksi

$$= \sqrt[7]{\begin{array}{l} \text{Eğitim Olanakları Ölçütü} * \text{Sağlık Hizmetleri Ölçütü} * \\ \text{Güvenlik Seviyesi Ölçütü} * \text{Ulaşım Hizmetleri Ölçütü} * \\ \text{Çevre Kalitesi Ölçütü} * \text{Ekonomik Seviye Ölçütü} \\ * \text{Kültürel Etkinlikler Ölçütü} \end{array}}$$

“Yaşanabilirlik Endeksine” göre 1. Sırada Denizli gelmektedir. Onu İzmir ve İstanbul takip etmektedir.

Çizelge 4.22. Yaşanabilirlik endeksi hesaplamasına göre İl Sıralaması

Sıralama	İL	Yaşanabilirlik Endeksi
1	DENİZLİ	%100
2	İZMİR	%98
3	İSTANBUL	%89
4	SAMSUN	%83
5	MERSİN	%79
6	ANKARA	%79
7	ADANA	%76
8	NEVŞEHİR	%75
9	BURSA	%74
10	BOLU	%72

OSM verilerinden faydalanarak hesaplanan ölçütlerin şehrin Genel Yaşanabilirliği hangi oranda açıkladığının belirlenmesi amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının özetleri Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Ana kriterlerden elde edilen regresyon model özeti.

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Artık değerlerin standart hatası
1	0,416	0,173	0,156	0,14690

a. Kullanılan parametreler: Kültürel Ölçeği, Ulaşım Ölçeği, Çevre Ölçeği, Ekonomi Ölçeği, Nüfus Ölçeği, Güvenlik Ölçeği, Sağlık Ölçeği, Eğitim Ölçeği

“Genel Yaşanabilirlik Endeksinin” modellenmesi amacıyla OSM verilerinden elde edilen, “Kültürel Ölçeği”, “Ulaşım Ölçeği”, “Çevre Ölçeği”, “Ekonomi Ölçeği”, “Nüfus Ölçeği”, “Güvenlik Ölçeği”, “Sağlık Ölçeği”, “Eğitim Ölçeği” parametreleri ile “çok değişkenli regresyon analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre modelde belirlediğimiz parametrelerin “Genel Yaşanabilirliği” açıklama oranı %15,6’dır.

5.TARTIŞMA

5.1 Veri Kalitesi

Bu çalışmada 2 çeşit veri toplanmıştır. Bunlardan biri Sivil Bilim anlayışıyla Türkiye’de farklı şehirlerde yaşayan ya da bulunan 468 vatandaşımızın katılımıyla, başlık 2.3’te anlatıldığı koşulları göz önünde bulundurarak yaptıkları öznel değerlendirmeler sonucunda oluşan Şehir Yaşanabilirlik anketi veri setidir. Bu verilerin içinde katılımcıların şehirlerin hangi bölgesinde bulunduğu yani ilçe ölçeği de göz önünde bulundurulmak istenmiştir. Bu yüzden katılımcıların anket değerlendirmeleri şehir – ilçe ölçeğinde yapılmıştır. Fakat birçok şehirde verinin normal dağılabilmesi için gerekli sayıya ulaşamadığı için yeterli sayıya ulaşılan iller üzerinden çalışma yapılmıştır. Bu iller sırasıyla Adana (23), Ankara (130), Bolu (29), Bursa (30), Denizli (24), Mersin (38), İstanbul (39), İzmir (32), Nevşehir (33) ve Samsun’dur (30). Bu iller için ilçe ölçeği incelendiğinde farklı ilçelerden sınırlı sayıda gelen sonuçlar üzerine ilçe ölçeğinde değerlendirmenin anlamlı bir sonuç vermeyeceği kanısına varılmıştır. Katılımın daha fazla sağlandığı bir ortamda bu çalışmanın hem veri kalitesi daha sağlam sonuçlar verip hem de şehirlerin ilçe ölçeğinde değerlendirmelerinin yapılabileceği bir veri seti hazırlanabilir. Anket yapılırken sadece göstergelere puanlar verilerek değerlendirme yapıldı fakat anket içinde kişisel verilerin toplanımı da yapıp farklı açıdan değerlendirmeler de yapılabilir. Ör. Katılımcının yaşı, cinsiyeti, siyasi görüşü, hobileri, gelir seviyesi, eğitim seviyesi, hane halkı, günlük yaşam alanları gibi birçok faktör göz önüne alınarak anket verisinin kalitesi artırılabilir.

Kurulan modellerin açıklama oranlarındaki düşüklük göz önüne alındığında, her ne kadar insanların memleketleri ile duygusal bağları nedeni ile anketi cevaplarken tarafsız davranmamış olmaları ihtimal dâhilinde olsa da bunun yanı sıra OSM verilerin geliştirilmesi ve düzenli güncellenmesi gerekliliği de ön plana çıkmaktadır. İlerleyen çalışmalarda kişilerin duygusal eğilimlerinin de ölçülmesi için anketin geliştirilmesi yanı sıra güncel veriler ile analizin doğrulanması planlanmaktadır.

Kullanılan diğer bir veri toplama yöntemi ise literatür çalışmasında çoğu çalışmanın ve daha önce Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile yapılan UYAD projesinde karşılaşılan problem, belirlenen kriterlerdeki veriye erişimde yaşanan, temin ederken çıkan zorluklar, verinin toplanma aşamasındaki zaman ve maliyet kayıpları gibi birçok sebepten ötürü açık kaynak

konumsal veriye ulaşabildiğimiz OSM oldu. OSM verisi gönüllü kişilerin devamlı olarak buldukları alanlardaki özelliklerin (bina, ağaç, yol, müze, heykel vd. gibi) birçok konumsal verinin işlenmesiyle oluşturulan bir veri kaynağıdır. Bu verinin kalitesi gönüllü katılımcılara bağlıdır. Belirli bir konumsal nesneyi veya bölgeyi ne kadar hassas veri girişinin yapıldığı, ne kadar fazla gönüllünün katılımıyla haritanın düzenlenmesi sağlandıysa verilerdeki konumsal doğruluk da o oranda artacaktır. Belirlenen 10 il içinde OSM verilerinde, gerçek verilere göre nispeten eksikliklere ve tutarsızlıklara rastlanmıştır. Örneğin OSM’de bulunan kentteki okul sayısı Adana ili için 143 iken araştırmalar sonucunda elde edilen verilerde 893 olarak görülmüştür; ancak Ankara ili için OSM’de bulunan okul sayısı 1194, gerçekte görülen değer 1740, Bolu’da bulunan okul sayısı OSM’de 29 gerçekte 142 olarak görülmüştür. Aynı şekilde üniversite sayısı ve kütüphane sayısında yapılan araştırmalarda da böyle farklılıklar görülmüştür. Üniversite sayısında bazı illerde özellikle büyük şehirlerdeki OSM verilerinde gerçekte olduğundan daha yüksek değerler görülmüştür. Bunun sebebi ise kampüs içerisinde bulunan binaların hepsine üniversite özneliği girilmesidir. Bir üniversite kampüs içerisinde bulunan binalardan dolayı birkaç tane üniversite olarak kayıda geçildiği görülmektedir. Bu hatalar belirli alan içerisinde bulunan binalar tek bir bina alınarak düzeltilmiş, daha sonra Yükseköğretim Kurulu verileriyle karşılaştırılıp değerler ona göre girilmiştir. Ancak, yapılan incelemeler sonucunda özellikle büyük şehirlerden sağlanan verilerin gerçek değerlere yakın olduğu görülmüştür. Ayrıca, İstanbul, Ankara, İzmir için veri girişinin gösterge bazında diğer illere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Adana, Bolu ve Nevşehir illerimizde ise veri girişleri belirli merkez bölgelerde yoğunlaştığı görülmüştür ve bu da bu iller de toplanan verilerin kalitesinin büyük illere göre nispeten düşük olduğu öngörülebilir.

5.2 Kriterlerin Temsil Gücü

Bağımlı değişken ile ölçümleri yapılan bağımsız değişkenler arasında kurulan ilişkiler, bağımsız değişkenler ne kadar fazlaysa bağımlı değişkeni o kadar iyi şekilde açıklayabilir. Fakat, bağımsız değişken sayısının fazla olması da ek çalışmalar gerektirdiğinden zaman alıcı ve masraf içeren bir süreçtir. Bu sebepten ötürü toplam varyansı en az sayıda bağımsız değişken kullanarak yorumlamak asıl amaçtır. Çoklu regresyon modellerinde görülen çoklu doğrusal bağlantı problemi (multicollinearity), birçok bağımsız değişkenin yüksek derecede birbirleriyle ilişkili (korelasyonlu)

olmasından kaynaklı bir problemdir. Çoklu doğrusal bağlantının olduğu durumlarda genellikle, katsayı tahminlerinde beklenmedik işaret ve/veya büyüklüklerin bulunması sorunu ortaya çıkabilir. Çoklu doğrusal regresyon yöntemi bu çalışmada verilerin yetersizliği ve az sayıda olması nedeniyle tercih edilmiştir ancak çoklu doğrusal bağlantı problemi nedeniyle yüksek performans elde edilememiştir.

Çoklu doğrusal bağlantının azaltılması için modele yeni bağımsız değişkenler eklenebilir veya birkaç tane ilişkili değişken modelden atılabilir. Fakat atılan değişkenlerden modele gerçekten anlam katan bir değişken çıkarılabilir bu da bağımlı değişkenin açıklanmasında eksikliğe yol açar. Gelecek çalışmalarda oluşturulacak modeller için bir alt yapı oluşturulmuş olmakla beraber çoklu doğrusal bağlantı probleminin elemine edilebileceği metotlar üzerinde yapılan şu çalışmalarda yer alan bilgiler kullanılarak yeni çalışmalara yön verilebilir [69], [70].

Diğer yandan, YSA modeli çoklu doğrusallık sorunundan daha az etkilenmiş ve doğrusal olmayan yapısı nedeniyle daha başarılı sonuçlar üretmiştir. Ancak önceki bölümde de ifade edildiği gibi, ankete katılanların özellikleri ve konumları modelde dikkate alınamamıştır. Ayrıca seçilen gösterge seti nispeten yüksek sayıda eleman içermekle birlikte, ele alınan problemin doğası nedeniyle tam temsil edici değildir. Oluşturulan gösterge seti açık kaynak veri seti ile yaşanabilirliğin ne kadar açıklanabileceğini gösteren bir gösterge setidir. Diğer taraftan, veri kalitesinin nispeten düşük olmasından kaynaklı sorunlar da kriterlerin temsil ediciliğinin tam olarak değerlendirilebilmesini kısıtlamaktadır. Temsil ediciliği yüksek bir gösterge seti olarak UYAD projesinde [2] üretilmiş olan kriterler gösterilebilir. Bu projede gösterge seti 16 ana kategori 145 alt gösterge altında toplanmıştır. Ana kategoriler: İklim, Konut, Enerji Kullanımı, Erişilebilirlik, Sağlık Hizmetleri, Eğitim Hizmetleri, Altyapı, Ulaşım, Halk Katılımı, Ekonomik, Çevresel, Güvenlik ve Emniyet, Planlama ve Tasarım, İnsani, Yeşil Alanlar, Kamusal Mekanlar Gelişmişlik Düzeyleri'dir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında dünyanın farklı ülkelerinde ve Türkiye’de kullanılan kentsel yaşam kalitesi göstergelerinin oldukça farklı alanlara yayıldığı ve bu göstergeler için üzerinde herkes tarafından kabul görmüş ortak bir kriter seti oluşmadığı açıkça görülmüştür. Ancak, kriter setleri farklılıkları mevcut olmakla birlikte, bazı gösterge başlıkları ve alt göstergelerin ölçmeye çalıştıkları kentsel özellikler ile ilgili birçok çalışmada ortaklaşma da vardır. Bu nedenle, bu çalışmanın ana gösterge başlıkları da literatürde en çok kullanılan başlıklardan eğitim, sağlık, güvenlik, ulaşım, çevre, kültürel ve ekonomik olanakları içermektedir. Çalışmada kullanılan yöntemler ve veri setlerinin, kentsel yaşanabilirliğin ölçümüne yönelik farklı araştırma çalışmaları için hem fikir verici hem de kullanışlı olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada veri yeterliliğine dayalı olarak 10 kent değerlendirilmiştir. Gösterge seçiminde çalışmanın kapsam ve boyutları, alt başlıkların temsil edilme durumu ve veri temini imkânları dikkate alınarak nihai kriter seti oluşturulmuştur. Veri mevcudiyetine ve kalitesine göre, gösterge başlıkları sabit tutularak alt göstergeler içinde değişiklikler (genişletme veya daraltma) yapılabilir. Ayrıca çalışma alanı ölçeği de değiştirilerek bölgesel ya da il düzeyinde detaylı analizler veya bölgeler arasında sıralamalar yapılması söz konusu olabilir.

Bir şehrin insanlar tarafından yaşanmak istenen bir şehir olabilmesi sadece ekonomik, sadece kültürel ya da eğitim alanında gelişmişliğine değil; şehir bütünüyle eğitim, sağlık, güvenlik, ulaşım, çevre, kültürel alanlar ve ekonomik anlamda tüm faktörleriyle değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür. İnsanların yaşadıkları şehirlerin eğitim olanakları, sağlık hizmeti, güvenlik seviyesi, ulaşım yeterliliği, çevre kalitesi, kültürel etkinlikler ve ekonomik gelişmişlik düzeylerindeki değişimlerin sivil bilim yöntemiyle toplanan anket verileri ve OSM verileri ile devamlı olarak izlenebileceği düşünülmektedir. Veri güncelliği, doğruluğu ve veri erişimindeki problemler ortadan kaldırılabilirse, önerilen yaklaşımla sürdürülebilir bir kentsel yaşanabilirlik izlemesi mümkündür. Farklı kriter setleri kullanılarak ekonomik, sosyal ve ticari sektörler tarafından zaman içinde izlenmesini ve şehirler arasında karşılaştırmalar yapılmasında kolaylık sağlar. Bunun yanında yapılan kalkınma çalışmalarında hangi şehrin hangi bölgesinin öncelik arz ettiğinin belirlenmesine, bakanlıklar ve belediyeler gibi kamu

kurumlarının kaynaklarının kullanımında ve özel sektör yatırımcılarının yatırımlarına yön verilmesine ilişkin politikaların belirlenmesinde temel dayanak niteliği taşımaktadır.

Forbes Türkiye Dergisi, 2019 yılında Türkiye'deki şehirleri yaşanabilirlik, yenilikçilik, ticaret kapasitesi, üretim potansiyeli ve hizmetlere erişilebilirlik konularını kapsayan verilere göre sıralamıştır [71], [72]. Yapılan bu çalışmaya göre İstanbul, Türkiye'de değerlendirilen şehirler arasında en yaşanabilir şehir olarak seçilmiştir. Forbes Dergisi tarafından yapılan sıralamada elde edilen sonuçlar ile bu çalışmanın kriterleri ve verilerle elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, sonuçların birbiriyle çok uyumlu olmasa bile bariz farkların olmadığı görülmektedir. Dergiye göre 25 şehir sıralaması 1: İstanbul, 2: Ankara, 3: İzmir, 8: Bursa, 13: Samsun, 21: Adana, 22: Mersin, 23: Bolu şeklinde görülmektedir[71]. Bu tezde yapılan anket sonucunda elde edilen yaşanabilirlik sıralaması ise 1: Denizli, 2: İzmir, 3: İstanbul, 4: Samsun, 5: Mersin, 6: Ankara, 7: Adana, 8: Nevşehir, 9: Bursa, 10: Bolu şeklinde sonuçlanmıştır. Bu çalışmada ortaya çıkan sıralamada, anket verisinde kişilerin şehirleri hakkında değerlendirme yaparken duygusallık, şehrin yaşadığı ilçesine göre değerlendirilmesi ve kentsel aidiyet içgüdüleri gibi faktörlerin sıralamayı etkileyebileceği düşünülebilir. Denizli şehri çalışmadaki 10 şehir arasından ilk sırada olarak öne çıkmıştır. Denizli kenti incelendiğinde Sanayi, ticaret, tarım, turizm, eğitim, kültür ve sanat alanlarında ülkenin en gelişmiş şehirlerinden biri olduğu görülmektedir. Ekonomisi sanayi, tarım ve ticarete dayalı olduğu, hizmet sektörünün oldukça gelişmiş olduğu, her yıl yapmış olduğu milyarlarca dolarlık ihracatıyla Türkiye'nin lokomotif sanayi şehirlerinden biri olduğu görülmektedir. Denizli'de kültür ve sanat faaliyetlerine verilen önemin kentte bulunan çok sayıda kongre ve kültür merkezi, tiyatro ve sinema salonu mevcudiyetiyle görülmektedir. Bunların yanı sıra Denizli'nin turizm açısından da pek çok yerli ve yabancı ziyaretçiye ev sahipliği yaptığı görülmektedir. Travertenler, antik kentler, antik havuzlar, arkeoloji müzeleri, ünlü mağaraları, park ve bahçeleri mevcuttur. Eğitim alanında Denizli'de okur yazar oranı %99 civarındadır. İlde eğitime verilen yüksek önem sebebiyle, lise ve üniversiteye giriş sınavlarında iller arası başarı sıralamasında düzenli olarak ön sıralarda yer almaktadır. Bu sebepten dolayı Denizli ülke genelinde eğitim seviyesi yüksek ve kaliteli, başarılı öğrencileriyle bilinen bir yapıya sahiptir. Ulaşımında Çardak havaalanı sayesinde uçak seferleri ve demir yolu seferleri bulunmaktadır. Kara ulaşımında ise İzmir ve Antalya gibi şehirlerin kavşak noktasında bulunması sebebiyle tüm otobüs firmaları sefer vermektedir [73]. Diğer yandan, kullanılan veri sayısı ve katılımcı profilindeki çeşitliliğin artması ile

bu sıralamalar değişebilir. Anket verisinde görülen aykırı değerlendirmeler her ne kadar değerlendirme dışında tutulsa da, anket ile toplanan örneklerin istenilen genişlikte şehrin tamamını kapsayacak şekilde katılımcı sayısına ulaşamadığı için de değerlendirmeler arasında farklılıklar olduğu düşünölmektedir. Ayrıca Forbes sıralamasının 5 farklı kategori altında yapıldığı için buradaki değerlendirme kriterlerinin farklılığı da göz önünde bulundurulduğunda, sıralamaların göreceli olarak uyumlu olduğu düşünölmektedir. Geçerlilik ve güvenilirliği test etmek için sonuçlar literatürdeki çalışmalarla karşılaştırıldığında, önerilen yöntemin güvenilir sonuçlar ürettiği düşünölmektedir.

Gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalar için bu çalışmadaki metodolojinin örnek teşkil edebileceği düşünölmektedir. Yaşanabilirlik dizini için ana kategoriler detaylı incelemeler sonucunda en çok kullanılan başlıklar dikkate alınarak belirlenmiştir. Alt göstergeler verilerin açık kaynak şekilde erişiminin kolaylığı, zaman ve maliyet kaybının az olması gibi durumlar göz önünde bulundurularak OSM ve TÜİK verileriyle oluşturulmuştur. İlerideki çalışmalar için sivil bilim çerçevesinde çevrimiçi şekilde yapılan anketin içeriği değiştirilip ve genişletilerek daha doğru ve ayrıntılı sonuçlar elde edilmesi mümkün olabilir. Anket değerlendirmesine katılımın artırılması için insanlara daha fazla çevrimiçi eğitim verilebilir. Devlet kurum ve kuruluşlarının, ünlü kişilerin, fenomenlerin yardımlarıyla konunun gündeme getirilip yaygınlaştırılması planlanabilir.

Diğer taraftan literatürde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan ancak uzman görüşüne dayanan ve uzmanın nesnellikten uzak olabileceği yönünde eleştiriler alan AHP yönteminin kullanımı gelecek çalışmalarda dikkate alınabilir. AHP kullanımı için kriterlere verilecek ağırlıklar kentlerde yaşayan insanların görüşüne sunulabilir ve bu ağırlıklarla yaşanabilirlik tahmini yapılabilir. Bu şekilde göreceli olarak az sayıda bulunabilen uzmanların görüşü yanında katılımcı karar destek sistemi geliştirmek amacıyla sivil bilim yöntemleri kullanılabilir.

Bu çalışmada, OSM veri kalitesinin nispeten düşük olması kriterleri açıklama ve model çıktı kalitesini etkilediği görölmüştür. Doğrusal olmayan YSA yöntemi ile yapılan sınıflandırmalar kendi içinde başarılı sonuçlar üretmiştir. Çoklu doğrusal regresyon yöntemiyle ise kriterlerimizin temsil gücü belirli seviyelerde açıklanmıştır. Benzer çalışmaların daha yüksek doğruluk ve tamlığa sahip, mümkünse kamu kurumları ya da

profesyoneller tarafından üretilmiş verilerle yapılması önerilebilir. Ancak bu verilerin mevcut olmadığı durumda OSM iyi bir seçenek oluşturmaktadır. OSM verilerinin kalitesinin artırılması yönünde çalışmalar da gerçekleştirilebilir. Böyle bir ortamda hem OSM verisinin kalitesinin artırılması hem de sivil bilim yöntemi şehir memnuniyet anketine katılımın fazla olmasıyla birlikte farklı makina öğrenmesi yöntemleri de denenebilir ve model performansları karşılaştırılabilir. Bu ve benzeri çalışmalar, uluslararası yatırımcılar açısından da ilgi çekici olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] “Rural population (% of total population) | Data.”
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?end=2019&start=1960>
(Erişim tarihi: 14.05.2021).
- [2] UYAD, Medeniyetimizi Yaşatan Şehir Berati Ve Özgün Mahalle Sertifikası Verilmesine Altlık Oluşturacak Kılavuzların Hazırlanması, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Proje Raporu, 2019.
- [3] Sarı, V. İ., Kındap, A., Türkiye’de Kentsel Yaşam Kalitesi Göstergelerinin Analizi, *Sayıştay Derg.*, p. 108, 2018,
<https://www.sayistay.gov.tr/tr/Upload/95906369/files/dergi/pdf/der108m2.pdf>.
(Erişim tarihi: 14.02.2021).
- [4] “Goal 11 | Department of Economic and Social Affairs.”
<https://sdgs.un.org/goals/goal11> (Erişim tarihi: 03.04.2021).
- [5] “BBBike extracts OpenStreetMap.”, <https://extract.bbbike.org/> (Erişim tarihi: 03.12.2020).
- [6] “TÜİK Gösterge.”, <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr> (Erişim tarihi: 03.12.2020).
- [7] Tekeli, İ., Gündelik Yaşam, Yaşam Kalitesi ve Yerellik Yazıları. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları., p. 230, 2010.
- [8] “Türkiye İstatistik Kurumu Web.”
https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1106 (Erişim tarihi: 03.12.2020).
- [9] Özari, Ç., Eren, Ö., İllerin Yaşam Endeksi Göstergelerinin Çok Boyutlu Ölçekleme ve K-ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sos. Bilim. Derg.*, pp. 303–313, 2018, doi: 10.32709/akusosbil.427746.
- [10] Ayyıldız, E., Demirci, E., Türkiye’de yer alan şehirlerin yaşam kalitelerinin SWARA entegreli TOPSIS yöntemi ile belirlenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Sos. Bilim. Enstitüsü Derg.*, pp. 67–87, 2018.
- [11] Çağlar, A., İllerin Yaşam Kalitesi: Türkiye İstatistik Kurumu Verileriyle Veri Zarflama Analizi’ne Dayalı Bir Endeks, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Derg.*, pp. 875–902, 2020, doi: 10.17153/oguiibf.506704.
- [12] Bulut, H., Türkiye’deki İllerin Yaşam Endekslerine Göre Kümelenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, pp. 74–82, 2019, doi: 10.19113/sdufenbed.444143.

- [13] Uysal, F. N., Ersöz, T., Ersöz, F. Türkiye’deki İllerin Yaşam Endeksinin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*.
- [14] Aydın, B., Ertürk, N., Türkiye’de Yaşam Memnuniyeti Endeksi Çerçevesinde Bölgesel Karşılaştırmalar. *Politik Ekonomik Kuram*, pp. 18-142, 2017.
- [15] Acar, Y., Türkiye ’ de Yaşam Memnuniyetinin Belirleyicileri : İller Üzerine Bir Yatay Kesit Determinants of Life Satisfaction in Turkey : Cross Section Analysis for, July, 2019.
- [16] “Quality of Living City Ranking | Mercer.”
<https://mobilityexchange.mercer.com/Insights/quality-of-living-rankings> (Erişim tarihi: 29.11.2020).
- [17] “Results for ‘most-liveable-city’ - Search | Monocle.”
<https://monocle.com/search/most-liveable-city/> (Erişim tarihi: 02.03.2021).
- [18] “Global Liveability Ranking.” <https://www.eiu.com/topic/liveability> (Erişim tarihi: 14.01.2021).
- [19] URAK, İllerarası Rekabetçilik Endeksi 2018, http://www.urak.org/wp-content/uploads/2019/05/URAK_İRE_2018-2.pdf. (Erişim tarihi: 14.01.2021).
- [20] Batten, J., Sustainable Cities Index 2016, *Arcadis Glob.*, p. 10, 2016,
[https://www.arcadis.com/media/0/6/6/%7B06687980-3179-47AD-89FD-F6AFA76EBB73%7DSustainable Cities Index 2016 Global Web.pdf](https://www.arcadis.com/media/0/6/6/%7B06687980-3179-47AD-89FD-F6AFA76EBB73%7DSustainable%20Cities%20Index%202016%20Global%20Web.pdf). (Erişim tarihi: 14.01.2021).
- [21] Balducci, A., Checchi, D., Happiness and quality of city life: The case of Milan, the richest Italian city, *Int. Plan. Stud.*, pp. 25–64, 2009, doi: 10.1080/13563470902726352.
- [22] European Union. Eurostat, *Final report of the expert group on quality of life indicators 2017 edition*. 2017.
- [23] “World’s Ten Most Liveable Cities, Not One American.”
<https://www.forbes.com/sites/kenrapoza/2018/08/14/worlds-ten-most-liveable-cities-not-one-american/?sh=14ee1c722f42> (Erişim tarihi: 14.01.2021).
- [24] The Economist Intelligence Unit (EIU), “The Global Liveability Index 2018 A free overview,” *Econ. Intell. Unit*, pp. 1–14, 2018,
http://www.eiu.com/Handlers/WhitepaperHandler.ashx?fi=The_Global_Liveability_index_2018.pdf&mode=wp&campaignid=Liveability2018. (Erişim tarihi: 14.01.2021).
- [25] Valcárcel-Aguiar B., Murias, P., Evaluation and Management of Urban Liveability: A Goal Programming Based Composite Indicator, *Soc. Indic. Res.*, pp. 689–712, 2019, doi: 10.1007/s11205-018-1861-z.
- [26] Valcárcel-Aguiar, B., Murias, P., Rodríguez-González, D., Sustainable urban

- liveability: A practical proposal based on a composite indicator, *Sustain.*, no. 1, 2018, doi: 10.3390/su11010086.
- [27] Sarkawi, A. A., Abdullah, A., Dali, N. M., A Critical Review on the Worldwide Economist Intelligence Unit, Mercer and Monocle Quality of Life Indicators, *J. Bus. Econ.*, pp. 584–593, 2017, doi: 10.15341/jbe(2155-7950)/07.08.2017/007.
- [28] Onnom, W., Tripathi, N., Nitivattananon, V., Ninsawat, S., Development of a Liveable City Index (Lci) Using Multi Criteria Geospatial Modelling for Medium Class Cities in Developing Countries, *Sustain.*, 2018, doi: 10.3390/su10020520.
- [29] Lee, Y. F., Chi, Y. Y., Using the analytic network process to establish a new evaluation model of environment livability, *40th Int. Conf. Comput. Ind. Eng. Soft Comput. Tech. Adv. Manuf. Serv. Syst. CIE40 2010*, pp. 1–5, 2010, doi: 10.1109/ICCIE.2010.5668365.
- [30] Giap, T. K., Thye, W. W., Aw, G., A new approach to measuring the liveability of cities: The Global Liveable Cities Index, *World Rev. Sci. Technol. Sustain. Dev.*, pp. 176–196, 2014, doi: 10.1504/WRSTSD.2014.065677.
- [31] Ruiz, H. S., Sunarso, A., Ibrahim-Bathis, K., Murti, S. A., Budiarto, I., GIS-AHP Multi Criteria Decision Analysis for the optimal location of solar energy plants at Indonesia, *Energy Reports*, pp. 3249–3263, 2020, doi: 10.1016/j.egy.2020.11.198.
- [32] Arun Ramnath, R., Thyla, P. R., Harishsharran, A. K. R., Machining parameter selection in milling epoxy granite composites based on AHP, *Mater. Today Proc.*, pp. 319–324, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.09.340.
- [33] Saaty, R. W., The analytic hierarchy process-what it is and how it is used, *Math. Model.*, pp. 161–176, 1987, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.
- [34] Ertiö, T. P., Participatory Apps for Urban Planning—Space for Improvement, *Plan. Pract. Res.*, pp. 303–321, 2015, doi: 10.1080/02697459.2015.1052942.
- [35] Kahila-Tani, M., *Reshaping the planning process using local experiences: Utilising PPGIS in participatory urban planning*. 2015.
- [36] Fritz, S., *et al.*, Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals, *Nat. Sustain.*, pp. 922–930, 2019, doi: 10.1038/s41893-019-0390-3.
- [37] Haklay, M., How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and ordnance survey datasets, *Environ. Plan. B Plan. Des.*, pp. 682–703, 2010, doi: 10.1068/b35097.
- [38] Kose, E., Vural, D., Canbulut, G., The most livable city selection in Turkey with the grey relational analysis, *Grey Syst. Theory Appl.*, pp. 529–544, 2020, doi: 10.1108/gs-04-2020-0042.
- [39] “OpenStreetMap Verisinde Arama Yapma ve Veriyi İndirme — QGIS Tutorials

- and Tips.” http://www.qgistutorials.com/tr/docs/downloading_osm_data.html (Erişim tarihi: 05.03.2021).
- [40] “Free GIS Software Options: Map the World in Open Source - GIS Geography.” <https://gisgeography.com/free-gis-software/> (Erişim tarihi: 03.03.2021).
- [41] “The QGIS open source.” <https://qgis.org/en/site/> (Erişim tarihi: 03.03.2021).
- [42] “TÜİK - Veri Portalı.” <https://data.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 05.03.2021).
- [43] Kocaman, S., Ozdemir, N., Improvement of disability rights via geographic information science, *Sustain.*, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/su12145807.
- [44] Bonney, R., *et al.*, Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy, *Bioscience*, vol. 59, no. 11, pp. 977–984, 2009, doi: 10.1525/bio.2009.59.11.9.
- [45] Palmer, J. R. B., *et al.*, Citizen science provides a reliable and scalable tool to track disease-carrying mosquitoes, *Nat. Commun.*, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1038/s41467-017-00914-9.
- [46] Yalcin, I., Kocaman, S., Gokceoglu, C., A CitSci approach for rapid earthquake intensity mapping: A case study from Istanbul (Turkey), *ISPRS Int. J. Geo-Information*, 2020, doi: 10.3390/ijgi9040266.
- [47] Kocaman, S., Gokceoglu, C., A CitSci app for landslide data collection, *Landslides*, pp. 611–615, 2019, doi: 10.1007/s10346-018-1101-2.
- [48] “EU-Citizen.Science : ECSA 10 Principles of Citizen Science.” <https://eu-citizen.science/resource/88> (Erişim tarihi: 04.05.2021).
- [49] Lantz, B., *Machine Learning with R*. Packt Publishing, 2013.
- [50] Raja, P. S., Sasirekha, K., Thangavel, K., A Novel Fuzzy Rough Clustering Parameter-based missing value imputation, *Neural Comput. Appl.*, pp. 10033–10050, 2020, doi: 10.1007/s00521-019-04535-9.
- [51] Batista, G. E. A. P. A., Monard, M. C., An analysis of four missing data treatment methods for supervised learning, *Appl. Artif. Intell.*, pp. 519–533, 2003, doi: 10.1080/713827181.
- [52] Grubbs, F. E., Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples, *Technometrics*, pp. 1–21, 1969, doi: 10.1080/00401706.1969.10490657.
- [53] Kanit, R., Baykan, U. N., Bina Yaklaşık Maliyetinin Çoklu Doğrusal Regresyon ile Belirlenmesi Determination of Approximate Cost of Buildings with Multiple Linear Regression Analyses, *Politek. Derg. J. Polytech. Cilt*, pp. 359–367, 2004.
- [54] Kayaalp, G. T., Çoklu Doğrusal Regresyon Modelinde Değişken Seçiminin Zootekniye Uygulanışı - Variable Selection in Multiple Regression Model

Application of Animal Science, pp. 1–8, 2015.

- [55] Kilic, S., Linear regression analysis, *J. Mood Disord.*, p. 90, 2013, doi: 10.5455/jmood.20130624120840.
- [56] Karabulut, R., ve diğ., Belirlenmiş Değişkenlerin Vergi Gelirleri Üzerindeki Etkisi: Çoklu Doğrusal Regresyonun Analizi, *Suleyman Demirel Univ. J. Fac. Econ. Adm. Sci. Y.*, pp. 1049–1070, 2018, <https://orcid.org/0000-0003-4927-9789>.
- [57] Montgomery, D. C., Runger, G. C., *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 1994.
- [58] Thompson, M. L., Selection of Variables in Multiple Regression: Part I. A Review and Evaluation, *Int. Stat. Rev. / Rev. Int. Stat.*, p. 1, 1978, doi: 10.2307/1402505.
- [59] Cox, D. R., Snell, E. J., The Choice of Variables in Observational Studies t, pp. 51–59, 2003.
- [60] Yavuz, S., Hataları Ardışık Bağımlı (Otokorelasyonlu) Olan Regresyon Modellerinin Tahmin Edilmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Derg.*, pp. 123–140, 2009.
- [61] Ercan, E., Bek, Y., Şahin, M., ‘SPSS’te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler 2’ *Bilgi. Araştırma ve Uygul. Merk.*, pp. 1–214, 2000.
- [62] Güven, İ., Şimşir, F., Demand forecasting with color parameter in retail apparel industry using artificial neural networks (ANN) and support vector machines (SVM) methods, *Comput. Ind. Eng.*, July, 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106678.
- [63] Öztemel, E., ‘Yapay Sinir Ağları’ *Papatya Yayıncılık Eğitim*, Nisan 2012.
- [64] SPSS 20.0 Download (Free trial) - spss.exe. <https://spss.software.informer.com/20.0/> (Erişim tarihi: 16.05.2021).
- [65] George, D., Mallery, P., *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 Update*. Allyn & Bacon, 2010.
- [66] Zhang, E., Zhang, Q., Xiao, J., Hou, L., Guo, T., Acoustic comfort evaluation modeling and improvement test of a forklift based on rank score comparison and multiple linear regression, *Appl. Acoust.*, January, pp. 29–36, 2018, doi: 10.1016/j.apacoust.2018.01.026.
- [67] Zheng, X., Jiang, Z., Ying, Z., Song, J., Chen, W., Wang, B., Role of feedstock properties and hydrothermal carbonization conditions on fuel properties of sewage sludge-derived hydrochar using multiple linear regression technique, *Fuel*, December 2019, p. 117609, 2020, doi: 10.1016/j.fuel.2020.117609.
- [68] Dan, L., Shi, X., Estimates of Pedestrian Crossing Delay based on Multiple Linear Regression and Application, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, pp. 1997–2003,

2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.225.

- [69] Arı A., Önder, H., Regression Models Used for Different Data Structures, *Anadolu J. Agric. Sci.*, pp. 168–174, 2013, doi: 10.7161/anajas.2013.28.3.168.
- [70] Topal, M., *et al.*, Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı Use of Ridge and Principal Component Regression Analysis Methods in Multicollinearity, *J. Agric. Fac. Atatürk Univ.*, pp. 1300–9036, 2010.
- [71] “Forbes.” <https://www.forbes.com/?sh=6c809f4a2254> (Erişim tarihi: 03.05.2021).
- [72] Forbes Türkiye’nin en yaşanabilir şehirlerini açıkladı | NTV.” <https://www.ntv.com.tr/galeri/seyahat/forbes-turkiyenin-en-yasanabilir-sehirlerini-acikladi,6viFkgKxCUmhmaSZLOE20Q/ad17hB-hWkqjR7HAIfHKxQ> (Erişim tarihi: 23.05.2021).
- [73] Denizli , <https://tr.wikipedia.org/wiki/Denizli> (Erişim tarihi: 28.05.2021).

EK-1. VERİ NORMALİZASYON ÇİZELGELERİ

Çizelge E.1’de gösterilen G1: Üniversite mezunu sayısı , G2: Sınıf başına düşen öğrenci sayısı, G3: Öğretmen sayısı (2019), G4: Öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, G5: Kentte bulunan okul sayısı, G6: Üniversite sayısı, G7: Kütüphane sayısıdır.

Çizelge E.1. Eğitim kategorisinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları.

Gösterge	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Veri kaynağı	TUIK			OSM			
Adana	236103	26	23746	16	143	2	3
Ankara	940790	23	67969	14	1194	22	17
Bolu	35321	18	3098	13	29	1	2
Bursa	344341	25	32915	15	385	2	5
Denizli	113876	19	14135	13	367	1	0
Mersin	199755	24	21820	14	132	4	4
İstanbul	2095865	27	148892	18	1622	60	155
İzmir	631904	24	40817	14	670	10	9
Nevşehir	27340	17	4024	13	118	2	6
Samsun	144482	21	18854	13	74	2	1
Minimum	27340	17	3098	13	29	1	0
Maksimum	2095865	27	148892	18	1622	60	155
Normalize değerler							
Adana	0.10	0.90	0.14	0.60	0.07	0.02	0.02
Ankara	0.44	0.60	0.44	0.20	0.73	0.36	0.11
Bolu	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Bursa	0.15	0.80	0.20	0.40	0.22	0.02	0.03
Denizli	0.04	0.20	0.08	0.00	0.21	0.00	0.00
Mersin	0.08	0.70	0.13	0.20	0.06	0.05	0.03
İstanbul	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
İzmir	0.29	0.70	0.26	0.20	0.40	0.15	0.06
Nevşehir	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	0.02	0.04
Samsun	0.06	0.40	0.11	0.00	0.03	0.02	0.01

Çizelge E.2’de gösterilen G1: Kişi başına düşen yatak sayısı, G2: Toplam sağlık personeli sayısı, G3: Hastane başına düşen sağlık personeli sayısı (Sağ/hastane), G4: Hastane sayısı, G5: Eczane sayısı, G6: Veteriner bürosu sayısı, G7: Özel klinik sayısı, G8: Diş kliniği sayısıdır.

Çizelge E.2. Sağlık kategorisinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları

Gösterge	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Veri kaynağı	TUIK (17)			OSM				
Adana	0.003249	16032	517.16	6	108	2	18	3
Ankara	0.003376	53727	617.55	464	1067	25	159	30
Bolu	0.004841	3019	251.58	9	16	0	1	0
Bursa	0.00241	18604	453.75	75	63	1	14	6
Denizli	0.003195	8090	351.74	73	59	1	18	8
Mersin	0.002519	12242	489.68	22	175	3	28	12
İstanbul	0.002525	94492	397.03	433	3570	70	324	171
İzmir	0.002785	35276	608.21	85	172	8	54	6
Nevşehir	0.002384	2065	258.125	13	18	3	8	4
Samsun	0.003492	11719	434.04	6	43	1	7	4
Minimum	0.002384	2065	251.58	6	16	0	1	0
Maksimum	0.004841	94492	617.55	464	3570	70	324	171
Normalize değerler								
Adana	0.35	0.15	0.73	0.00	0.03	0.03	0.05	0.02
Ankara	0.40	0.56	1.00	1.00	0.30	0.36	0.49	0.18
Bolu	1.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Bursa	0.01	0.18	0.55	0.15	0.01	0.01	0.04	0.04
Denizli	0.33	0.07	0.27	0.15	0.01	0.01	0.05	0.05
Mersin	0.05	0.11	0.65	0.03	0.04	0.04	0.08	0.07
İstanbul	0.06	1.00	0.40	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00
İzmir	0.16	0.36	0.97	0.17	0.04	0.11	0.16	0.04
Nevşehir	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.02	0.02
Samsun	0.45	0.10	0.50	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02

Çizelge E.3'te gösterilen G1: Kişi başına GSYİH, G2: Banka ve ATM sayısı, G3: Market sayısı G4: Benzinlik sayısı, G5: Hostel - motel - hotel sayısı, G6: PTT/Kargo sayısıdır.

Çizelge E.3. Ekonomi kategorisinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları

Gösterge	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Veri kaynağı	TUIK	OSM				
Adana	28221	81	4	235	16	4
Ankara	52000	634	65	396	44	81
Bolu	40202	15	0	84	23	3
Bursa	43707	58	0	225	47	15
Denizli	35745	62	5	91	47	8
Mersin	31151	115	10	279	60	22
İstanbul	65041	2163	73	620	1540	255
İzmir	45034	293	22	184	169	40
Nevşehir	25930	34	1	123	50	9
Samsun	27272	46	13	203	25	14
Minimum	25930	15	0	84	16	3
Maksimum	65041	2163	73	620	1540	255
Normalize değerler						
Adana	0.06	0.03	0.05	0.28	0.00	0.00
Ankara	0.67	0.29	0.89	0.58	0.02	0.31
Bolu	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bursa	0.45	0.02	0.00	0.26	0.02	0.05
Denizli	0.25	0.02	0.07	0.01	0.02	0.02
Mersin	0.13	0.05	0.14	0.36	0.03	0.08
İstanbul	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
İzmir	0.49	0.13	0.30	0.19	0.10	0.15
Nevşehir	0.00	0.01	0.01	0.07	0.02	0.02
Samsun	0.03	0.01	0.18	0.22	0.01	0.04

Çizelge E.4'te gösterilen G1: Havaalanı sayısı, G2: Taksi durağı sayısı, G3: Otobüs durağı sayısı, G4: Metro giriş sayısı (Subway entrance), G5: Kamp alanı sayısı, G6: Piknik alanı sayısı, G7: Çocuk Park alanı sayısı, G8: Karavan alanı sayısıdır.

Çizelge E.4. Ulaşım ve çevre kategorilerinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları

Gösterge kategorisi	Ulaşım (Transportation)				Çevre (Environment)			
Gösterge	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Veri kaynağı	OSM				OSM			
Adana	2	7	30	11	2	3	54	1
Ankara	4	165	108	211	2	12	145	3
Bolu	0	3	3	0	5	1	8	0
Bursa	2	12	48	133	6	3	25	1
Denizli	1	4	11	0	9	2	14	0
Mersin	1	6	15	0	8	7	7	1
İstanbul	5	178	403	460	30	61	498	12
İzmir	6	54	144	26	23	4	56	0
Nevşehir	1	7	12	0	9	3	24	0
Samsun	1	11	13	0	3	4	10	0
Minimum	0	3	3	0	2	1	7	0
Maksimum	6	178	403	460	30	61	498	12
Normalize değerler								
Adana	0.33	0.02	0.07	0.02	0.00	0.03	0.10	0.08
Ankara	0.67	0.93	0.26	0.46	0.00	0.18	0.28	0.25
Bolu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
Bursa	0.33	0.05	0.11	0.29	0.14	0.03	0.04	0.08
Denizli	0.17	0.01	0.02	0.00	0.25	0.02	0.01	0.00
Mersin	0.17	0.02	0.03	0.00	0.21	0.10	0.00	0.08
İstanbul	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
İzmir	1.00	0.29	0.35	0.06	0.75	0.05	0.10	0.00
Nevşehir	0.17	0.02	0.02	0.00	0.25	0.03	0.03	0.00
Samsun	0.17	0.05	0.03	0.00	0.04	0.05	0.01	0.00

Çizelge E.5'te gösterilen G1: Karakol sayısı, G2: Adliye sayısı, G3: Elçilik sayısı, G4: Yangın istasyonu sayısı, G5: Şehir izleme istasyonu sayısı, G6: Sanat galerisi, Tiyatro ve Sinema sayısı, G7: Turistik yer ve Müze sayısı, G8: Eğlence mekanı sayısı, G9: Restoran sayısı, G10: Cami sayısı, G11: AVM ve Kafe sayısı, G12: Stadyum sayısıdır.

Çizelge E.5. Güvenlik ve kültürel etkinlikler kategorilerinin alt kriterleri ve normalizasyon sonuçları.

Gösterge kategorisi	Güvenlik (Safety)					Kültürel Etkinlikler (Recreation)						
Gösterge	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Veri kaynağı	OSM					OSM						
Adana	10	2	1	2	5	5	51	6	113	81	46	1
Ankara	34	0	35	6	6	48	84	85	674	1435	340	5
Bolu	4	1	0	0	1	2	12	0	25	227	11	1
Bursa	16	5	0	7	7	16	37	21	181	980	134	1
Denizli	11	1	0	3	2	17	25	6	174	485	109	1
Mersin	14	4	0	5	5	10	27	7	136	498	54	1
İstanbul	120	15	5	21	17	172	318	303	5205	2687	2730	22
İzmir	35	13	2	14	8	31	51	54	447	697	283	7
Nevşehir	7	4	0	1	4	27	74	9	175	410	81	1
Samsun	13	5	0	4	5	9	14	5	88	1182	72	1
Minimum	4	0	0	0	1	2	12	0	25	81	11	1
Maksimum	120	15	35	21	17	172	318	303	5205	2687	2730	22
Normalize değerler												
Adana	0.05	0.13	0.03	0.10	0.25	0.02	0.13	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00
Ankara	0.26	0.00	1.00	0.29	0.31	0.27	0.24	0.28	0.13	0.52	0.12	0.19
Bolu	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Bursa	0.10	0.33	0.00	0.33	0.38	0.08	0.08	0.07	0.03	0.34	0.05	0.00
Denizli	0.06	0.07	0.00	0.14	0.06	0.09	0.04	0.02	0.03	0.16	0.04	0.00
Mersin	0.09	0.27	0.00	0.24	0.25	0.05	0.05	0.02	0.02	0.16	0.02	0.00
İstanbul	1.00	1.00	0.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

İzmir	0.27	0.87	0.06	0.67	0.44	0.17	0.13	0.18	0.08	0.24	0.10	0.29
Nevşehir	0.03	0.27	0.00	0.05	0.19	0.15	0.20	0.03	0.03	0.13	0.03	0.00
Samsun	0.08	0.33	0.00	0.19	0.25	0.04	0.01	0.02	0.01	0.42	0.02	0.00