



**YÜCEKAPI (ELEŞKİRT, AĞRI)
BELDESİ'NİN KONUT
UYGUNLUĞUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ
İNCELENMESİ: JEOFİZİK, JEOLJİK
VE GEOTEKNİK PERSPEKTİFLER**

Yüksek Lisans Tezi

Nur Baki YEGEN

Eskişehir 2025

**YÜCEKAPI (ELEŞKİRT, AĞRI) BELDESİ'NİN KONUT UYGUNLUĞUNUN
ÇOK DİSİPLİNLİ İNCELENMESİ: JEOFİZİK, JEOLJİK VE GEOTEKNİK
PERSPEKTİFLER**

Nur Baki YEGEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yer Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hakan Ahmet NEFESLİOĞLU

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kasım 2025

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Nur Baki YEGEN'in YÜCEKAPI (ELEŞKİRT, AĞRI) BELDESİ'NİN KONUT UYGUNLUĞUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ İNCELENMESİ: JEOFİZİK, JEOLJİK VE GEOTEKNİK PERSPEKTİFLER başlıklı çalışması 06/11/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Yer Bilimleri Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Prof. Dr. H. Ahmet NEFESLİOĞLU

Üye

: Prof. Dr. Bekir Taner SAN

Üye

: Doç. Dr. Emrah PEKKAN

Prof. Dr. Harun BÖCÜK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ęrencisi Nur Baki YEGEN, YÜCEKAPI (ELEřKRT, AğRI) BELDESİ’NİN KONUT UYGUNLUğUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ İNCELENMESİ: JEOFİZİK, JEOLojİK VE GEOTEKNİK PERSPEKTİFLER başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımda incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Daniřmanı

Prof. Dr. Hakan Ahmet NEFESLİęLU

ÖZET

YÜCEKAPI (ELEŞKİRT, AĞRI) BELDESİ’NİN KONUT UYGUNLUĞUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ İNCELENMESİ: JEOFİZİK, JEOLJİK VE GEOTEKNİK PERSPEKTİFLER

Nur Baki YEGEN

Yer Bilimleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kasım 2025

Danışman: Prof. Dr. Hakan Ahmet NEFESLİOĞLU

Çalışmanın amacı, Yücekapi (Ağrı) bölgesinde güvenli ve sürdürülebilir yerleşim alanlarının belirlenmesine yönelik olarak, bölgenin jeofizik, jeolojik ve jeoteknik açıdan uygunluk değerlendirmesini yapmaktır. Bu kapsamda, bölgenin jeolojik yapısı ile zeminlerin mühendislik özellikleri, detaylı saha çalışmaları, arazi deneyleri ve laboratuvar analizleri aracılığıyla incelenmiştir. Çalışmada, jeofizik (MASW, sismik kırılma) ve jeoteknik (SPT N₆₀, sondaj) verileri IDW interpolasyonu ile değerlendirilmiş; topoğrafik eğim ve kot veri kümeleriyle birlikte 100×100 m²’lik mikrobölgelere dönüştürülmüştür. Müteakiben, veriler min–max normalizasyonu yöntemiyle eş ölçeklendirilmiştir. Elde edilen çok katmanlı veri matrisi, K-ortalamlar (K-means) algoritması ile kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Optimum küme sayısı, Elbow, Silhouette ve hiyerarşik dendrogram analizleri sonucunda k = 3 olarak belirlenmiştir. Pratik açıdan, mevcut mevzuata göre tek bir “önemli alan” sınıfı altında değerlendirilen bölgenin, jeolojik, jeoteknik ve jeofizik ham veriler kullanılarak K-ortalamlar kümeleme yöntemiyle anlamlı üç alt gruba ayrılabilirdiği görülmüştür. Bu yaklaşım, mevcut “tek önemli alan” sınıfı içerisinde yer alan kentleşme bölgelerinin, yerleşime uygunluk açısından ham veriler temelinde alt gruplara ayrılmasını sağlayarak, plancılarının mekânsal planlama süreçlerinde daha nesnel kararlar almasına katkı sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: MASW, SPT, Kümeleme, Yerleşime uygunluk, Yücekapi (Ağrı)

ABSTRACT

A MULTIDISCIPLINARY STUDY OF RESIDENTIAL SUITABILITY IN YÜCEKAPI, ELEŞKİRT, AĞRI: GEOPHYSICAL, GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL PERSPECTIVES

Nur Baki YEGEN

Department of Earth Sciences

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, November 2025

Supervisor: Prof. Dr. Hakan Ahmet NEFESLİOĞLU

The objective of this study is to assess the suitability of the Yücekapi (Ağrı) region from a geophysical, geological, and geotechnical perspective for the identification of safe and sustainable settlement areas. Within this scope, the geological structure of the region and the engineering properties of the soils were investigated through detailed field studies, field tests, and laboratory analyses. In the study, geophysical (MASW, seismic refraction) and geotechnical (SPT N_{60} , drilling) data were evaluated using IDW interpolation and converted into 100×100 m² microzones together with topographic slope and elevation data sets. Subsequently, the data were scaled using the min–max normalization method. The resulting multi-layer data matrix was subjected to cluster analysis using the K-means algorithm. The optimal number of clusters was determined to be $k = 3$ based on the results of Elbow, Silhouette, and hierarchical dendrogram analyses. From a practical standpoint, it was observed that the region, which is currently evaluated under a single “cautionary area” class according to existing legislation, could be meaningfully divided into three subgroups using the K-means clustering method based on geological, geotechnical, and geophysical raw data. This approach enables the subgrouping of urbanization areas within the existing “single precautionary area” class based on raw data in terms of suitability for settlement, thereby contributing to planners making more objective decisions in spatial planning processes.

Keywords: MASW, SPT, Clustering, Settlement suitability, Yücekapi (Ağrı)

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında bana destek olan birçok kişi ve kuruma teşekkür etmek isterim.

Öncelikle, bana her daim rehberlik eden, değerli bilgi ve deneyimlerini paylaşarak bu çalışmanın oluşmasında büyük katkıları olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Hakan Ahmet Nefeslioğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bu çalışmanın gerçekleştirilmesine olanak sağlayan, gerekli tüm teknik desteği sunan ve verilerin kullanılmasına izin veren İller Bankası A.Ş. Mekânsal Planlama Dairesi Başkanlığı'na ve o dönemin Daire Başkanı olarak görev yapan Sayın Osman Nuri Osmanlı'ya teşekkür ederim.

Nur Baki YEGEN

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Nur Baki YEGEN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	II
DANIŞMAN ONAYI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
GÖRSELLER DİZİNİ	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1. Jeolojik ve Jeoteknik Açından Yerleşime Uygunluk: Dünya Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı İncelemesi	9
3. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI.....	12
3.1. Yücekapı Beldesi'nin Coğrafi, Jeolojik ve Topografik özellikleri.....	12
3.2. Bölgedeki Sismotektonik Yapı ve Deprem Geçmişi.....	15
3.3. İklim, Arazi kullanımı ve Nüfus Gelişimi	15
4. VERİLER VE YÖNTEMLER	17
4.1. Jeofizik Veriler	20
4.2. Jeolojik ve Jeoteknik Veriler.....	26
4.3. Veri İşleme ve Hazırlık Süreci	30
4.3.1. Normalizasyon.....	34

4.3.2. Mekânsal interpolasyon	35
4.3.2.1. <i>IDW (Inverse Distance Weighting)</i>	35
4.3.3. Rasterlaştırma ve veri katmanlaştırma.....	36
4.4. K-ortalamlar Kümeleme Yöntemi.....	37
4.4.1. Küme sayısının belirlenmesi	38
4.4.2. Kümeleme ve uygunluk sınıflandırması.....	40
4.5. CBS Tabanlı Entegrasyon ve Haritalama	42
5. ANALİZLER VE BULGULAR	44
5.1. K-ortalamlar Sonuçlarının Küme Bazlı İstatistikleri.....	44
5.2. Her Küme İçin Karakteristik Değerlerin Analizi	46
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	53
7. ÖNERİLER.....	55
KAYNAKÇA.....	56
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Farklı ülkelerde yerleşime uygunluk çalışmalarının yasal ve kurumsal çerçeveye göre karşılaştırılması	10
Tablo 4.1. İnceleme Alanında Yapılan Arazi Çalışmaları.	17
Tablo 4.2. İnceleme alanına ait MASW (P kırılma dahil) ölçümlerinin değerleri.....	21
Tablo 4.3. İnceleme alanına ait sismik kırılma ölçümlerinin değerleri.....	22
Tablo 4.4. Sondajlara Ait Genel Bilgiler	27
Tablo 4.5. N_{60} , V_p ve V_p/V_s değerlerinin ağırlıklı ortalamaları ve V_{s30} değerleri	30
Tablo 4.6. Kullanılan tüm verilerin istatistiksel özeti(count: veri setinde yer alan gözlem sayısı, mean: verilerin aritmetik ortalaması, std: standart sapma, min: veri setindeki en küçük değer, 0.25: verilerin %25'inin bu değerden küçük olduğunu gösterir, 0.50: verilerin tam ortasındaki değerdir, 0.75: verilerin %75'inin bu değerden küçük olduğunu gösterir, max: veri setindeki en büyük değer).	32
Tablo 4.7. SPT Düzeltme Katsayıları	33
Tablo 4.8. N_{60} Düzeltme Tablosu	33
Tablo 4.9. Örnek MASW 1 noktasına ait hız ve kalınlık değerleri.....	34
Tablo 5.1. V_{s30} küme bazlı istatistikleri	44
Tablo 5.2. N_{60} küme bazlı istatistikleri	45
Tablo 5.3. V_p küme bazlı istatistikleri.....	45
Tablo 5.4. V_p/V_s küme bazlı istatistikleri.....	45
Tablo 5.5. Eğim küme bazlı istatistikleri	45
Tablo 5.6. Yükseklik küme bazlı istatistikleri	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. İnceleme Alanına Ait Yer Bulduru Haritası.....	12
Şekil 3.2. İnceleme Alanına Ait Uydu Görüntüsü.....	13
Şekil 3.3. İnceleme Alanının Topografik Yükseklik Haritası	13
Şekil 3.4. İnceleme Alanının Eğim Haritası	14
Şekil 3.5. İnceleme Alanına Ait 1/100.000 Ölçekli Genel Jeoloji Haritası (AKYÜREK, ve diğerleri).	14
Şekil 3.6. İnceleme Alanı ve Yakın Çevresini Gösterir Fay Haritası (MTA ;Earth, 2025).....	15
Şekil 4.1. 100x100 m mikrobölgelere ayrılmış alan üzerindeki sondaj noktaları.	18
Şekil 4.2. İnceleme alanında alınan jeofizik ölçümlerinin uydu görüntüsü üzerinde.....	19
Şekil 4.3. IDW algoritması ile elde edilen V_{s30} dağılımı.....	24
Şekil 4.4. IDW algoritması ile elde edilen V_p dağılımı	25
Şekil 4.5. IDW algoritması ile elde edilen V_p/V_s dağılımı	26
Şekil 4.6. IDW algoritması ile elde edilen N_{60} dağılımı.....	30
Şekil 4.7. Parametreler Arası İlişkilerin Analizi (Korelasyon Matrisi)	36
Şekil 4.8. Parametreler Arası Korelasyon Matrisi	37
Şekil 4.9. Elbow yöntemi ile optimum küme seçimi.....	38
Şekil 4.10. Farklı küme değerleri için Silhouette skoru	39
Şekil 4.11. Hiyerarşik kümeleme dendrogramı	40
Şekil 4.12. K-ortalamlar algoritmasıyla yapılmış iki boyutlu bir kümeleme analizi	41
Şekil 4.13. Jeoteknik-jeofizik verilerin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ortamında mikro-bölgeleme analiziyle sınıflandırılması	42
Şekil 5.1. Topografik yükseklik değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi.....	47
Şekil 5.2. Topografik eğim değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi.....	48
Şekil 5.3. N_{60} değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi	49

Şekil 5.4. V_{s30} değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi	50
Şekil 5.5. V_p değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi.	51
Şekil 5.6. V_p/V_s değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi.	52



GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 4.1. Jeofizik çalışmalara ait genel görünümeler	23
Görsel 4.2. Sondaj çalışmalarından genel görünümeler	29



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SPT	: Standart Penetrasyon Testi
MASW	: Multichannel Analysis of Surface Waves
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
YERBİS	: Yerbilimsel Etüt Bilgi Sistemi
Ö.A.	: Önemli Alan
IDW	: Inverse Distance Weighting



1. GİRİŞ

Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi, özellikle Ağrı ili ve çevresi, aktif tektonik kuşaklar üzerinde yer alması nedeniyle deprem, heyelan ve zemin sıvılaşması gibi çeşitli doğal afetlere karşı yüksek risk taşımaktadır. Bu durum, bölgedeki yerleşim alanlarının planlanması ve konut alanlarının belirlenmesi süreçlerinde jeolojik, jeofizik ve jeoteknik faktörlerin birlikte değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ancak mevcut uygulamalarda bu disiplinlerin çoğunlukla ayrı ayrı ele alınması, yerleşim uygunluk analizlerinde eksik ve yanıltıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Ağrı ili Eleşkirt ilçesine bağlı Yücekapı Beldesi özelinde, konut yerleşim alanlarının doğru planlanması ve afet risklerinin azaltılması için bu bilimsel alanların çok disiplinli bir yaklaşımla bütünleştirilmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışması, jeofizik, jeolojik ve jeoteknik verilerin entegre edilerek birlikte değerlendirilmesini sağlaması bakımından literatüre önemli bir katkı sunmayı hedeflemektedir. Disiplinler arası veri bütünleştirme yaklaşımı sayesinde sadece yüzey verilerine değil, yeraltı yapısına dair detaylı bilgiye de ulaşılması mümkün olmaktadır. Ayrıca çalışmada, gözetimsiz öğrenme yöntemlerinden biri olan K-ortalamlar kümeleme algoritmasının uygunluk analizine uyarlanmasıyla birlikte, veri odaklı ve nesnel bir değerlendirme süreci oluşturabilir. Bu yönüyle tez, yapay zekâ destekli mekânsal analizlerin, kentsel ve kırsal planlamada nasıl kullanılabileceğine dair özgün bir örnek teşkil etmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, Ağrı ili Eleşkirt ilçesi Yücekapı Beldesi sınırları içerisinde zeminin sınıflandırılmasını, jeofizik, jeolojik ve jeoteknik verilerin birlikte analiz edilmesi yoluyla belirlemektir. Çok katmanlı veri yapısı kullanılarak yapılan bu analiz sayesinde, yerleşim planlamasında dikkate alınması gereken fiziksel zemin özellikleri detaylı biçimde ortaya konulacaktır. Böylece, yerleşim kararlarında bilimsel temelli, nesnel ve sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada yöntem olarak, farklı veri katmanlarının (jeofizik ölçümler, jeolojik formasyonlar, zemin dayanımı vb.) birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyan K-ortalamlar kümeleme algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma, gözetimsiz bir öğrenme yöntemi olarak veri setindeki doğal gruplamaları ortaya çıkararak, konut yerleşimi için uygunluk sınıflarına katkı sağlamaktadır. Veri analizi sürecinde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) altyapısı ve mekânsal analiz teknikleri de kullanılarak sonuçların haritalanması gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışması yedi ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan Giriş kısmında araştırma problemi, çalışmanın amacı, bilimsel katkısı ve yöntemsal yaklaşım ortaya konmuştur. İkinci bölüm olan Literatür Taraması, jeolojik, jeofizik ve jeoteknik verilerin yerleşim uygunluğu analizlerindeki önemini ve bu alanda yapılmış çok disiplinli çalışmaları incelemektedir. Üçüncü bölüm olan Çalışma Alanının Tanıtımı, Yücekapı Beldesi'nin coğrafi konumu, jeomorfolojik yapısı, iklimi, sosyoekonomik durumu ve yer bilimsel özelliklerini kapsamaktadır. Dördüncü bölümde, Veriler ve Yöntemler başlığı altında, sahadan ve laboratuvardan elde edilen mühendislik verilerinin nasıl toplandığı, işlendiği ve K-ortalamar algoritmasıyla nasıl analiz edildiği ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Beşinci bölüm olan Analizler ve Bulgular, kümeleme analizlerinin sonuçlarını sunmakta ve zemin açısından elde edilen sınıflandırmaları mekânsal haritalar üzerinden değerlendirmektedir. Altıncı bölümde, Sonuçlar ve Tartışma başlığı altında, bulgular yorumlanmakta ve literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırmalar yapılmaktadır. Son olarak yedinci bölüm olan Öneriler kısmında ise, çalışmadan elde edilen bilimsel sonuçlara dayanarak uygulayıcılara, yerel yönetimlere ve araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etütler, bilimsel yöntemlerle, çok sayıda faktörü dikkate alarak, zemin koşullarını öngörerek ve kısıtlamaları yöneterek en uygun ve sürdürülebilir yer seçimlerini yapmak için gereklidir. Bu sayede projelerin başarı şansı artar, maliyetler düşer ve olası olumsuz etkiler en aza indirilir.

Yerleşime uygunluk analizleri, kentleşmenin artmasıyla birlikte daha sistematik ve bilimsel yöntemlerle ele alınması gereken bir planlama aracı hâline gelmiştir. Başlangıçta yalnızca topoğrafya, ulaşım ve altyapı kriterleri üzerinden yapılan uygunluk değerlendirmeleri, zamanla jeoloji, zemin mekaniği, hidrojeoloji ve afet riski gibi daha karmaşık fiziksel parametreleri de içerecek şekilde genişletilmiştir (Malczewski, 2004). Özellikle zemin kaynaklı risklerin belirlenmesinde jeoteknik ve jeofizik verilerin önemi artmış; bu kapsamda çok disiplinli yaklaşımların entegrasyonu zorunlu hâle gelmiştir.

Jeolojik, jeofizik ve jeoteknik yöntemler, yerleşim alanlarının değerlendirilmesinde yeraltı yapısının modellenmesi ve zemin davranışlarının belirlenmesi açısından vazgeçilmez araçlar hâline gelmiştir. SPT (Standart Penetrasyon Testi) sonuçları, zeminin sıkılık derecesi ve taşıma gücü hakkında doğrudan bilgi verirken; MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) yöntemi ile elde edilen Vs (kayma dalgası hızı) profilleri, zemin sınıflandırması, sismik tehlike analizi ve mikrobölgeleme çalışmaları için kritik veri sağlamaktadır. Bu parametreler aynı zamanda sıvılaşma potansiyeli, oturma riski ve zemin büyütmesi gibi mühendislik problemlerinin değerlendirilmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Literatürde yapılan çok sayıda çalışmada, bu söz konusu yer bilimleri ve mühendisliği verilerinin birlikte yorumlanmasıyla yerleşime uygunluk analizlerinin daha sağlıklı sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Ansal, ve diğerleri, 2004).

Son yıllarda makine öğrenmesi ve yapay zekâ yöntemlerinin coğrafi veri analizlerine entegrasyonu ile, yerleşim alanlarının uygunluk analizlerinde yeni bir dönem başlamıştır. Bu kapsamda K-ortalamlar kümeleme algoritması, veri madenciliği tabanlı analizlerde sıkça kullanılan, gözetimsiz öğrenme yöntemlerinden biridir. Özellikle verilerin önceden belirlenmiş sınıf etiketlerine ihtiyaç duymadan doğal gruplamalara ayrılmasına olanak tanınması, bu yöntemi mekânsal uygunluk analizleri için oldukça elverişli kılmaktadır. K-ortalamlar algoritması, benzer özelliklere sahip veri noktalarını kümeleyerek sınıflandırmaların yapılmasında kullanılmakta, bu sayede karar vericilere nesnel bir değerlendirme imkânı sunmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile birlikte

kullanıldığında ise bu yöntem, mekânsal karar destek sistemlerinin temel bileşenlerinden biri hâline gelmektedir (Qian Wang, 2017; Malczewski, 2004).

Dünya genelinde yapılan benzer çalışmalarda, jeolojik ve jeoteknik verilerin K-ortalamlar algoritması ya da benzeri makine öğrenme yöntemleriyle analiz edildiği pek çok örnek bulunmaktadır. Örneğin Hindistan, İran, Çin ve Endonezya gibi deprem kuşağında yer alan ülkelerde, zemin uygunluğu ve sınılaşma potansiyeli gibi parametrelerin mekânsal modellemeye entegrasyonu ile yerleşime uygunluk haritaları üretilmiştir. Türkiye’de ise özellikle İstanbul, İzmir, Erzincan, Elazığ ve Van gibi deprem riski yüksek kentlerde yapılan çalışmalarda, mikrobölgeleme, sınılaşma analizi, yeraltı suyu seviyesi ve zemin sınıfları gibi veriler kullanılarak benzer uygunluk analizleri gerçekleştirilmiştir (Kolay ve diğerleri, 2012). Ancak bu çalışmaların büyük kısmı yalnızca belirli bir disiplini temel almakta; jeofizik, jeolojik ve jeoteknik verilerin birlikte, bütüncül bir analizle ele alındığı çalışma sayısı sınırlı kalmaktadır.

Bu bağlamda, Yücekapı Beldesi’nde gerçekleştirilen bu çalışma, hem mevcut teknik verilerin bütüncül değerlendirilmesi hem de yapay zekâ temelli mekânsal analizlerin yerleşim planlamasına uygulanması açısından özgün ve yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

Kaynaklardaki çalışmalarda belirtilen bazı eksiklikler ve geliştirilebilecek yönleri şöyle sıralayabiliriz;

Yang ve diğerleri (2021), yapmış oldukları çalışmada büyük ölçekli altyapı projeleri için mühendislik jeolojisine uygunluğunu değerlendiren Mühendislik Jeolojisi Uygunluk Değerlendirme İndeksi (EGSCEI) yöntemini tanıtmaktadır. Bulanık kapsamlı değerlendirme ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemlerini kullanarak, arazi kullanımı, jeomorfoloji, jeolojik yapı, litoloji, hidrojeoloji, jeolojik afet riski ve kayaçların aşınması gibi yedi temel faktör değerlendirilerek en uygun lokasyonu belirlemeyi sağlar. Model, Çin’de China Initiative Accelerator-Driven System (CiADS) ve High-Intensity Heavy-Ion Accelerator Facility (HIAF) projeleri için üç farklı potansiyel alan üzerinde test edilmiş ve No. 3 Bölgesi en uygun yer olarak belirlenmiştir. Bu karar Çin hükümeti tarafından da benimsenmiştir. Sonuçlar, EGSCEI ile performansları sistemli, sistematik ve uygulanabilir bir modelin sunulduğunu göstermekte olup, EGSCEI yönteminin yalnızca mühendislik projelerinde değil, çoklu dolaşımda bulunan her türlü yer seçim analizinde uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Li ve diğerkleri (2019), Mühendislik Alan Uygunluk İndeksi (ESSI) adlı yeni bir sistem önermektedir. Çok faktörlü etkileşim matrisi temelinde geliştirilen bu sistem, mühendislik alanlarının uygunluk seviyesini belirleyen temel faktörleri tanımlamak, bu faktörler arasındaki etkileşimleri ölçmek, ağırlık oranlarını hesaplamak ve uygunluk indeksini belirlemek amacıyla tasarlanmıştır. Çin Spallation Nötron Kaynağı (CSNS) projesi için beş potansiyel alanın uygunluğu ESSI yöntemi ile değerlendirilmiş ve 3 numaralı alan en uygun mühendislik alanı olarak seçilmiştir. ESSI modeli, mühendislik jeolojisi, ekoloji, ekonomi ve proje gereksinimlerini dikkate alarak kapsamlı bir değerlendirme sunmakta ve büyük ölçekli altyapı projeleri için güvenilir bir referans sağlamaktadır.

Osaimi ve Qoradi (2020), Suudi Arabistan'da nükleer enerji santralleri için uygun yer seçimi konusunu ele alan akademik bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar, Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) teknik yeteneklerini kullanarak, veri tabanı oluşturma, veri işleme ve analiz yoluyla uygun bölgeleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemine dayalı bir mekânsal uygunluk analizi kullanılarak Suudi Arabistan'ın doğu ve batı kıyılarında potansiyel bölgeler tespit edilmiş ve bu bölgelerdeki jeolojik ve çevresel faktörler değerlendirilmiştir. Makale, CBS'nin karmaşık mekânsal analizleri otomatikleştirmedeki rolünü vurgulayarak, nükleer santral yer seçimi sürecinde bilimsel ve sistematik bir yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır.

Petrone ve diğerkleri (2023), İtalya'nın güneyindeki Nola lojistik tesisinin zemin koşullarını inceleyen bir araştırmayı sunmaktadır. Makale, karmaşık jeolojik ortamlarda 3 boyutlu mühendislik jeolojisi modellemesinin ve geoteknik karakterizasyonun önemini vurgulamaktadır. Yazarlar, bu tür modellemelerin maliyet optimizasyonu ve öngörülemeyen zemin sorunlarından kaynaklanan risklerin azaltılmasında kritik bir rol oynadığını savunmaktadır. Çalışma, Eurocode 7 gibi güncel geoteknik tasarım kurallarıyla uyumlu metodolojik bir yaklaşım önererek, Nola ovasının heterojen piroklastik-alüvyonel yapısını detaylı saha ve laboratuvar verileriyle 3 boyutlu olarak modellemekte ve geoteknik özelliklerini istatistiksel olarak değerlendirmektedir. Makalenin temel amacı, karmaşık zemin koşullarına sahip inşaat alanları için güvenilir bir geoteknik tasarım süreci sunmaktır.

Fookes (1997), çalışmasında, mühendislik uygulamalarında jeolojinin önemi vurgulanmış; jeolojik modelleme, öngörü ve performans kavramları ele alınmıştır. Doğru bir jeolojik modelin geliştirilmesi için bölgesel ve yerel jeoloji, jeomorfolojik süreçler ve

yüzey koşulları dikkate alınmalı, saha araştırmalarıyla modelin doğruluğu artırılmalıdır. Mühendislik projelerinde jeolojik risk ve belirsizliklerin en aza indirilmesi için jeologlar ve mühendisler arasında güçlü bir iş birliği gerekmektedir. Ayrıca, mühendislik eğitiminde jeolojiye daha fazla yer verilmesi gerektiği belirtilerek, jeolojinin mühendislik projelerindeki kritik rolü vurgulanmaktadır.

Aksoy ve San (2017), sürdürülebilir çöplerin depolanacağı alanların belirlenmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Analizi (MCDA) entegrasyonunu kullanmaktadır. Antalya kenti örneğinde uygulanan bu yöntem, 12 farklı kriteri (eğim, sıcaklık, jeoloji, fay hatları, deprem riski vb.) değerlendirerek uygun çöp depolama alanlarını belirlemektedir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmış ve uzun vadeli çözümler üretebilmek için nüfus artış tahminleri de dikkate alınmıştır. Çalışma, atık yönetimi ve sürdürülebilir şehir planlaması için kullanılabilecek etkili bir yaklaşım sunmaktadır.

Cradden ve diğerleri (2016), Avrupa genelinde özellikle kombine rüzgâr-dalga enerji platformları için en uygun yerleri belirlemek amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımının incelendiği belirtilmektedir. Yüksek çözünürlüklü rüzgâr ve dalga modeli verileri ile çevresel ve fiziksel parametreleri entegre eden bu çalışma, Kuzey ve Batı Avrupa'nın, özellikle İskoçya ve İrlanda kıyılarının güçlü kaynaklar ve uygun derinlik koşulları nedeniyle kombine teknolojiler için en büyük potansiyeli sunduğunu göstermektedir. Ancak, inşa edilebilirlik, erişilebilirlik, ekstrem koşullar ve uygun liman altyapısı eksikliği gibi önemli zorluklar bulunmaktadır. Saha seçiminde kıyıya ve limanlara uzaklık, çevresel kısıtlamalar ve hava koşulları gibi çeşitli faktörlerin dikkate alınmasının gerekliliği vurgulanmakta ve CBS tabanlı çok kriterli analizlerin bu karmaşık karar verme sürecinde değerli bir araç olduğu sonucuna varılmaktadır.

Biondi ve diğerleri (2023), Amerika Birleşik Devletleri'nin California eyaletindeki Seal Beach kentinde yeraltındaki gizli fay hatlarını tespit etmek ve kentsel alanlarda sismik risk değerlendirmesine katkıda bulunmak amacıyla çalışma yürütmüşlerdir; kapsam olarak, yoğun kentsel yerleşim alanları altında bulunan sığ fayların varlığının belirlenmesi ve bu fayların sismik dalga davranışı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yöntem olarak, kent genelinde konuşlandırılmış yoğun sismik ağlar kullanılmış ve ortam gürültüsü (ambient noise) interferometri teknikleri ile yüzey dalgalarının hız ve dağılım verileri elde edilmiştir; bu sayede doğrudan aktif kaynak kullanımına gerek kalmadan sığ fay yapıları görüntülenebilmiştir. İçerikte, elde edilen veriler ile fay hatlarının yerleşim

altındaki konumu ve geometrisi belirlenmiş, ayrıca bazı bölgelerde daha önce bilinmeyen küçük ölçekli sismik yapıların varlığı doğrulanmıştır. Sonuç olarak, çalışmanın, yoğun kentsel alanlarda gizli fayların tespit edilmesi ve sismik risk haritalarının geliştirilmesinde yüksek çözünürlüklü ve maliyeti düşük bir yöntem sunduğu ortaya konmuş, CBS ve yoğun sismik gözlem kombinasyonunun şehir planlaması ve afet yönetimi açısından kritik bir araç olduğu vurgulanmıştır.

Vessia ve diğerleri (2021), farklı ülkelerde yürütülen sismik mikrozonlama çalışmalarını karşılaştırmalı olarak ele almışlardır. İçerikte Fransa, Hindistan, Türkiye, İsviçre, İran, Japonya, Çin, ABD (California), Yeni Zelanda ve İtalya gibi birçok ülkedeki kılavuzlar, uygulamalar ve vaka çalışmaları özetlenmiştir. Kentsel alanlarda deprem riskini azaltmaya yönelik sismik mikrozonlama (SM) çalışmalarının önemini vurgulamakta; amaç olarak yerel zemin koşullarının deprem dalgaları üzerindeki etkilerini belirleyerek olası hasar dağılımını doğru tahmin etmeyi ve böylece şehirlerin dirençliliğini artırmayı hedeflemektedir. Kapsam olarak, dünya genelinde meydana gelen büyük depremlerden elde edilen gözlemler ile jeoloji, jeofizik, jeoteknik ve inşaat mühendisliği disiplinlerini birleştiren çok aşamalı bir yaklaşımla mikrozonlama çalışmalarının yöntemlerini tartışmakta, ayrıca Fransa, Hindistan, Türkiye, Japonya ve ABD gibi farklı ülkelerdeki rehberler ve uygulama standartlarını karşılaştırmaktadır. Yöntem açısından, mikrozonlama çalışmalarında dört temel adım tanımlanmıştır: referans depremin seçimi, zemin modelinin yerinde ve laboratuvar deneyleriyle belirlenmesi, deneysel/ampirik/nümerik yöntemlerle yerel zemin tepkisinin analiz edilmesi ve elde edilen sonuçların mikrozonlama tehlike haritalarına dönüştürülmesi. İçerikte, çok disiplinli saha karakterizasyonu, serbest alan zemin tepkisinin deneysel ve sayısal yöntemlerle belirlenmesi, yapı-zemin etkileşimi, sismik sıkışma, sıvılaşma, heyelan gibi eş-zamanlı zemin duraysızlıkları ve acil durum yönetimi bağlamında mikrozonlama çıktılarının kullanımı gibi temalar ele alınmıştır. Sonuç olarak makale, mikrozonlama çalışmalarının kentsel planlama, yapı tasarımı, afet sonrası yeniden yapılanma ve acil durum yönetiminde kritik bir araç olduğunu; deneysel, ampirik ve sayısal yöntemlerin birlikte kullanımıyla yerel zemin etkilerinin daha doğru belirlenebileceğini ve böylece şehirlerin deprem karşısındaki dirençliliğinin artırılabilirliğini vurgulamaktadır.

Lombardo ve Tanyas (2021), gelecekteki olası sismik olayların heyelan riskine etkisinin değerlendirilmesi ve bu süreçte istatistiksel simülasyonların uygulanabilirliği

incelemişlerdir. Yöntem olarak, önce mevcut sismik tehlike verileri kullanılarak farklı deprem senaryoları oluşturulmuş, ardından bu senaryoların topoğrafya, jeoloji ve zemin koşulları ile etkileşimi istatistiksel simülasyonlar (Monte Carlo ve varyans analizleri) ile modellenmiş ve olası heyelan alanları tahmin edilmiştir. İçerikte, senaryo tabanlı simülasyonların, klasik deterministik yaklaşımlara göre çok daha esnek ve geleceğe dönük risk öngörüsü sağlayabildiği, özellikle kritik altyapı ve yerleşim alanlarında uygulanabilirliği detaylı olarak gösterilmiştir. Sonuç olarak, çalışma, senaryo tabanlı istatistiksel simülasyonların, deprem kaynaklı heyelanların mekânsal dağılımını öngörmeye etkili bir yöntem olduğunu ve afet risk yönetimi ile arazi kullanım planlamasında proaktif bir araç sunduğunu ortaya koymuştur.

Mohammed ve diğerleri (2023), katı atık yönetiminde önemli bir problem olan düzenli depolama sahalarının optimum yer seçimi sorununa çözüm üretmek amacıyla, Nijerya'nın Kano kenti ve çevresinde gerçekleştirilmiş olup, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı çok ölçütlü karar analizi (AHP) yöntemi kullanılarak en uygun alanların belirlenmesini ve seçilen alanların jeoteknik testler ile birlikte dijital görüntü analizi yardımıyla değerlendirilmek istenmiştir. Yöntem aşamasında, atık depolama sahalarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken parametreler (yerleşim alanlarına uzaklık, ulaşım ağına erişim, su kaynakları, jeolojik ve jeoteknik özellikler, topoğrafya ve arazi kullanımı) katmanlar halinde CBS ortamına aktarılmış, AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve Ağırlıklı Bindirme Analizi (Weighted Overlay Analysis) uygulanarak en uygun sahalar tespit edilmiştir. İçerikte, seçilen üç aday sahanın zeminden alınan örnekleri üzerinde Atterberg limitleri, dane analizi, kompaksiyon, geçirgenlik ve makaslama dayanımı gibi deneysel testler yapılmış, ayrıca dijital görüntü işleme teknikleriyle tane boyutu ve dağılımı doğrulanmıştır. Sonuçlar, üç aday alan arasından saha 3'ün jeoteknik ve hidrojeolojik açıdan en uygun seçenek olduğunu, geçirgenlik ve stabilite bakımından düzenli depolama için gerekli kriterleri sağladığını ortaya koymuş; böylece çalışma, CBS tabanlı çok ölçütlü analizlerin mühendislik deneyleriyle entegre edilmesinin, düzenli depolama sahalarının seçimi için sürdürülebilir ve güvenilir bir yaklaşım sunduğunu göstermiştir.

Saunders ve Becker (2015), Yeni Zelanda'nın Canterbury bölgesinde 2010–2011 yıllarında meydana gelen deprem dizisinin ardından kentsel planlama süreçlerinde dirençlilik (resilience) ve sürdürülebilirlik (sustainability) kavramlarının nasıl ele alındığını tartışmayı amaçlamışlardır. Kapsam olarak afet sonrası yeniden yapılanma

sürecinde arazi kullanım planlamasının rolünü, karşılaşılan zorlukları ve uzun vadeli toplumsal uyum açısından planlama yaklaşımlarının yeterliliği incelenmiştir. Yöntem olarak, deprem sonrası dönemde geliştirilen politika belgeleri, arazi kullanım kararları, yeniden yapılaşma stratejileri ve planlama uygulamaları doküman analizi ile değerlendirilmiş, ayrıca farklı kurumların, hükümet organlarının ve yerel yönetimlerin rollerine ilişkin karşılaştırmalı inceleme yapılmıştır. İçerikte, afet sonrası hızlı iyileşme ihtiyacı ile uzun vadeli sürdürülebilirlik hedefleri arasındaki gerilimler, merkezi hükümetin güçlü müdahaleleri ile yerel yönetimlerin sınırlı karar alanları arasındaki dengesizlik, toplumsal katılımın yetersizliği ve farklı planlama ölçekleri arasındaki uyumsuzluk gibi konulara odaklanılmıştır. Sonuç olarak, Canterbury deneyiminin, afet sonrası arazi kullanım planlamasında kısa vadeli dirençlilik hedefleri ile uzun vadeli sürdürülebilirlik vizyonunun bütüncül bir şekilde entegre edilmesi gerektiğini, bunun için de hem kurumlar arası koordinasyonun hem de toplumsal katılımın güçlendirilmesinin kritik olduğunu ortaya koyduğu vurgulanmıştır.

2.1. Jeolojik ve Jeoteknik Açidan Yerleşime Uygunluk: Dünya Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı İncelemesi

Yerleşime uygunluk çalışmaları, zemin ve kaya özelliklerinin yanı sıra doğal afet tehlikelerinin (deprem, heyelan, sel, sıvılaşma, kaya düşmesi vb.) dikkate alınmasıyla yapılmaktadır. Bu yaklaşım, şehir planlaması ve mühendislik uygulamalarında güvenli, sürdürülebilir ve dayanıklı yerleşim alanlarının belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Dünyada farklı ülkeler benzer prensipleri benimsemekle birlikte, uygulamada farklı seviyelerde disiplin ve entegrasyon görülmektedir.

Türkiye’de yerleşime uygunluk çalışmaları, imar planlarının sağlıklı biçimde hazırlanabilmesi için zorunlu tutulmuş olup, yasal dayanağını 3194 sayılı İmar Kanunu’ndan almaktadır. Bu kapsamda jeolojik-jeoteknik etütlerin nasıl yapılacağı ve hangi formatta hazırlanacağı 2008/10337 sayılı Genelge ile belirlenmiş, ardından 28.09.2011 tarih ve 102732 sayılı Genelge ile süreç daha detaylı şekilde düzenlenmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Söz konusu genelge ile raporların hazırlanması, incelenmesi ve onaylanmasına dair usuller netleştirilmiş, ayrıca YERBİS (Yerbilimsel Etüt Bilgi Sistemi) üzerinden dijital onay süreci başlatılmıştır. Bu sistem sayesinde, imar

planı hazırlanmadan önce mutlaka jeolojik ve jeoteknik verilerin dikkate alınması zorunlu hale gelmiştir.

Tablo 2.1. Farklı ülkelerde yerleşime uygunluk çalışmalarının yasal ve kurumsal çerçeveye göre karşılaştırılması

Kriter / Ülke	Türkiye (AFAD, 2018)	ABD (NEHRP, 2009)	Japonya (JMA ve MLIT, 2012)	Avrupa (CEN, 2005)
Yasal Çerçeve	İmar Kanunu, Deprem Yönetmeliği, Zemin Etütleri Yönetmeliği	Seismic Hazard Mapping Act, NEHRP standartları	Building Standard Law, City Planning Law	Eurocode 7-8 ve ulusal afet yasaları
Jeolojik Etüt	Ruhsat öncesi zorunlu	Bölgesel olarak zorunlu	Çok katı ve standart	Ülkeye göre değişmekle birlikte yaygın
Risk Haritaları	Deprem tehlike haritası, sınırlı mikro-bölgeleme	CBS tabanlı deprem/heyelan/sel haritaları	Mikro-bölgeleme ulusal ölçekte çok gelişmiş	Risk zonlama haritaları yaygın
Arazi Kullanımı	Kısıtlamalar mevcut	Riskli alanlarda yapı yasağı	Riskli alanlarda yapı kesinlikle yasak	Risk haritalarına sıkı bağlı
CBS ve Analizler	Akademik düzeyde yaygınlaşıyor	Planlamada yaygın	Yapay zekâ destekli sistemlerle entegre	Özellikle heyelan ve sel için gelişmiş
Denetim	Kağıt üzerinde güçlü, uygulamada nispeten zayıf	Federal ve yerel kurumlarla güçlü	Çok disiplinli ve katı	Yüksek standartlı
Afet Yönetimi	Daha çok afet sonrası odaklı	Afet öncesi risk azaltma ön planda	Afet öncesi + hızlı afet sonrası iyileştirme	Risk yönetimi + sürdürülebilirlik entegrasyonu

Türkiye’de yerleşime uygunluk çalışmalarında mevzuat, özellikle 2008/10337 ve 2011/102732 sayılı genelgeler ile 2019 tarihli Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı tebliği (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019), kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Uygulamada, bazı bölgelerde raporların kapsamı sınırlı olabilmekte ve hidrojeoloji, jeomorfoloji veya mühendislik jeofiziği gibi farklı disiplinlerin bir arada kullanımı her zaman mümkün olmayabilmektedir. Bu durum, özellikle kaynak kısıtları, kırsal alanlarda planlama süreçlerinin daha sınırlı olması ve kurumlar arasında yeterli koordinasyon sağlanamamasıyla açıklanabilir.

CBS tabanlı çok kriterli analizlerin akademik araştırmalarda yaygınlık kazanmasına rağmen, resmi uygulamalara entegrasyonu zaman almıştır. Dolayısıyla mevcut mevzuat güçlü bir dayanak sağlamakla birlikte, uygulamanın daha etkin ve bütüncül hale getirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Özşahin ve Kaymaz, 2021).

Uluslararası örneklere bakıldığında; ABD’de afet riskleri CBS tabanlı haritalarla ayrıntılı biçimde ortaya konmakta ve bu haritalar doğrudan arazi kullanım planlarına entegre edilmektedir (NEHRP, 2009). Japonya’da riskli bölgelerde yapılaşmaya izin verilmemekte ve yüksek mühendislik standartları zorunlu tutulmaktadır (JMA ve MLIT, 2012). Avrupa ülkelerinde ise özellikle Alp kuşağında heyelan ve sel tehlikesine karşı detaylı risk zonlamaları yapılarak planlama süreçlerine sıkı bir şekilde entegre edilmektedir (CEN, 2005).

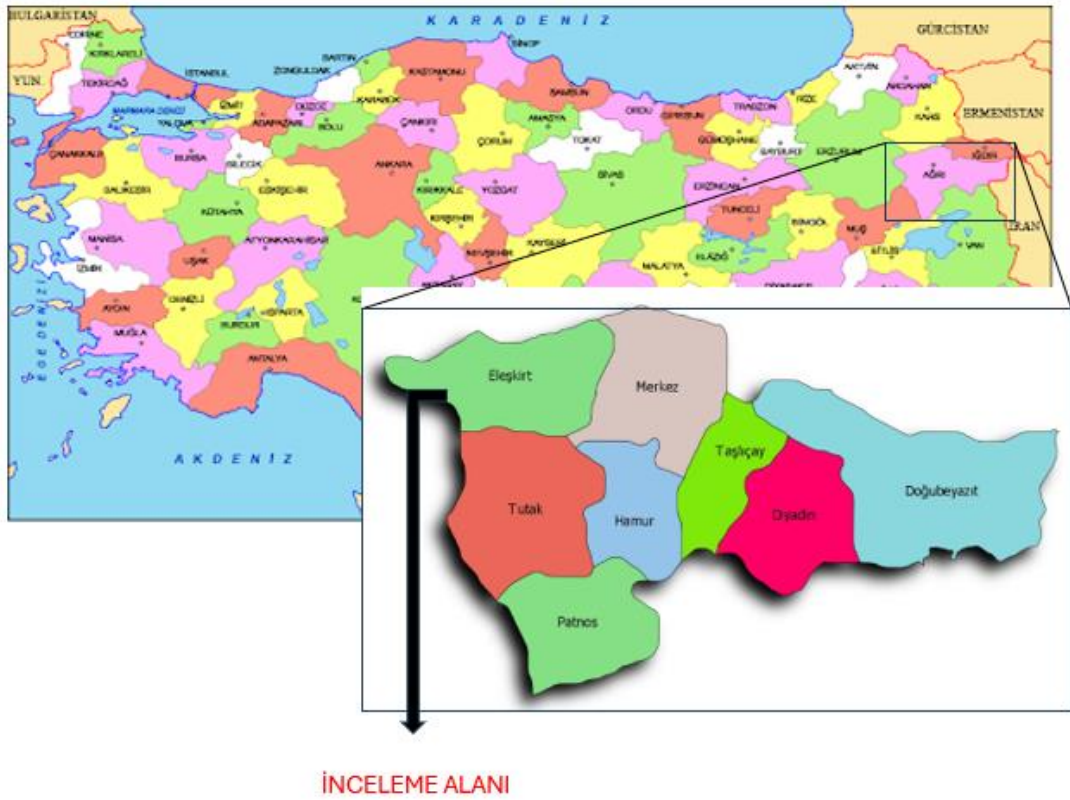
Jeolojik ve jeoteknik açıdan yerleşime uygunluk değerlendirmeleri, ülkelerin planlama alışkanlıkları ve afet deneyimleriyle yakından bağlantılıdır. Günümüzde genel eğilim, riskleri önceden değerlendirmeye ve çok kriterli analizleri kullanarak planlamayı desteklemeye yöneliktir. Türkiye’de süreç, sağlam bir yasal çerçeveye dayanıyor olsa da, uygulamaların daha bütüncül ve disiplinler arası bir yaklaşımla yürütülmesi faydalı olacaktır. Özellikle coğrafi veri ve karar destek sistemlerinin planlama süreçlerine etkin şekilde dahil edilmesi, risklerin azaltılmasına ve güvenli yerleşim alanlarının oluşmasına katkı sağlayabilir. Farklı ülkelerdeki uygulamalardan örnek alınarak, süreçlerin daha sistematik ve verimli hâle getirilmesi mümkün olabilir.

3. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

3.1. Yücekapı Beldesi'nin Coğrafi, Jeolojik ve Topografik özellikleri

Bu çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Ağrı ilinin Eleşkirt ilçesine bağlı Yücekapı Beldesi sınırları içerisinde gerçekleştirilmektedir. İnceleme alanı yaklaşık 744,74 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Yücekapı Beldesi, Eleşkirt Ovası içerisinde yer almakta, batısında Çakmak Dağı, kuzeybatısında Kösedag, güneyinde Mızrak Dağı ve Kılıç Dağı gibi volkanik kökenli dağlarla çevrelenmiş durumdadır. Ovanın yüksekliği 1650-1700 metre arasında değişmekte olup, bölge çoğunlukla alüvyon dolgulu zemin karakterine sahiptir. Bölgenin batısında doğan Güzeldere, Eleşkirt Ovası'ndan geçerek Murat Nehri'ne katılmaktadır ve bölgenin en önemli akarsuyudur.

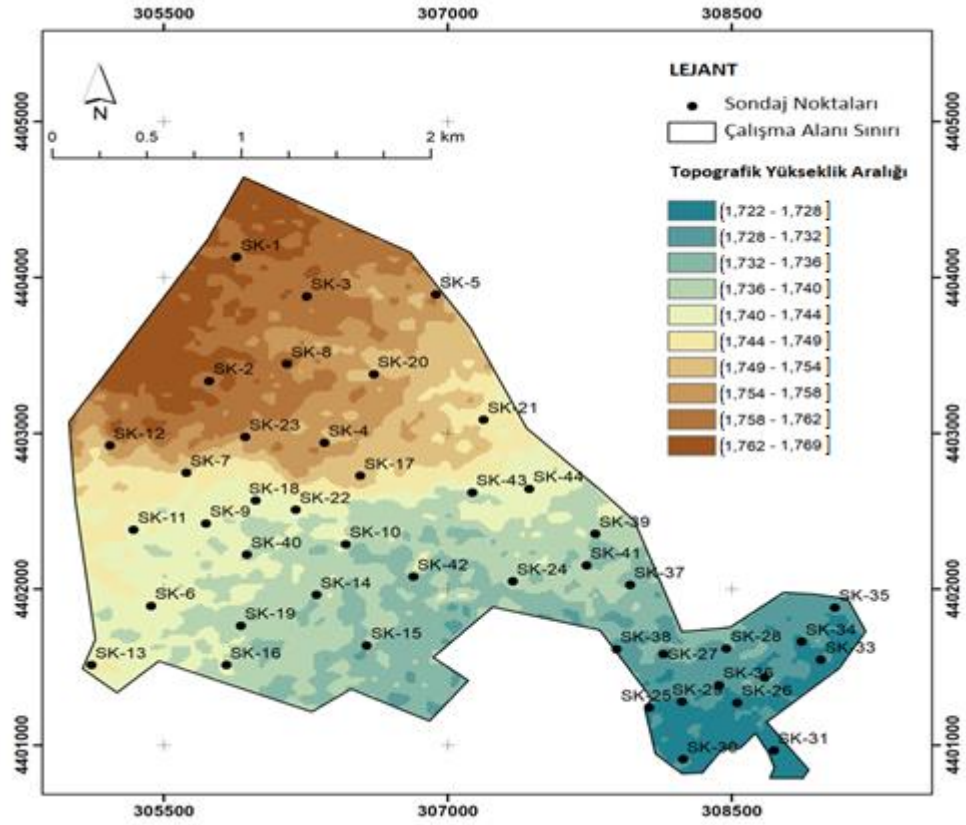
İnceleme alanı içerisi ve yakın çevrede yüzeyleyen stratigrafi birimleri yaşlıdan gence doğru sarısıyla; Kağızman Karmaşığı (Kka), Kavakdağı Kireçtaşı (Teka), Güvendik Formasyonu (Tmg), Sekirdağ Volkanitleri (Tms), Hamur Volkanitleri (Tplha), Bulanık Formasyonu (plQbu), Kuvaterner Alüvyon (Qal) olarak tespit edilmiştir. (Ercan, ve diğerleri, 1993)



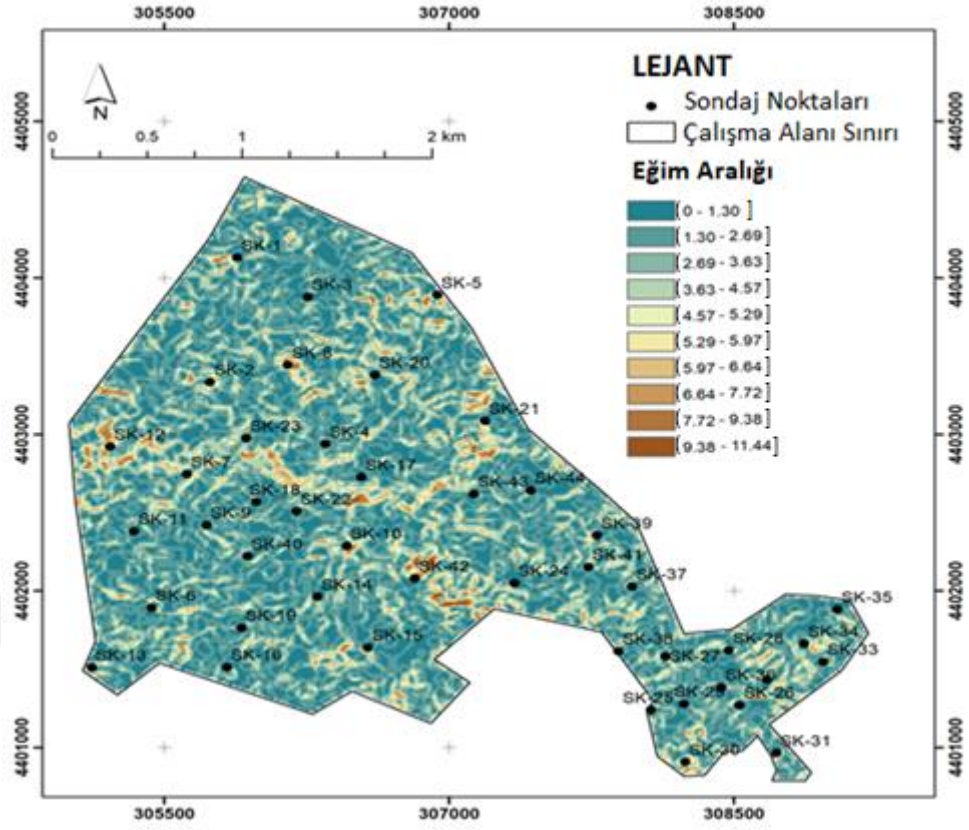
Şekil 3.1. İnceleme Alanına Ait Yer Bulduru Haritası.



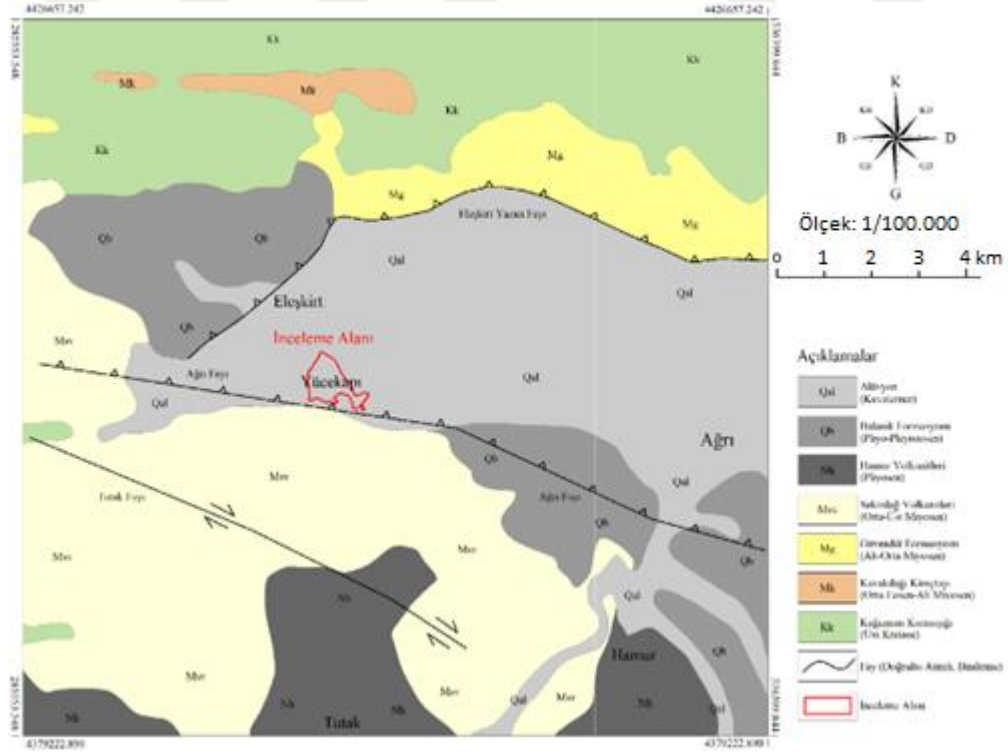
Şekil 3.2. İnceleme Alanına Ait Uydu Görüntüsü.



Şekil 3.3. İnceleme Alanının Topografik Yükseklik Haritası.



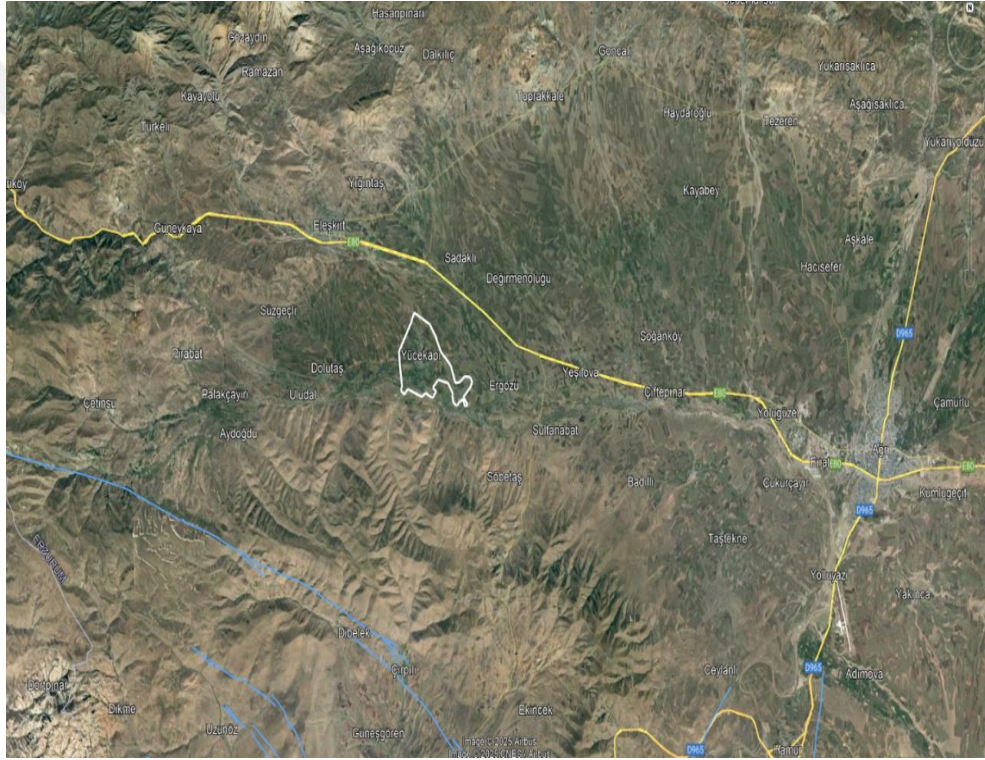
Şekil 3.4. İnceleme Alanının Eğim Haritası.



Şekil 3.5. İnceleme Alanına Ait 1/100.000 Ölçekli Genel Jeoloji Haritası (AKYÜREK, ve diğerleri).

3.2. Bölgedeki Sismotektonik Yapı ve Deprem Geçmişi

İnceleme alanında en büyük yer ivmesi Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak 0.307 g olarak bulunmuştur. Bölge, Doğu Anadolu Fay Zonu'nun etkisi altında bulunmakta ve geçmişte meydana gelen çok sayıda orta ve yüksek büyüklükte depremle sismotektonik açıdan aktif bir karakter sergilemektedir. Yücekapı merkez alınarak yapılan analizlerde, 100 km yarıçaplı alanda 1900–2022 yılları arasında $M_w \geq 4,0$ büyüklüğünde çok sayıda deprem kaydedilmiştir. Bu veriler, bölgenin konut yerleşimi açısından jeoteknik ve sismik risk analizlerinin dikkatle ele alınması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 3.6. İnceleme Alanı ve Yakın Çevresini Gösterir Fay Haritası. Fayları (Emre vd., 2013)'den, harita MTA Yer Bilimleri Portalından alınmıştır. (MTA ;Earth, 2025)

3.3. İklim, Arazi kullanımı ve Nüfus Gelişimi

İklim özellikleri bakımından bölgede karasal iklim hüküm sürmektedir. Kışlar uzun, soğuk ve kar yağışlı; yazlar ise kısa, sıcak ve kurak geçmektedir. Yıllık sıcaklık ortalaması 6,7 °C civarında olup, en soğuk ay olan Ocak ayında sıcaklık -45,6 °C'ye kadar düşebilmekte, yaz aylarında ise 39,9 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 500 mm civarında olup, yağışların büyük kısmı kar şeklindedir. Bitki örtüsü

büyük ölçüde bozkır karakteri gösterirken, sadece akarsu vadileri ve dağ eteklerinde ağaçlık alanlara rastlanmaktadır. Arazinin %80’lik kısmı tarıma elverişli değildir, ancak mera ve otlak olarak kullanılmaktadır (MGM, 2025).

Nüfus ve sosyoekonomik yapı açısından değerlendirildiğinde, Ağrı ili Türkiye’nin en düşük nüfus yoğunluklu ve göç veren bölgelerinden biridir. 2021 yılı verilerine göre Ağrı’nın nüfusu yaklaşık 542.000 olup, Yücekapı Beldesi’nde de benzer şekilde göç, işsizlik ve yetersiz istihdam gibi sorunlar dikkat çekmektedir. Bölge halkının geçim kaynakları büyük ölçüde tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Eğitim ve sağlık altyapısının sınırlı olması, ekonomik çeşitliliğin yetersizliği ile birleşerek yerleşim alanı planlamasında sürdürülebilir ve afetlere dayanıklı yerleşim politikalarının önemini artırmaktadır.

4. VERİLER VE YÖNTEMLER

Arazi çalışmaları kapsamında, öncelikle inceleme alanının jeolojik özellikleri detaylı şekilde incelenmiştir. Saha çalışmaları kapsamında, 13,50–25,50 m derinlik aralığında toplam 705,00 m uzunluğunda 44 adet sondaj yapılmış, bu sondajlardan 244 adet örselenmiş (SPT) ve 3 adet örselenmemiş (UD) zemin numuneleri alınarak laboratuvar analizlerine gönderilmiştir. Ayrıca SK-43 numaralı sondaj kuyusunda 5 adet presiyometre deneyi gerçekleştirilmiştir. Jeofizik çalışmalar kapsamında ise 15 profil MASW(P kırılma dahil), 15 profil sismik kırılma ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarla zemin sınıflaması, dinamik parametreler, yer hâkim titreşim periyotları ve sismik büyütme belirlenmiştir. Eğim durumu, heyelan potansiyeli ve diğer afet riskleri de bu süreçte değerlendirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları ile zemin ve kaya örneklerinin fiziksel, mekanik ve mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda elek analizi, Atterberg limitleri, hidrometre, doğal su içeriği, doğal birim hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, üç eksenli basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Toplanan veriler, tez çalışması için temel teşkil etmiştir.

Tablo 4.1. İnceleme Alanında Yapılan Arazi Çalışmaları.

Arazi Çalışması Tanımı	Adet	Kuyu Sonu Derinliği (m)	Serim Boyu (m)	Offset Mesafesi (m)
Sondaj Kuyusu (SK)	44	13,50-25,50	-	-
Masw (P kırılma dahil)	15	-	60	6
Sismik Kırılma Ölçümü (h≤30 m)	15	-	60	3

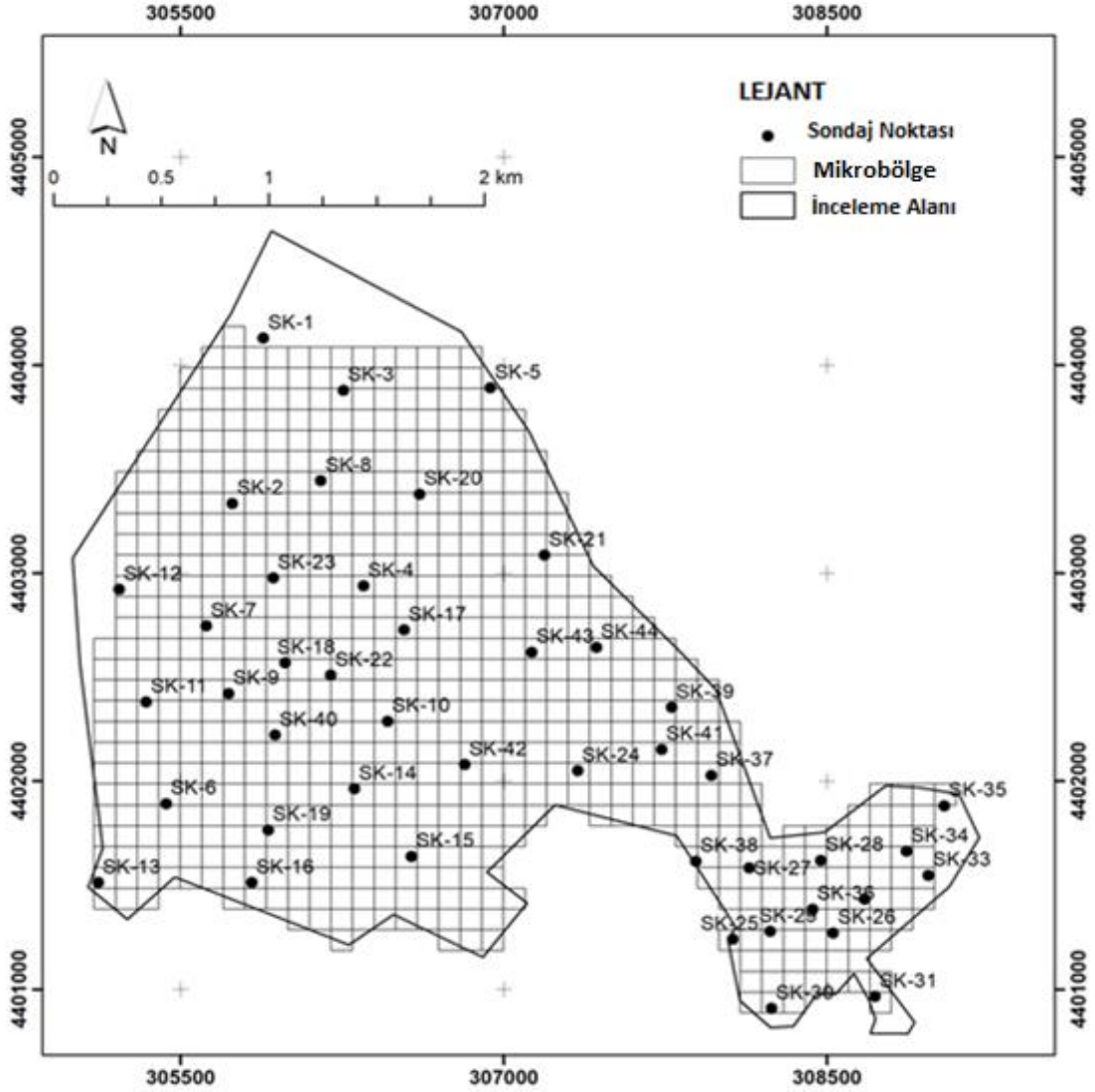
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 19.08.2008 tarih ve 10337 sayılı genelgesi, jeolojik-jeoteknik etütlerin sonucunda yapılaşmaya uygunluk sınıflarının Ö.A. 5.1 (önemli alan) gibi genel tanımlarla verilmesini öngörür. Bu durumda, geniş bir bölge tek bir uygunluk sınıfına (örneğin Ö.A. 5.1) dahil edilir. Ancak bu yaklaşım, alan içindeki zemin davranış farklılıklarını göz ardı ederek fazla genelleştirme yapılmasına sebep olabilir.

Bu tez çalışmasında ise, V_{s30} , N_{60} , V_p/V_s , V_p , topografik eğim, kot değerleri gibi veriler kullanılarak, aynı bölge için daha ayrıntılı bir sınıflandırma yapılması hedeflenmektedir. Böylece, "Ö.A. 5.1" kapsamına giren alan veri odaklı yöntemlerle alt sınıflara ayrılarak:

- Ö.A. 5-1 : İyi zemin koşulları,
- Ö.A. 5-2 : Kötü zemin koşulları,
- Ö.A. 5-3 : Orta zemin koşulları,

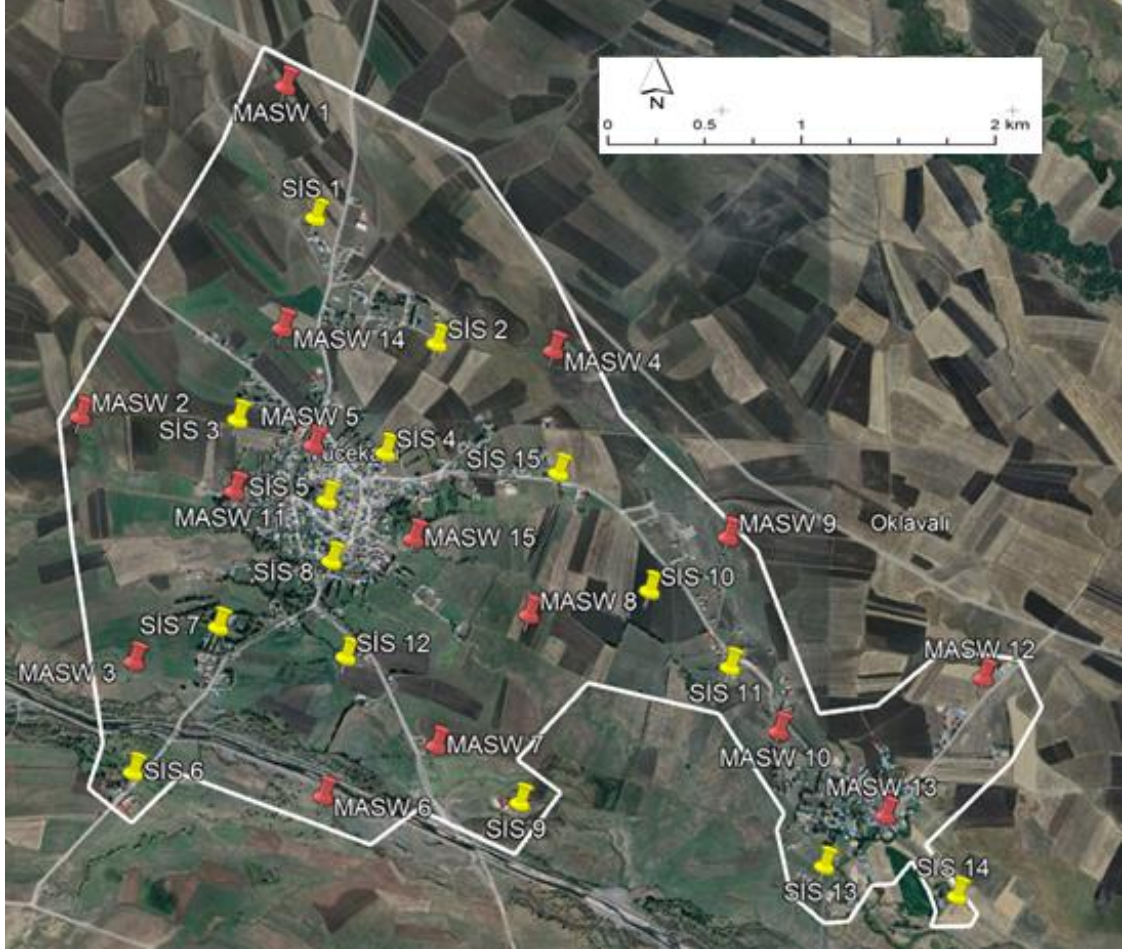
şeklinde alt sınıflandırmalar yapılabilecektir.

Bu bağlamda, K-ortalamlar kümeleme algoritması ile mevcut veriler analiz edilerek; klasik Ö.A. 5.1 tanımının altına giren alanların mekânsal, jeoteknik ve sismik farklılıkları objektif biçimde ortaya konmuş ve planlama süreçleri açısından daha duyarlı ve bilimsel temelli haritalar üretilebilmiştir.



Şekil 4.1. 100x100 m mikrobölgelere ayrılmış alan üzerindeki sondaj noktaları.

Çalışma alanı 744 ha gibi sınırlı bir büyüklüğe sahip olduğundan, $100 \times 100 \text{ m}^2$ çözünürlükte mikrobölgeleme yapılması, yerel zemin değişimlerini daha doğru temsil etmek amacıyla tercih edilmiştir. $500 \times 500 \text{ m}^2$ çözünürlük, bu ölçekte detay kaybına neden olabilir.



Şekil 4.2. *İnceleme alanında alınan jeofizik ölçümlerinin uydu görüntüsü üzerinde gösterimi (MASW: Multichannel Analysis of Surface Waves, SIS: Sismik Kırılma).*

4.1. Jeofizik Veriler

İnceleme alanında yeraltının yapısını ve parametrelerini belirlemek amacıyla jeofizik çalışmalardan Sismik kırılma ve MASW yapılmıştır. 15 profilde MASW(P kırılma dahil) ve 15 profilde Sismik Kırılma (P ve S karşılıklı atış) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında 4.5 Hz jeofonlar (MASW) ve 14 Hz jeofonlar (sismik kırılma), 8 kg balyoz ve Do-Re-Mi sismik ünitesi kullanılmış; 12 kanallı kayıt sistemi ile 60 m serim boyu ve 3–6 m ofset aralıkları uygulanmıştır. MASW yöntemiyle yüzey dalgalarının dispersiyon eğrileri elde edilerek ters çözüm sonucu V_s hızları, aynı profil üzerinde alınan P kırılma yöntemiyle de V_p hızları hesaplanmıştır. Sismik Kırılma profillerinde P ve S ölçüleri alınmıştır. Sahada elde edilen veriler Pick Win-Plotrefa ve SurfaceWave Analysis Wizard programları ile değerlendirilmiştir. Bu verilerden yararlanılarak V_p , V_s , V_{s30} ve tabaka kalınlıkları tablo halinde (Tablo 4.2 ve Tablo 4.3) sunulmuştur.

Tablo 4.2. *İnceleme alanına ait MASW (P kırılma dahil) ölçümlerinin değerleri*

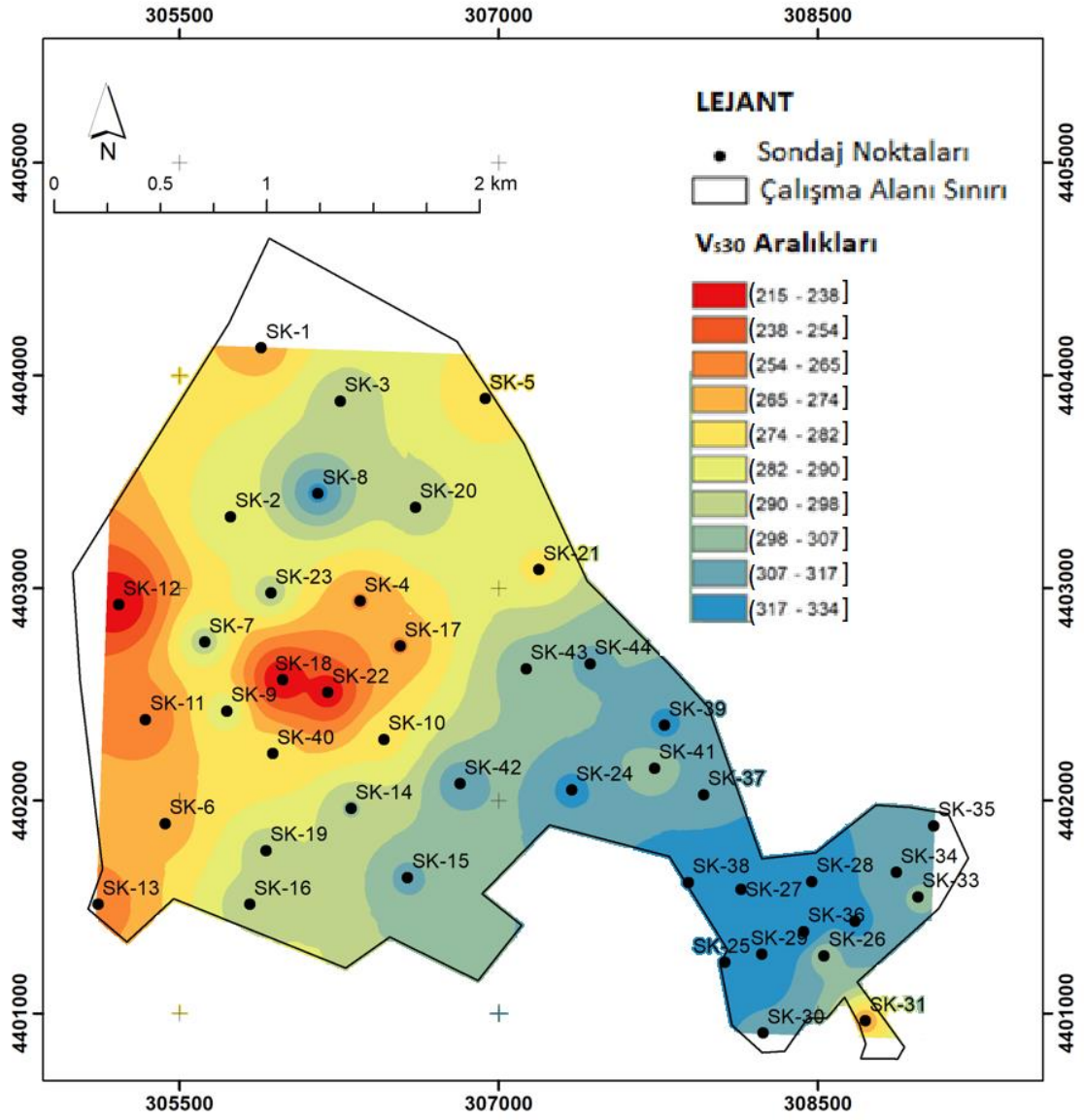
Serim No	Tabaka No	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Kalınlık (m)	Formasyon
Masw Kırılma-1	1	531	194	270	4,00	Qal
	2	1230	412		-	
Masw Kırılma-2	1	545	179	216	4,00	Qal
	2	1064	260		-	
Masw Kırılma-3	1	489	137	271	5,00	Qal
	2	1734	369		-	
Masw Kırılma-4	1	332	166	261	4,00	Qal
	2	1743	308		-	
Masw Kırılma-5	1	310	102	234	3,00	Qal
	2	1829	324		-	
Masw Kırılma-6	1	337	199	302	2,00	Qal
	2	2347	307		-	
Masw Kırılma-7	1	385	185	298	4,00	Qal
	2	1669	369		-	
Masw Kırılma-8	1	476	227	316	3,00	Qal
	2	1816	348		-	
Masw Kırılma-9	1	460	190	325	2,00	Qal
	2	1986	463		-	
Masw Kırılma-10	1	295	152	328	3,00	Qal
	2	1028	365		-	
Masw Kırılma-11	1	281	113	326	4,00	Qal
	2	1675	392		-	
Masw Kırılma-12	1	519	163	281	3,00	Qal
	2	1442	311		-	
Masw Kırılma-13	1	387	192	253	4,00	Qal
	2	1094	296		-	
Masw Kırılma-14	1	518	169	333	3,00	Qal
	2	1756	367		-	
Masw Kırılma-15	1	295	157	313	3,00	Qal
	2	1394	411		-	

Tablo 4.3. *İnceleme alanına ait sismik kırılma ölçümlerinin değerleri*

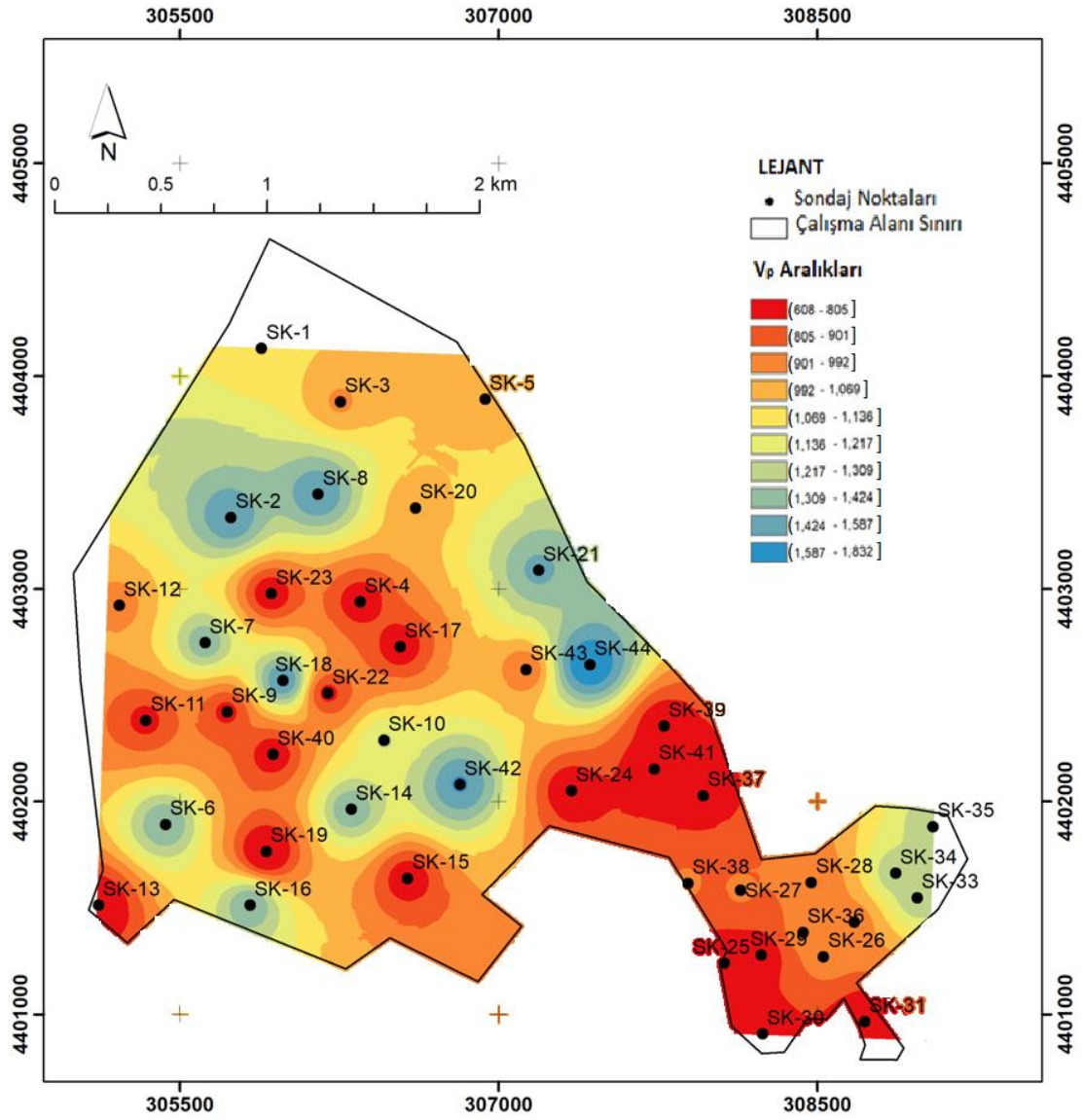
Serim No	Tabaka No	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Kalınlık (m)	Formasyon
Sismik Kırılma-1	1	731	149	7,00	Qal
	2	1115	460	-	
Sismik Kırılma-2	1	539	135	6,00	Qal
	2	1213	566	-	
Sismik Kırılma-3	1	233	86	5,00	Qal
	2	857	331	-	
Sismik Kırılma-4	1	219	92	4,00	Qal
	2	845	287	-	
Sismik Kırılma-5	1	215	99	4,00	Qal
	2	907	322	-	
Sismik Kırılma-6	1	267	111	6,00	Qal
	2	865	367	-	
Sismik Kırılma-7	1	279	74	3,00	Qal
	2	852	377	-	
Sismik Kırılma-8	1	295	114	5,00	Qal
	2	850	383	-	
Sismik Kırılma-9	1	231	126	5,00	Qal
	2	893	293	-	
Sismik Kırılma-10	1	281	122	5,00	Qal
	2	837	339	-	
Sismik Kırılma-11	1	245	106	4,00	Qal
	2	829	315	-	
Sismik Kırılma-12	1	323	111	4,00	Qal
	2	678	316	-	
Sismik Kırılma-13	1	280	116	6,00	Qal
	2	871	277	-	
Sismik Kırılma-14	1	270	132	7,00	Qal
	2	806	328	-	
Sismik Kırılma-15	1	423	172	6,00	Qal
	2	1120	476	-	



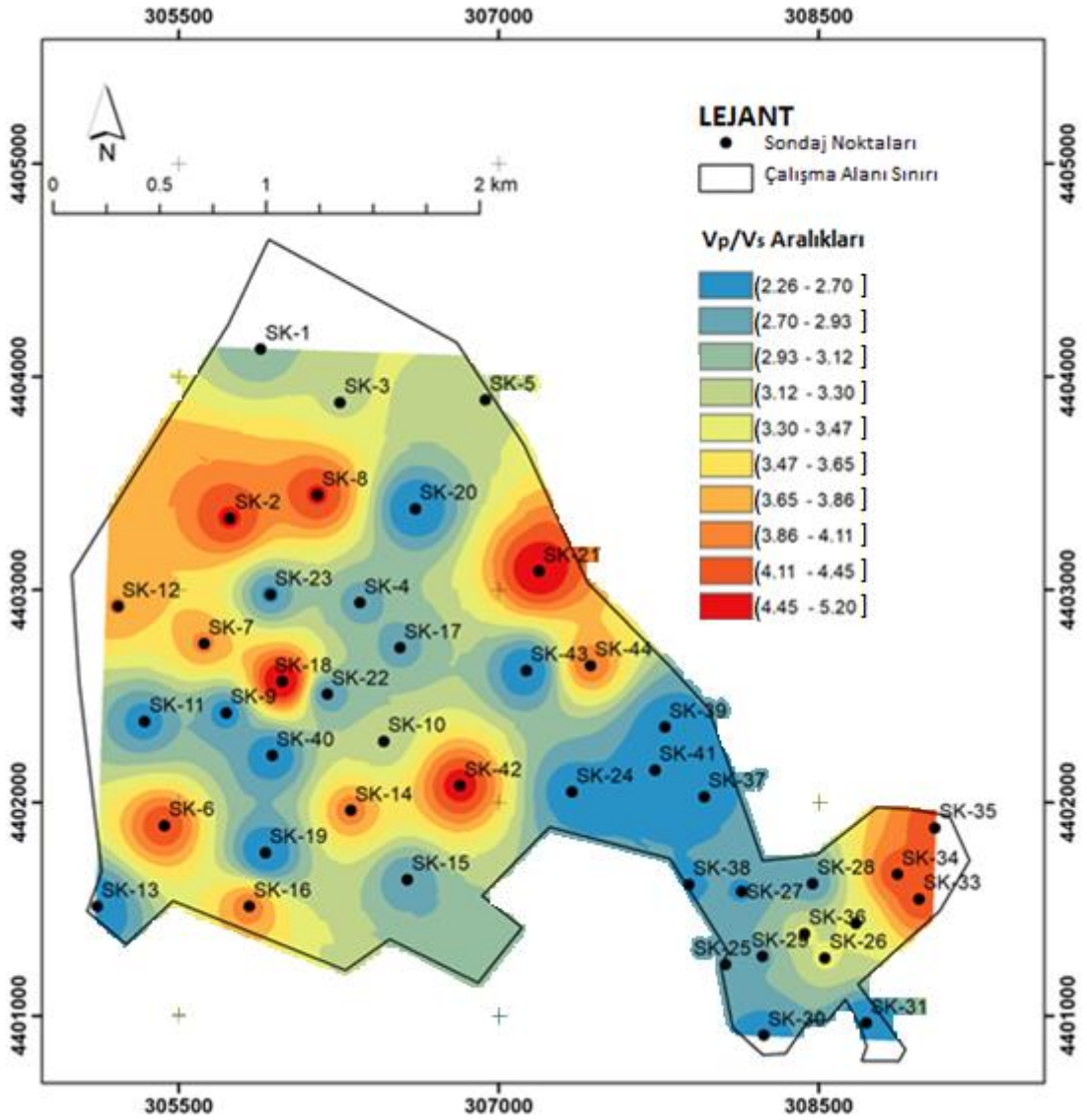
Görsel 4.1. *Jeofizik çalışmalara ait genel görünüm*



Şekil 4.3. IDW algoritması ile elde edilen V_{s30} dağılımı



Şekil 4.4. IDW algoritması ile elde edilen V_p dağılımı



Şekil 4.5. IDW algoritması ile elde edilen V_p/V_s dağılımı

4.2. Jeolojik ve Jeoteknik Veriler

İnceleme alanında derinliği 13,50 ile 25,50 m arasında değişen 44 adet sondaj çalışması yapılmıştır. Yapılan sondaj çalışmalarında 0,00-0,30 m arasında nebati toprak bulunmaktadır. Nebati toprağın altında kuvaterner yaşlı alüvyon (çakıl, kil, silt, kum) birimlerde ilerleme sağlanmıştır. Alınan numuneler üzerinde kaya ve zemin mekaniği laboratuvarında ilgili deneyler yapılarak değerlendirilmiştir. Yapılan sondaj kuyularına ait genel bilgiler Tablo 4.4' de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Sondajlara Ait Genel Bilgiler

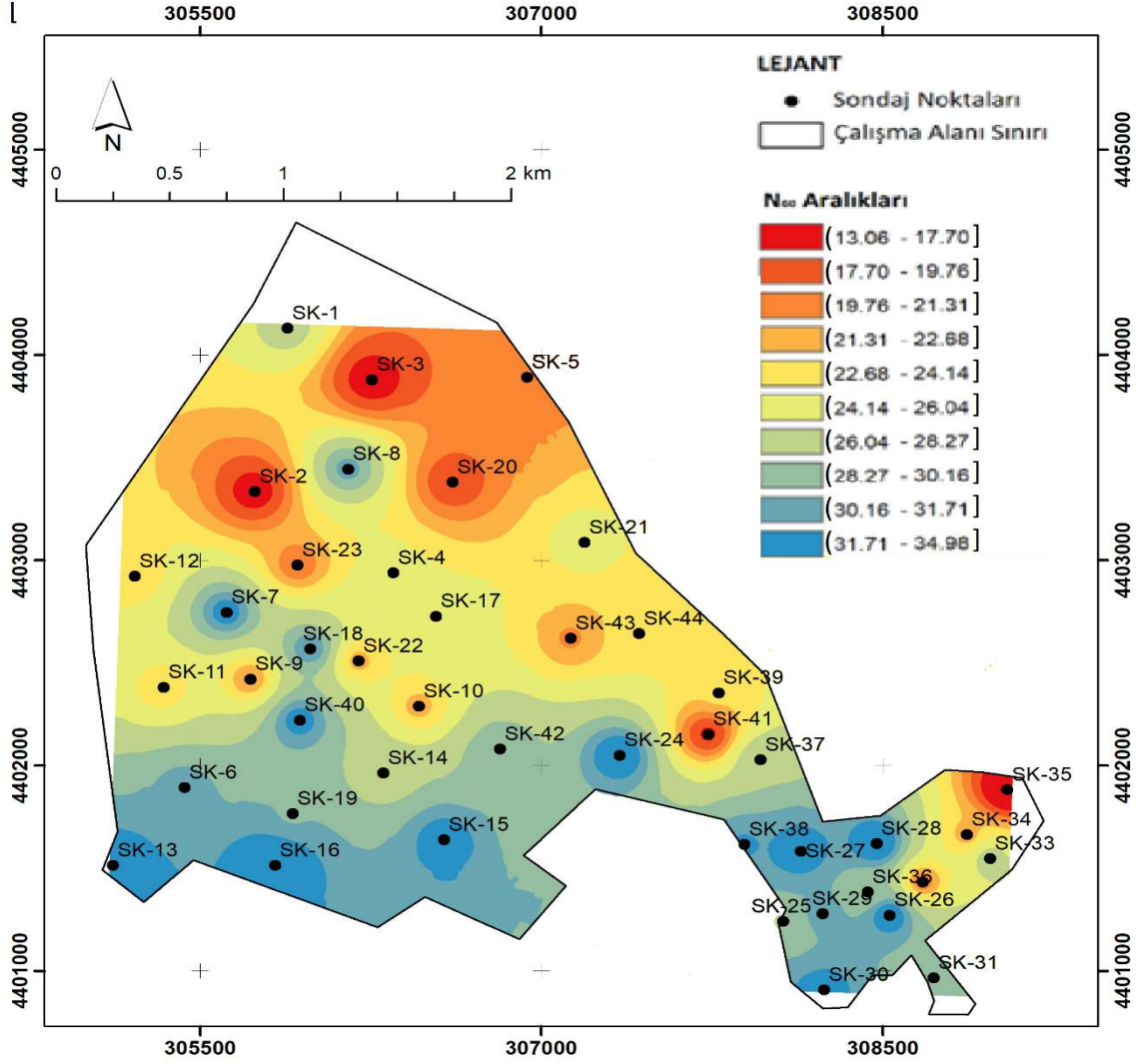
Sondaj No	Koordinat (UTM3°-ITRF96)			Derinlik (m)	N ₆₀ Ağırlıklı Ortalama	YASS (m)	Formasyon
	Y	X	Z				
SK-1	562872.562	4403693.613	1735.85	15	27	7.5	Alüvyon(Qal)
SK-2	562755.27	4402894.249	1736.55	16.5	16	9	Alüvyon(Qal)
SK-3	563251.755	4403455.183	1734.86	20	16	7	Alüvyon(Qal)
SK-4	563377.214	4402517.871	1729.36	16.5	25	5	Alüvyon(Qal)
SK-5	563932.963	4403490.018	1730.54	16.5	20	3.5	Alüvyon(Qal)
SK-6	562495.764	4401441.77	1717.23	15	31	2.5	Alüvyon(Qal)
SK-7	562653.064	4402301.504	1725.28	15	33	7	Alüvyon(Qal)
SK-8	563162.383	4403016.95	1733.67	15	31	6.2	Alüvyon(Qal)
SK-9	562767.886	4401980.174	1716.57	15	21	2	Alüvyon(Qal)
SK-10	563510.914	4401871.993	1712.35	15	22	2	Alüvyon(Qal)
SK-11	562387.446	4401927.407	1718.77	16.5	23	2.3	Alüvyon(Qal)
SK-12	562243.404	4402463.874	1729.29	15	23	3.7	Alüvyon(Qal)
SK-13	562193.635	4401052.444	1720	15	33	3.2	Alüvyon(Qal)
SK-14	563463.061	4401441.887	1712.31	15	27	2.3	Alüvyon(Qal)
SK-15	563788.859	4400965.029	1710.47	15	33	2	Alüvyon(Qal)
SK-16	563094.651	4401009.578	1713.94	13.5	35	2	Alüvyon(Qal)
SK-17	563572.172	4402313.287	1724.16	15	25	3.1	Alüvyon(Qal)
SK-18	563190.687	4402326.286	1716.81	25.5	32	3	Alüvyon(Qal)
SK-19	562974.742	4401330.746	1714.41	15	30	2.5	Alüvyon(Qal)
SK-20	563622.264	4402968.324	1727.37	16.5	18	3.5	Alüvyon(Qal)
SK-21	564211.745	4402694.914	1720.78	15	25	2.6	Alüvyon(Qal)
SK-22	563239.666	4402084.027	1716.05	15	22	3	Alüvyon(Qal)
SK-23	562956.183	4402541.785	1731.29	15	20	6.3	Alüvyon(Qal)
SK-24	564400.38	4401663.659	1710.92	15	34	6.3	Alüvyon(Qal)
SK-25	565147.091	4400878.22	1704	15	28	2	Alüvyon(Qal)
SK-26	565611.826	4400923.802	1703.5	15	34	3.5	Alüvyon(Qal)
SK-27	565211.599	4401222.572	1705.75	15	34	5	Alüvyon(Qal)
SK-28	565543.174	4401270.699	1705.68	15	35	5	Alüvyon(Qal)
SK-29	565318.722	4400921.989	1703.76	15	31	4.5	Alüvyon(Qal)

Tablo 4.4.(Devam) Sondajlara Ait Genel Bilgiler

Sondaj No	Koordinat (UTM3°-ITRF96)			Derinlik (m)	N ₆₀ Ağırlıklı Ortalama	YASS (m)	Formasyon
	Y	X	Z				
SK-30	565337.137	4400551.398	1702	15	33	1.5	Alüvyon(Qal)
SK-31	565814.928	4400625.433	1701	15	29	1.5	Alüvyon(Qal)
SK-32	565752.287	4401091.599	1703.91	15	20	4.5	Alüvyon(Qal)
SK-33	566044.306	4401215.444	1701.67	15	27	4.3	Alüvyon(Qal)
SK-34	565938.48	4401327.965	1703.18	15	22	4.4	Alüvyon(Qal)
SK-35	566107.05	4401552.736	1703.14	15	13	4.2	Alüvyon(Qal)
SK-36	565512.063	4401034.525	1703.51	20	28	4.7	Alüvyon(Qal)
SK-37	565020.767	4401662.429	1709.19	15	28	7.2	Alüvyon(Qal)
SK-38	564962.634	4401247.251	1705.62	15	32	4	Alüvyon(Qal)
SK-39	564825.956	4401982.085	1711.73	15	23	6.8	Alüvyon(Qal)
SK-40	562991.457	4401787.554	1714.52	15	33	2.3	Alüvyon(Qal)
SK-41	564786.745	4401778.658	1711.94	25.5	17	6.5	Alüvyon(Qal)
SK-42	563874.674	4401676.065	1710.08	16.5	30	2.6	Alüvyon(Qal)
SK-43	564167.417	4402226.17	1714.55	16.5	21	3	Alüvyon(Qal)
SK-44	564466.477	4402259.202	1716.36	16.5	23	4.3	Alüvyon(Qal)
SK-30	565337.137	4400551.398	1702	15	33	1.5	Alüvyon(Qal)
SK-31	565814.928	4400625.433	1701	15	29	1.5	Alüvyon(Qal)
SK-32	565752.287	4401091.599	1703.91	15	20	4.5	Alüvyon(Qal)
SK-33	566044.306	4401215.444	1701.67	15	27	4.3	Alüvyon(Qal)
SK-34	565938.48	4401327.965	1703.18	15	22	4.4	Alüvyon(Qal)
SK-35	566107.05	4401552.736	1703.14	15	13	4.2	Alüvyon(Qal)



Görsel 4.2. Sondaj çalışmalarından genel görünüm



Şekil 4.6. IDW algoritması ile elde edilen N_{60} dağılımı

4.3. Veri İşleme ve Hazırlık Süreci

Bu çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen jeofizik, jeolojik ve jeoteknik veriler; ortak analiz ortamına entegre edilebilmesi amacıyla belirli işlem adımlarına tabi tutulmuştur. Bu işlem basamakları, verilerin birlikte değerlendirilebilmesini sağlamak ve K-ortalamlar kümeleme algoritmasının uygulanabilirliğini artırmak için gereklidir.

Tablo 4.5. N_{60} , V_p ve V_p/V_s değerlerinin ağırlıklı ortalamaları ve V_{s30} değerleri

Sondaj No	Koordinat (UTM3°-ITRF96)			V_{s30}	N_{60}	V_p	V_p/V_s
	Y	X	Z				
SK-1	562872.562	4403693.613	1735.85	270	27	1090	2.94
SK-2	562755.270	4402894.249	1736.55	290	16	1570	4.54

Tablo 4.5.(Devam) N_{60} , V_p ve V_p/V_s değerlerinin ağırlıklı ortalamaları ve V_{s30} değerleri

Sondaj No	Koordinat (UTM3°-ITRF96)			V_{s30}	N_{60}	V_p	V_p/V_s
	Y	X	Z				
SK-3	563251.755	4403455.183	1734.86	295	16	980	3.27
SK-4	563377.214	4402517.871	1729.36	265	25	719	2.80
SK-5	563932.963	4403490.018	1730.54	275	20	1010	3.27
SK-6	562495.764	4401441.770	1717.23	270	31	1422	4.42
SK-7	562653.064	4402301.504	1725.28	295	33	1396	3.94
SK-8	563162.383	4403016.950	1733.67	320	31	1570	4.54
SK-9	562767.886	4401980.174	1716.57	290	21	766	2.52
SK-10	563510.914	4401871.993	1712.35	280	22	1229	3.17
SK-11	562387.446	4401927.407	1718.77	255	23	766	2.52
SK-12	562243.404	4402463.874	1729.29	220	23	960	3.88
SK-13	562193.635	4401052.444	1720.00	260	33	685	2.40
SK-14	563366.884	4401541.990	1712.31	300	27	1412	4.02
SK-15	563643.612	4401226.081	1710.47	310	33	727	2.70
SK-16	562906.222	4401076.313	1713.94	295	35	1412	4.02
SK-17	563572.172	4402313.287	1724.16	265	25	719	2.80
SK-18	563025.812	4402135.895	1716.81	215	32	1601	5.21
SK-19	562974.742	4401330.746	1714.41	295	30	607	2.26
SK-20	563622.264	4402968.324	1727.37	295	18	1010	2.27
SK-21	564211.745	4402694.914	1720.78	280	25	1460	4.96
SK-22	563239.666	4402084.027	1716.05	225	22	768	2.68
SK-23	562956.183	4402541.785	1731.29	295	20	701	2.62
SK-24	564400.380	4401663.659	1710.92	320	34	698	2.45
SK-25	565147.091	4400878.220	1704.00	330	28	693	2.89
SK-26	565611.826	4400923.802	1703.50	300	34	952	3.36
SK-27	565211.599	4401222.572	1705.75	335	34	918	2.66
SK-28	565543.174	4401270.699	1705.68	325	35	918	2.66
SK-29	565318.722	4400921.989	1703.76	330	31	693	2.89
SK-30	565337.137	4400551.398	1702.00	315	33	698	2.45
SK-31	565814.928	4400625.433	1701.00	270	29	618	2.32
SK-32	565752.287	4401091.599	1703.91	320	20	952	3.36
SK-33	566044.306	4401215.444	1701.67	305	27	1303	4.39
SK-34	565938.480	4401327.965	1703.18	315	22	1303	4.39
SK-35	566107.050	4401552.736	1703.14	315	13	1303	4.39
SK-36	565512.063	4401034.525	1703.51	330	28	952	3.36
SK-37	565020.767	4401662.429	1709.19	310	28	712	2.54
SK-38	564962.634	4401247.251	1705.62	335	32	918	2.66
SK-39	564825.956	4401982.085	1711.73	320	23	698	2.45
SK-40	562991.457	4401787.554	1714.52	280	33	711	2.30
SK-41	564786.745	4401778.658	1711.94	300	17	698	2.45
SK-42	563874.674	4401676.065	1710.08	315	30	1615	4.73
SK-43	564167.417	4402226.170	1714.55	305	21	910	2.32
SK-44	564466.477	4402259.202	1716.36	310	23	1833	4.11

Tablo 4.6. Kullanılan tüm verilerin istatistiksel özeti(**count:** veri setinde yer alan gözlem sayısı, **mean:** verilerin aritmetik ortalaması, **std:** standart sapma, **min:** veri setindeki en küçük değer, **0.25:** verilerin %25'inin bu değerden küçük olduğunu gösterir, **0.50:** verilerin tam ortasındaki değerdir, **0.75:** verilerin %75'inin bu değerden küçük olduğunu gösterir, **max:** veri setindeki en büyük değer).

	count	mean	std	min	0.25	0.50	0.75	max
V ₃₀	710	290.66	19.11	222.31	278.70	289.85	305.53	333.20
N ₆₀	710	25.94	3.93	14	23	25	30	35
V _p	710	1051.82	189.89	631.47	914.76	1044.97	1171.33	1824.71
V _p /V _s	710	3.28	0.47	2.32	2.95	3.24	3.60	4.88
Eğim	710	2.60	0.82	0.73	2.03	2.51	2.98	6.81
Yükseklik	710	1744.59	10.61	1723.56	1736.7	1741.9	1754.51	1766.45

Çalışmada elde edilen veriler, analizlerde kullanılmadan önce belirli standartlara uygun şekilde işlenmiştir. Bu kapsamda her bir sondaj noktasına en yakın jeofizik ölçüm verileri dikkate alınmıştır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY, 2018) belirtildiği üzere, değerlendirmelerde N₁₍₆₀₎ yerine N₆₀ değerinin esas alınması gerektiği belirtilmiş olduğundan, değerlendirmelerde N₆₀ değerleri kullanılmıştır. N₆₀ düzeltmeleri, N₆₀ değerlerinin ağırlıklı ortalamaları alınıp daha sonra Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan standart tabloya göre düzeltmeler yapılmıştır.

SPT Darbe Sayılarının Enerji Düzeltmesi:

Standart Penetrasyon Testi (SPT) sonuçlarının uluslararası karşılaştırmalarda kullanılabilir olması için darbe sayılarının standartlaştırılması gerekmektedir. Ölçülen N₃₀ değeri, deney sırasında elde edilen ham darbe sayısını ifade etmektedir. Ancak bu değer, kullanılan ekipmanın özellikleri ve saha koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebildiğinden, deney sonuçlarının standart enerji düzeyine indirgenmesi gerekir. Bu amaçla enerji düzeltme katsayıları kullanılarak N₆₀ değeri hesaplanır. Düzeltme işlemi aşağıdaki bağıntı ile ifade edilmektedir (TBDY, 2018):

$$N_{60}=N_{30}\times CE\times CB\times CS\times CR$$

N₆₀: %60 enerji verimine indirgenmiş darbe sayısı,

N₃₀: deney sırasında ölçülen darbe sayısı,

CE: enerji oranı düzeltme katsayısı,

CB: sondaj çapı düzeltme katsayısı,

CS: örselenme düzeltme katsayısı,

CR: çubuk uzunluğu düzeltme katsayısıdır.

Tablo 4.7. SPT Düzeltme Katsayıları (TBDY, 2018)

Düzeltilme Katsayısı	Değişken	Değer
CR	3 m ile 4 m aralığında	0.75
	4 m ile 6 m aralığında	0.85
	6 m ile 10 m aralığında	0.95
	10 m'den derinde	1
CS	Standart numune alıcı (iç tüpü olan)	1
	İç tüpü olmayan numune alıcı	1.10-1.30
CB	Sondaj delgi çapı: Çap 65 mm-115 mm arasında	1
	Sondaj delgi çapı: Çap 150 mm	1.05
	Sondaj delgi çapı: Çap 200 mm	1.15
CE	Güvenli tokmak	0.60-1.17
	Halkalı tokmak	0.45-1.00
	Otomatik darbeli tokmak	0.90-1.60

Tablo 4.8. N_{60} Düzeltme Tablosu (TBDY, 2018)

Derinlik (m)	YASS (m)	SPT- N_{30}	Enerji Oranı (ER)	C_E	C_B	C_R	C_S	N_{60}
3.0	9.0	27	60	1	1	0.75	1	20.3
4.5	9.0	28	60	1	1	0.85	1	23.8
6.0	9.0	20	60	1	1	0.95	1	19.0
7.5	9.0	50	60	1	1	0.95	1	50.0
9.0	9.0	9	60	1	1	0.95	1	8.6
10.5	9.0	51	60	1	1	1	1	50.0
12.0	9.0	35	60	1	1	1	1	35.0
13.5	9.0	22	60	1	1	1	1	22.0
15.0	9.0	21	60	1	1	1	1	21.0

Örnek N_{60} hesaplama:

N_{60} değerleri şunlar:

20.3, 23.8, 19, 50, 8.6, 50, 35, 22, 21

Eşit ağırlık alırsak, ağırlıklı ortalama aritmetik ortalama ile aynı olur:

Toplam = 20.3 + 23.8 + 19 + 50 + 8.6 + 51 + 35 + 22 + 21 = 250.7

Ağırlıklı ortalama = Toplam / Ölçüm sayısı = 250.7 / 9 $\approx$ 27.8

Bu yöntem, sondaj verilerindeki eksikliklerden etkilenmeden ortalama bir değer elde edilmesini sağlamaktadır.

Ayrıca, yürürlükteki mevzuatta yer aldığı üzere topografik eğim ve kot değerleri de analizlere dahil edilmiştir. Çalışma alanı $100 \times 100 \text{ m}^2$ 'lik karelajlara bölünmüş olup, her bir karelaj içerisinde yer alan $12,5 \times 12,5 \text{ m}$ alt alanlardan elde edilen eğim ve kot değerlerinin ortalaması alınarak temsili değerler oluşturulmuştur. Jeofizik verilerden V_{s30} değerleri doğrudan alınmış, V_p ve V_p/V_s değerleri ise sondaj noktalarına karşılık gelen ölçümler üzerinden ağırlıklı ortalama yöntemi ile hesaplanmıştır. Ağırlıklı ortalama, her bir ölçüm değerinin temsil gücüne bağlı olarak belirli katsayılarla çarpılması ve bu çarpımların toplamının, ağırlıkların toplamına bölünmesiyle elde edilmiştir. Bu yöntemle, farklı yoğunluk veya güvenilirlik derecesine sahip verilerin analizlere orantılı katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Örnek V_p ve V_p/V_s ağırlıklı ortalama hesabı:

Tablo 4.9. Örnek MASW 1 noktasına ait hız ve kalınlık değerleri

Serim No	Tabaka No	V_p (m/s)	V_{s30} (m/s)	Kalınlık(m)	V_p/V_s
Masw -1	1	531	270	4	2.7
	2	1230		20	3

$$V_p \text{ Ağırlıklı Ortalama} = (531 \cdot 4 + 1230 \cdot (20 - 4)) / 20$$

$$V_p/V_s \text{ Ağırlıklı Ortalama} = (2.7 \cdot 4 + 3 \cdot (20 - 4)) / 20$$

Çalışmada tabakalara ait dalga hızlarının ortalama değerleri, tabaka kalınlıkları dikkate alınarak ağırlıklı ortalama yöntemi ile hesaplanmıştır. Bu yöntemde, her bir tabakanın hızı, o tabakanın kalınlığı ile çarpılarak ağırlıklandırılmakta, daha sonra tüm tabakaların toplam değerleri toplam kalınlığa bölünmektedir. Böylece daha kalın tabakaların ortalama değere katkısı, daha ince tabakalara göre daha fazla olmaktadır.

4.3.1. Normalizasyon

Kullanılan veri setleri; farklı ölçü birimleri, değer aralıkları ve dağılımlara sahip olduğu için öncelikle min-max normalizasyon yöntemi kullanılarak 0–1 aralığına indirgenmiştir. Bu işlem, özellikle K-ortalamlar algoritmasının öklidyen mesafe hesaplamalarına duyarlı olması nedeniyle önemlidir. Normalizasyon sayesinde

parametrelerin etki ağırlıkları eşitlenmiş ve analizde herhangi bir değişkenin baskın çıkması önlenmiştir.

4.3.2. Mekânsal interpolasyon

Noktaya ait verilerden, sürekli yüzeyler elde edebilmek amacıyla invers distance weighting (IDW) yöntemi uygulanmıştır. Bu işlem, özellikle N_{60} , V_{s30} , V_p , V_p/V_s , Eğim ve Kot değerleri gibi parametrelerin mekânsal dağılımının haritalanabilmesi için gerçekleştirilmiştir. Her bir parametre için en uygun interpolasyon yöntemi, hata analizi ve alan bilgisi dikkate alınarak seçilmiştir.

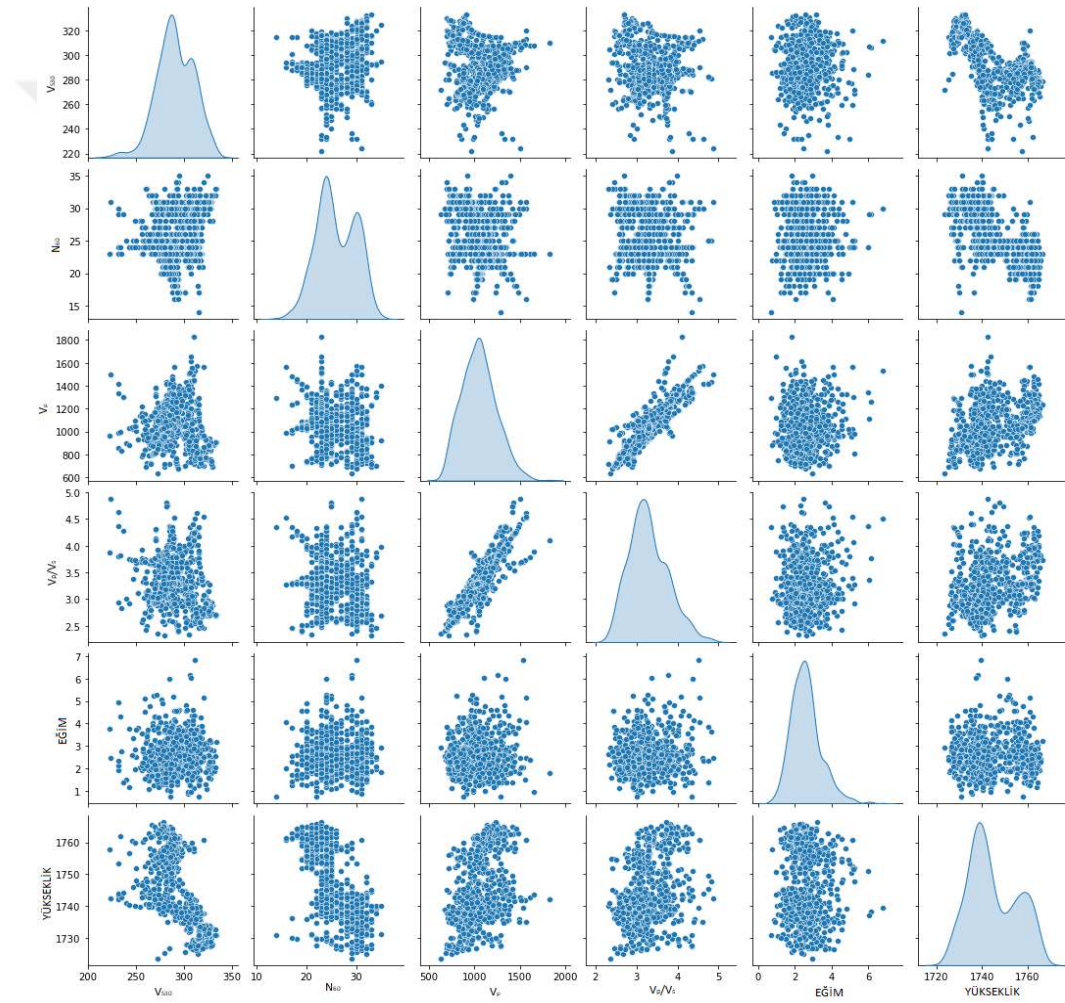
4.3.2.1. IDW (*Inverse Distance Weighting*)

IDW yöntemi, mekânsal enterpolasyon teknikleri arasında yaygın olarak kullanılan deterministik bir yaklaşımdır. Yöntemin temel varsayımı, bir konumdaki bilinmeyen değer çevresindeki örnek noktaların değerleri ile aralarındaki mesafelerin ters orantılı ağırlıkları dikkate alınarak tahmin edilebileceğidir. Bu yaklaşımda, tahmin noktasına yakın veriler daha yüksek, uzak veriler ise daha düşük ağırlıkla modele dahil edilmekte; böylece mekânsal süreklilik mesafe temelli bir fonksiyonla temsil edilmektedir. Çalışmada IDW'nin tercih edilme nedeni, hesaplama kolaylığı, sınırlı parametre gereksinimi ve özellikle örnekleme yoğunluğunun düşük olduğu alanlarda güvenilir sonuçlar üretebilmesidir. Kriging yöntemi, veriler arasındaki mekânsal bağımlılığı modelleyen ve varyogram analizine dayalı güçlü bir jeoistatistiksel yöntem olmakla birlikte, daha fazla parametre gerektirmesi ve uygulama sürecinin karmaşıklığı sebebiyle bu çalışmada tercih edilmemiştir. IDW yöntemi, mekânsal uygunluk analizlerinde pratik ve hızlı bir çözüm sunarken, yalnızca mesafeye dayalı bir model kurması ve verilerin yönlülük ya da mekânsal bağımlılık özelliklerini dikkate almaması, yöntemin başlıca sınırlılıkları arasında yer almaktadır.

IDW yöntemi deterministik bir interpolasyon tekniği olduğu için, her tahmin noktasına ilişkin standart hata ya da güven aralığı doğrudan üretilemez. Çünkü IDW, yalnızca uzaklığa bağlı ağırlık katsayılarını kullanarak değerleri tahmin eder ve istatistiksel bir hata modeli içermez.

4.3.3. Rasterlaştırma ve veri katmanlaştırma

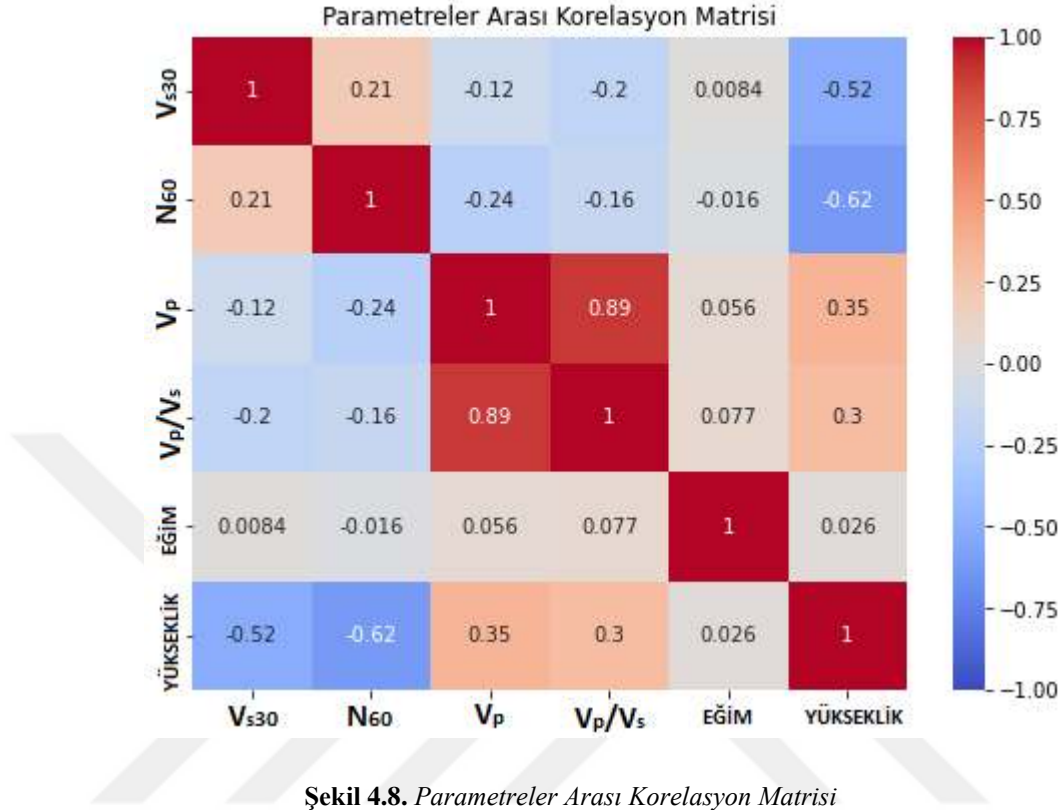
Interpolasyon sonucu elde edilen tüm yüzeyler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında aynı çözünürlükte (örneğin 100x100 m²) raster formatına dönüştürülerek katmanlar halinde birleştirilmiştir. Raster veriler, her pikselde birden fazla parametreye ait sayısal değerlerin bulunmasına olanak tanıyarak çok boyutlu analiz yapılabilmesini sağlamıştır. Bu süreç sonunda çok katmanlı raster veri seti, K-ortalamlar algoritmasının giriş verisi olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.7. Parametreler Arası İlişkilerin Analizi (Korelasyon Matrisi)

Parametreler arası ilişkilerin daha iyi anlaşılabilmesi için, veriler pairplot (çoklu dağılım grafiği) ile görselleştirilmiştir. Grafik üzerinde diyagonal kısımlarda her bir parametrenin tek başına dağılımı (histogram/yoğunluk eğrisi), diyagonal dışında ise iki

parametre arasındaki saçılım grafikleri yer almaktadır. Bu sayede, parametreler arasındaki olası korelasyonlar ve dağılım özellikleri görsel olarak incelenmiştir.



Parametreler arasındaki istatistiksel ilişkilerin daha net görülebilmesi amacıyla korelasyon matrisi hesaplanmıştır. Matriste görüldüğü üzere, V_p ile V_p/V_s arasında çok güçlü pozitif korelasyon ($r=0.89$) bulunmaktadır. V_{s30} ile N_{60} arasında ($r=0.21$) pozitif korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca, V_{s30} ile yükseklik ($r=-0.52$) ve N_{60} ile yükseklik ($r=-0.62$) arasında orta seviyede negatif korelasyon gözlenmiştir. Diğer parametreler arasında ise korelasyon katsayıları düşük olup, belirgin bir ilişki tespit edilmemiştir.

4.4. K-ortalamlar Kümeleme Yöntemi

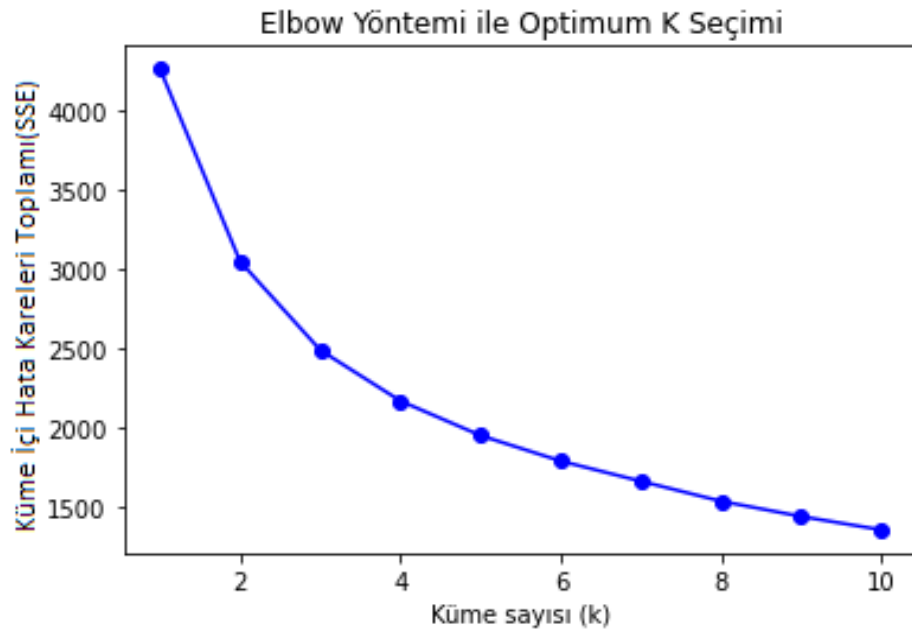
Bu çalışmada yerleşime uygunluk değerlendirmesinde K-ortalamlar kümeleme algoritması kullanılmıştır. Amaç, farklı jeolojik, jeoteknik ve jeofizik parametreleri çok değişkenli bir yapıda analiz ederek çalışma alanını homojen gruplara ayırmak ve mekânsal sınıfları nesnel biçimde belirlemektir. K-ortalamlar büyük ve çok değişkenli veri kümelerini hızlı, etkili ve yorumlanabilir biçimde sınıflandırabilen, denetimsiz (unsupervised) bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Kapsam dahilinde V_{s30} , N_{60} , V_p/V_s

oranı, V_p , topografik eğim ve topografik yükseklik değerleri gibi mühendislik parametreleri değerlendirilmiştir. Yöntem olarak, parametreler ön işleme tabi tutulmuş, normalize edilmiş ve ardından farklı küme sayıları denenerek en uygun küme yapısı belirlenmiştir. İçerik açısından, K-ortalamlar algoritması her veri noktasını en yakın kümeye atayarak küme merkezlerini iteratif olarak güncellemiş, böylece benzer özelliklere sahip alanlar aynı grupta toplanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen kümeler, çalışma alanının haritasına dönüştürülmüş ve farklı sınıflar tanımlanmıştır.

4.4.1. Küme sayısının belirlenmesi

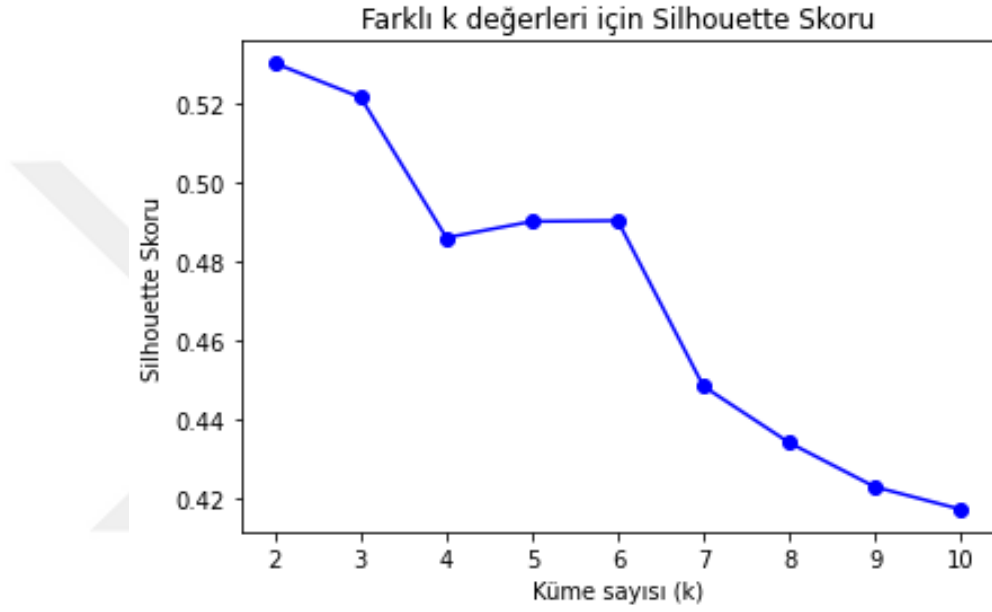
K-ortalamlar algoritması, gözetimsiz öğrenme yöntemlerinden biri olup, veri kümesi içerisinde doğal benzerliklere göre sınıflandırma yapmaktadır. Bu çalışmada, algoritmanın doğru sonuç verebilmesi için optimal küme sayısı belirleme süreci uygulanmıştır. Bu amaçla;

Elbow Yöntemi, uygun küme sayısını belirlemek için kullanılan en yaygın tekniklerden biridir. Yöntemde, farklı küme sayıları için k-ortalamlar algoritması çalıştırılır ve her k değeri için hata kareler toplamı (Within-Cluster Sum of Squares, WCSS) hesaplanır. Küme sayısı arttıkça WCSS azalır; ancak belirli bir noktadan sonra azalma hızının yavaşladığı görülür. Bu kırılma noktası "dirsek (elbow)" olarak adlandırılır ve en uygun küme sayısını işaret eder.



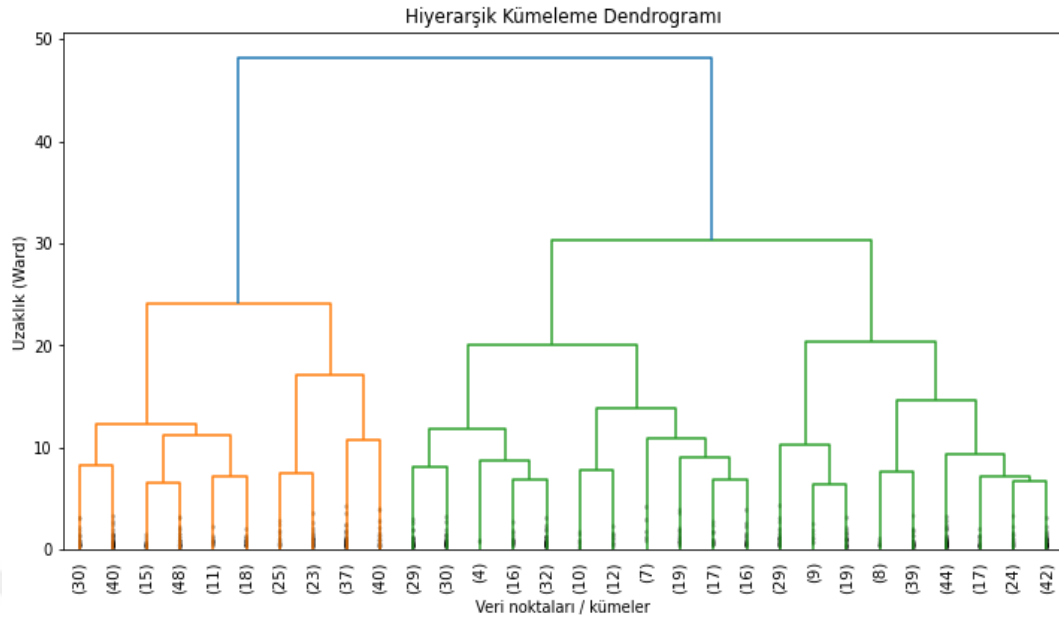
Şekil 4.9. Elbow yöntemi ile optimum küme seçimi

Silhouette Skoru ile küme ayrımlarının ne derece belirgin olduğu değerlendirilmiştir. Silhouette yöntemi, kümeleme kalitesini değerlendirmek için kullanılan bir metriktir. Her veri noktası için, ait olduğu kümeye olan yakınlığı ile en yakın diğer kümeye olan uzaklığı karşılaştırılır. Silhouette katsayısı -1 ile +1 arasında değer alır; yüksek değerler (yaklaşık 1'e yakın) iyi bir kümelenme performansını, sıfıra yakın değerler kümeler arası belirsizliği, negatif değerler ise hatalı atamaları gösterir. Ortalama silhouette değeri en yüksek olan k, uygun küme sayısı olarak tercih edilir.



Şekil 4.10. Farklı küme değerleri için Silhouette skoru

Hiyerarşik kümeleme, veri setini küme sayısını önceden belirlemeye gerek kalmadan aşamalı olarak alt kümelerle ayıran bir yöntemdir. Bu süreçte, benzerlik veya uzaklık ölçütlerine göre veri noktaları önce küçük kümeler halinde gruplanır, ardından bu kümeler birleştirilerek daha büyük kümeler oluşturulur. Sonuçlar, kümeler arasındaki birleşme sırasını görselleştiren dendrogram aracılığıyla sunulur. Dendrogram üzerinde kesilen yükseklik, uygun küme sayısının belirlenmesine olanak tanır.

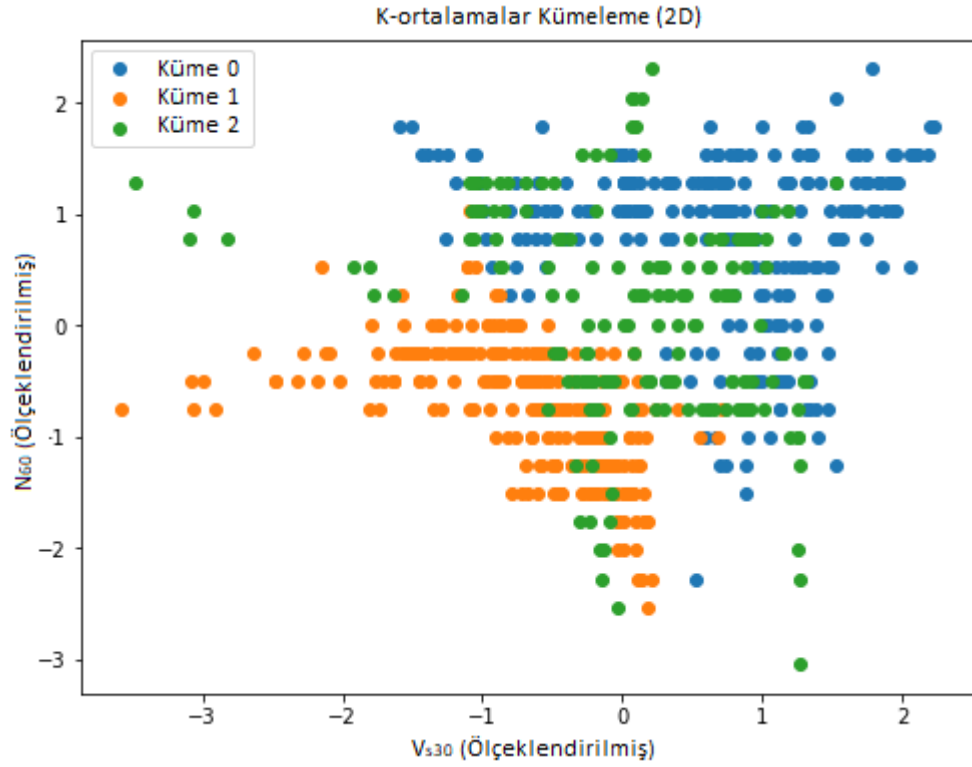


Şekil 4.11. *Hiyerarşik kümeleme dendrogramı*

- Bu analizler sonucunda, en uygun küme sayısının **3** olduğu belirlenmiştir.

4.4.2. Kümeleme ve uygunluk sınıflandırması

Veri setindeki jeoteknik parametrelerin (V_{s30} ve N_{60}) standardize edilmesinin ardından K-ortalamalar algoritması ile üç küme belirlenmiştir. Bu kümeler, saha koşullarının benzerliklerine dayalı olarak ayrışmayı ve farklı zemin gruplarının mühendislik sınıflarını ortaya koymaktadır.



Şekil 4.12. K-ortalamlar algoritmasıyla yapılmış iki boyutlu bir kümeleme analizi

K-ortalamlar'ın amacı küme içi varyansı minimize etmektir; yani her küme, kendi merkezine olabildiğince homojen olmalıdır.

Üç farklı renk (mavi–turuncu–yeşil) üç küme anlamına geliyor. K-ortalamlar, her veri noktasını en yakın “küme merkezi”ne (centroid) atayarak bu ayrımı yapar.

Yeşil: Genelde V_{s30} eksenı boyunca orta–yüksek, N_{60} açısından daha geniş dağılım gösteriyor. Bu, yüksek kayma dalgası hızına sahip ama penetrasyon sayısı farklılık gösteren zeminleri temsil ediyor olabilir.

Turuncu: V_{s30} ve N_{60} değerleri daha çok negatif bölgede; daha yumuşak ve düşük dayanımlı zeminler şeklinde yorumlanabilir.

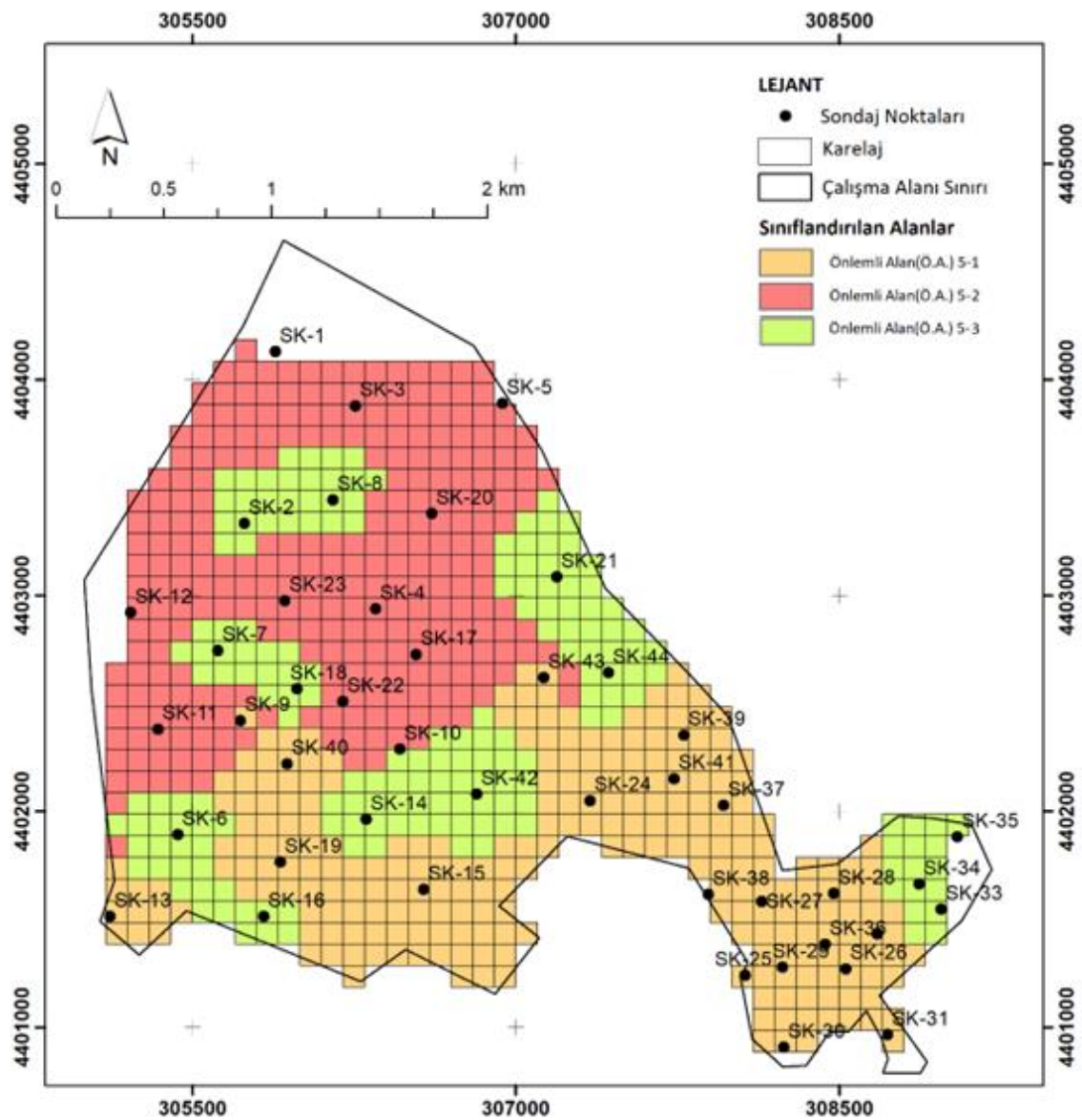
Mavi: V_{s30} pozitif tarafta yoğun; nispeten sert, iyi sıkışmış zeminler anlamına gelebilir.

K-ortalamlar kümeleme algoritması, Python ortamında scikit-learn kütüphanesi kullanılarak uygulanmıştır. İşlem sonunda her bir raster piksel, bir kümeye atanmış ve sınıflandırma haritası oluşturulmuştur.

4.5. CBS Tabanlı Entegrasyon ve Haritalama

Verilerin mekânsal analizleri ve sonuç haritalarının üretimi için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) altyapısı kullanılmıştır. Python yazılımı ile;

- Raster veri katmanları birleştirilmiş,
- K-Ortalamalar küme sonuçları mekânsal olarak haritalanmış,
- Sınıflandırmalar vektörel poligonlara dönüştürülmüş ve alan hesapları yapılmıştır,
- Mevcut yerleşim alanları ile kümelerin çakışma düzeyleri analiz edilmiştir.



Şekil 4.13. Jeoteknik-jeofizik verilerin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ortamında mikro-bölgeleme analiziyle sınıflandırılması

UTM–WGS84 projeksiyonunda, x ve y eksenlerinde metre cinsinden koordinatlar verilmiştir. Her hücre için 100x100 m²'lik karelerden oluşuyor.

Zemin davranışını detaylı görmek için yapılan “mikrobölge” analizinde, zeminler V_{s30} , N_{60} , V_p , V_p/V_s , Eğim ve Topografik Yükseklik gibi parametrelere göre sınıflandırılır. Bu, yapılaşma için risk–sınıflandırma haritası sunar:

Önemli Alan(Ö.A.)5-1 : Sağlam ve iyi zemin özelliklerini gösteren alanlar.

Önemli Alan(Ö.A.)5-2 : Zayıf zemin koşullarını gösteren alanalar.

Önemli Alan(Ö.A.)5-3: Orta düzey zemin kalitesini gösteren alanlar.

Üretilen haritalar, belediyeler, planlayıcılar ve yerel yönetim birimleri için karar verme süreçlerinde kullanılabilecek görsel çıktılar sunabilir.



5. ANALİZLER VE BULGULAR

Bu bölümde, çok disiplinli veriler kullanılarak gerçekleştirilen K-ortalamlar kümeleme analizi sonuçları değerlendirilmiştir. Analiz, V_{s30} , N_{60} , V_p , V_p/V_s , Eğim ve Topografik Yükseklik değerleri gibi parametrelerin CBS ortamında raster hale getirilip birleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

K- ortalamlar algoritması için optimal küme sayısı Elbow, Silhouette ve Hiyerarşik Kümeleme yöntemleri ile test edilmiş ve 3 küme üzerinden analizler yürütülmüştür. Kümeleme sonucunda;

- **Ö.A. 5-1:** Yüksek V_{s30} ve N_{60} değerleri, orta eğim ve düşük kot ile birlikte yüksek V_p ve V_p/V_s oranlarının gözlemlendiği güçlü zemin koşullarına sahip alanlardır.
- **Ö.A. 5-2:** Düşük V_{s30} ve N_{60} değerleri, orta düzeyde V_p , V_p/V_s ve eğim, ayrıca yüksek kot değerleriyle karakterize edilen zayıf zemin koşullarının bulunduğu alanlardır.
- **Ö.A. 5-3:** Orta düzeyde V_{s30} , N_{60} ve eğim; yüksek V_p ve V_p/V_s oranları ile orta kot değerlerinin bir arada görüldüğü orta nitelikli zemin koşullarına sahip alanlardır.

Analiz sonucunda harita üzerinde poligonlara dönüştürülen raster sınıfları, Yücekapı Beldesi'nin kuzey kesimlerinde daha zayıf zeminlerin yaygın olduğunu, güney bölgelerinde ise daha stabil ve daha sağlam zeminlerin bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, planlama açısından dikkat çekici olup yapılaşmanın ileri düzey analizlerle yönlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.1. K-ortalamlar Sonuçlarının Küme Bazlı İstatistikleri

Küme bazlı istatistikler, kümeler arasındaki zemin özelliklerinin karşılaştırılmasını ve farklılıkların ortaya konulmasını sağlar. Böylece zemin sınıflaması ve mühendislik değerlendirmeleri için daha güvenilir ve bilimsel temelli sonuçlar elde edilir.

Tablo 5.1. V_{s30} küme bazlı istatistikleri

Küme	Gözlem Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	25% den Küçük	Verilerin Ortası	75% den Küçük	En Büyük Değer
Ö.A.5-1	254	304.23	16.17	260.32	293.05	306.59	315.66	333.20
Ö.A.5-2	276	277.50	13.31	222.31	269.80	279.88	287.31	304.10
Ö.A.5-3	180	291.71	16.59	224.12	284.34	292.33	305.19	319.92

Tablo 5.2. N_{60} küme bazlı istatistikleri

Küme	Gözlem Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	25% den Küçük	Verilerin Ortası	75% den Küçük	En Büyük Değer
Ö.A.5-1	254	28.87	3.15	17	27.25	30	31	35
Ö.A.5-2	276	23.08	2.27	16	21	23	25	30
Ö.A.5-3	180	26.2	3.78	14	24	26.5	29	35

Tablo 5.3. V_p küme bazlı istatistikleri

Küme	Gözlem Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	25% den Küçük	Verilerin Ortası	75% den Küçük	En Büyük Değer
Ö.A.5-1	254	900.21	113.96	631.47	802.96	908.24	978.34	1135.59
Ö.A.5-2	276	1041.25	118.97	719.40	972.00	1049.39	1117.8	1329.51
Ö.A.5-3	180	1281.98	129.14	1049.11	1185.15	1265.18	1351.22	1824.71

Tablo 5.4. V_p/V_s küme bazlı istatistikleri

Küme	Gözlem Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	25% den Küçük	Verilerin Ortası	75% den Küçük	En Büyük Değer
Ö.A.5-1	254	2.92	0.27	2.32	2.69	2.93	3.12	3.60
Ö.A.5-2	276	3.25	0.31	2.39	3.04	3.24	3.41	4.01
Ö.A.5-3	180	3.85	0.35	3.19	3.58	3.79	4.09	4.88

Tablo 5.5. Eğim küme bazlı istatistikleri

Küme	Gözlem Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	25% den Küçük	Verilerin Ortası	75% den Küçük	En Büyük Değer
Ö.A.5-1	254	2.50	0.70	0.88	2.01	2.47	2.93	4.60
Ö.A.5-2	276	2.60	0.83	0.75	2.02	2.51	3.00	5.26
Ö.A.5-3	180	2.76	0.95	0.73	2.10	2.57	3.07	6.81

Tablo 5.6. Yükseklik küme bazlı istatistikleri

Küme	Gözlem Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	25% den Küçük	Verilerin Ortası	75% den Küçük	En Büyük Değer
Ö.A.5-1	254	1735.46	4.50	1723.56	1732.69	1735.99	1738.61	1745.19
Ö.A.5-2	276	1753.57	7.72	1737.3	1747.1	1755.06	1759.92	1766.45
Ö.A.5-3	180	1743.71	9.08	1727.33	1737.72	1742.01	1748.40	1764.8

Kümeleme analizi sonucunda elde edilen istatistikler incelendiğinde, kümeler arasında belirgin farklılıkların olduğu görülmektedir. V_{s30} değerleri açısından Ö.A. 5-1 kümenin ortalama değerleri daha yüksek çıkmış ve bu durum daha sağlam ve sert zeminlere işaret etmiştir. N_{60} sonuçlarında da benzer şekilde Ö.A. 5-1 kümenin daha

yüksek darbe sayılarına sahip olması, bu kümede yer alan zeminlerin daha sıkı ve taşıma gücü bakımından daha elverişli olduğunu göstermektedir. V_p değerleri Ö.A. 5-3 kümede en yüksek seviyelerde ölçülmüş olup, bu grubun suya daha doygun olduğu düşünülmektedir. V_p/V_s oranları ise kümeler arasında farklılık göstermiş; özellikle Ö.A. 5-3 kümede daha yüksek değerler gözlenmiş ve bu durum zeminin su içeriği veya gevşek malzeme özelliklerine işaret edebilecek bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Eğim ve yükseklik değerleri incelendiğinde ise kümeler arasında görece sınırlı farklılıklar bulunmuş, eğim değerlerinin düşük olması çalışma alanında genel olarak yataya yakın topoğrafyanın hâkim olduğunu, yükseklik değerlerinin ise sahada homojen bir dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, k-ortalamlar algoritması ile yapılan kümeleme analizinin zemin özelliklerinin mekânsal farklılıklarını belirlemede başarılı olduğunu ve yerleşime uygunluk değerlendirmelerine önemli katkı sağladığını göstermektedir.

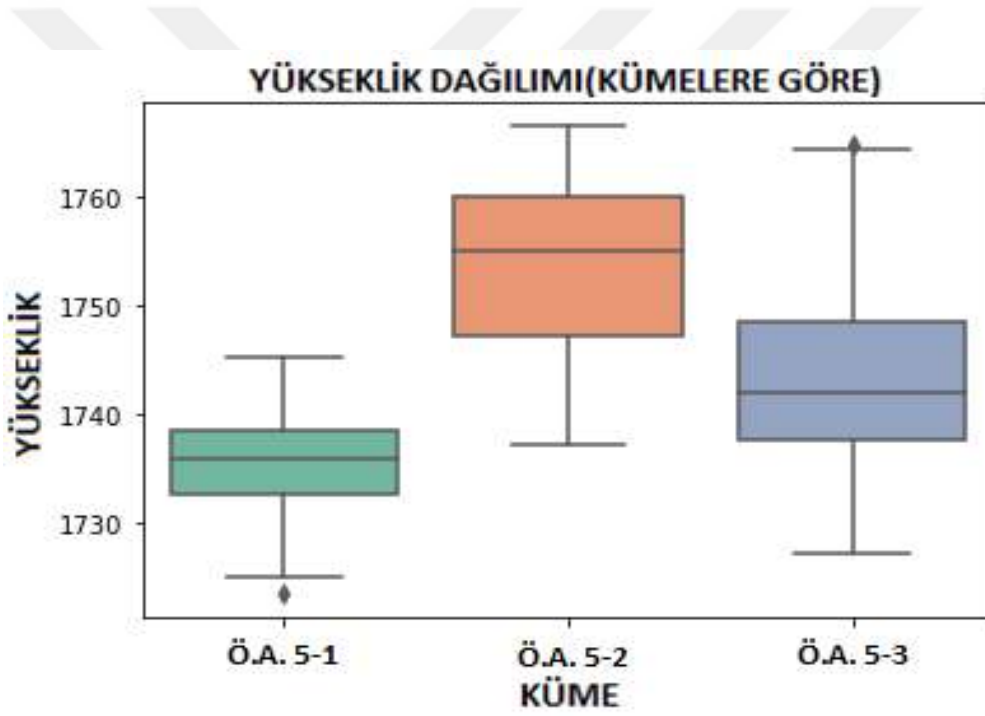
5.2. Her Küme İçin Karakteristik Değerlerin Analizi

Bu bölümde çalışma alanında elde edilen yükseklik, eğim, N_{60} , V_{s30} , V_p ve V_p/V_s parametrelerinin kümelere göre dağılımları incelenmiştir. Söz konusu parametrelerin dağılım biçimlerinin ortaya konulması, hem kümeler arasındaki farklılıkların belirlenmesine hem de zemin ve topoğrafya özelliklerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Bu amaçla, her bir değişken için histogram grafikleri ile dağılım yoğunluğu ve kutu (boxplot) grafikleri ile merkezi eğilim ve uç değerler değerlendirilmiştir.

A.



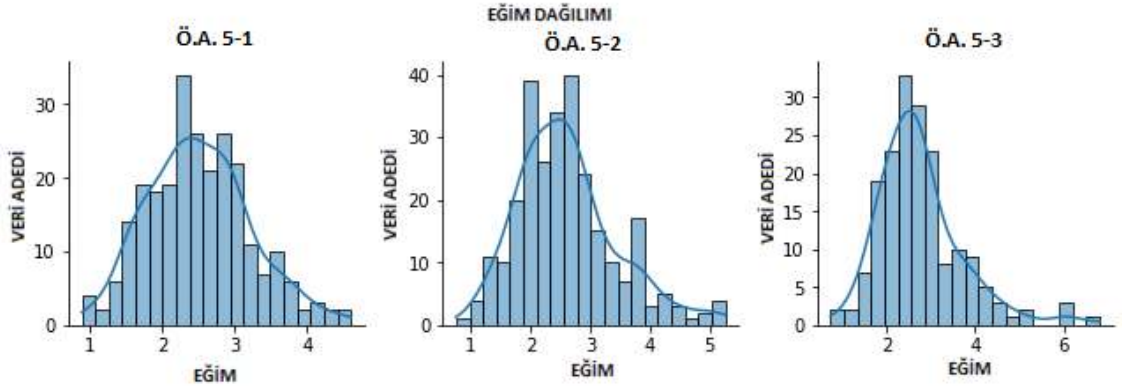
B.



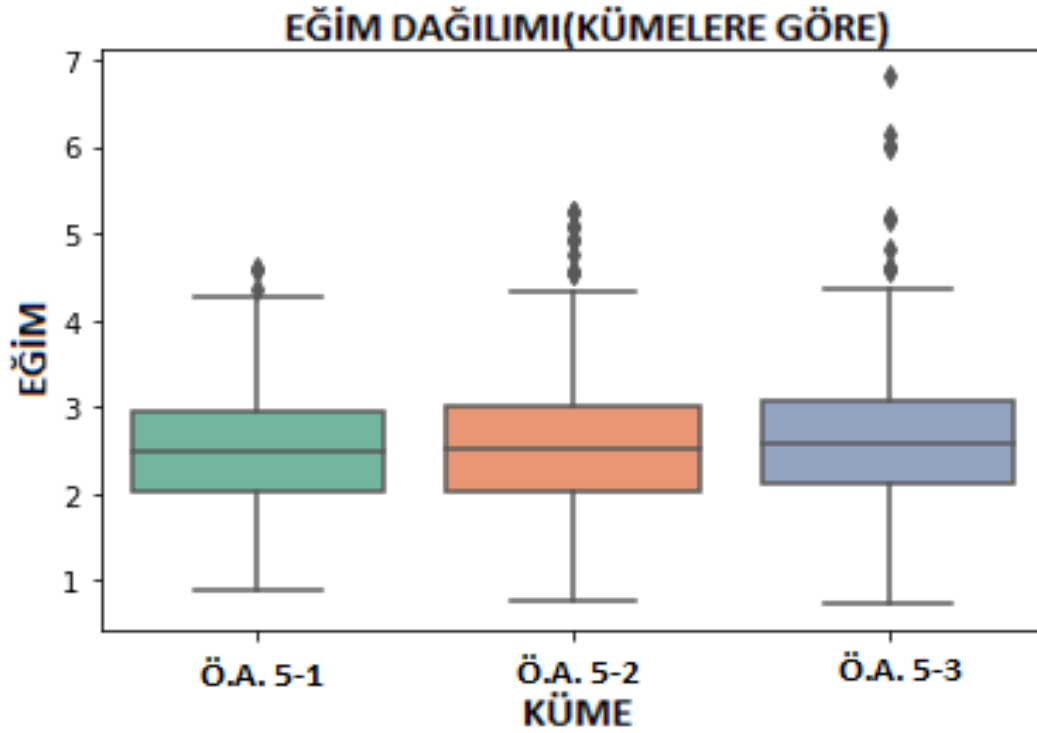
Şekil 5.1. Topografik yükseklik değerlerinin (A) histogram ve (B) boxplot gösterimi

Çalışma alanında yükseklik değerlerinin kümelere göre dağılımları histogram ve kutu grafikleriyle incelenmiştir. Analizler sonucunda Ö.A. 5-2'in en yüksek kotlara (≈ 1755 m), Ö.A. 5-3'in orta seviyelere (≈ 1740 m) ve Ö.A. 5-1'nin daha düşük kotlara (≈ 1735 m) karşılık geldiği görülmüştür. Ayrıca Ö.A. 5-1'de bazı düşük değerli uç noktalar tespit edilmiştir. Bu bulgular, kümeleme analizinin topografik farklılıkları başarıyla ortaya koyduğunu göstermektedir.

A.



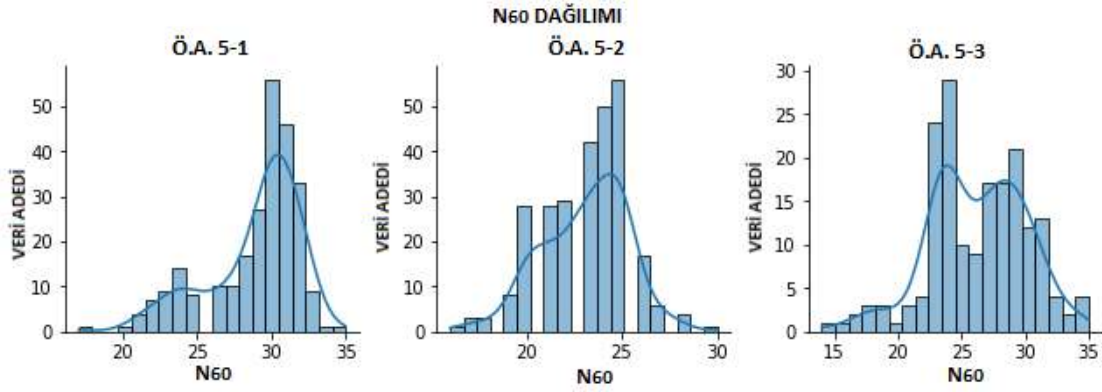
B.



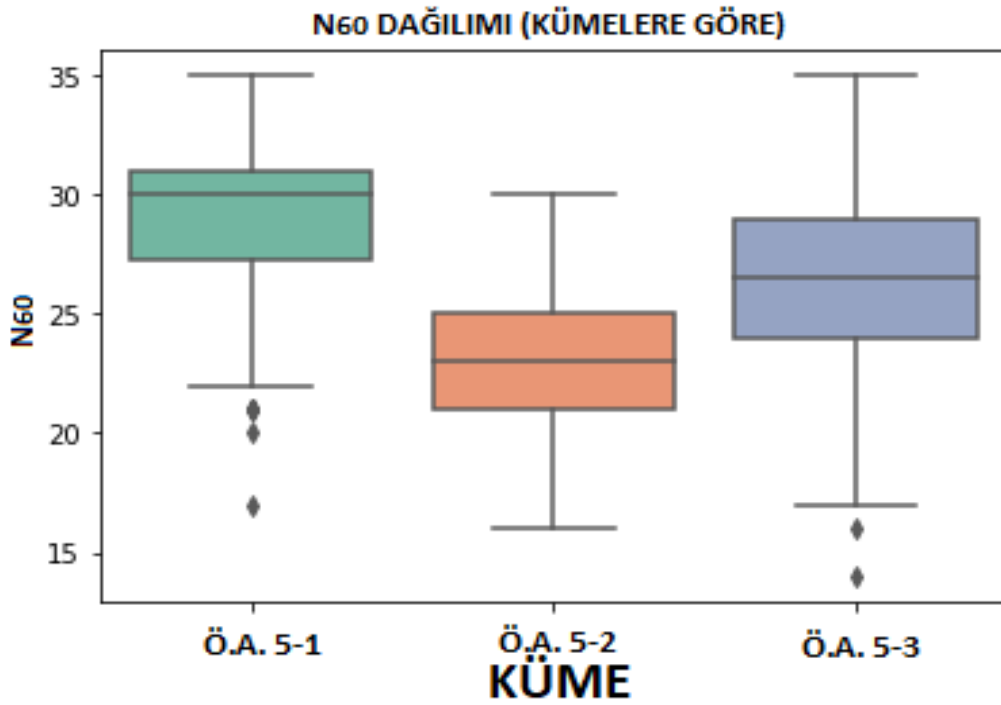
Şekil 5.2. Topografik eğim değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi

Çalışma alanında eğim değerlerinin dağılımı histogram ve kutu grafikleriyle incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre düşük eğim değerleri baskın olup, bu durum yerleşim açısından olumlu koşullara işaret etmektedir. Boxplot grafiğinde kümeler arasında belirgin farklar bulunmuş, bazı kümeler düşük medyan eğim değerleriyle öne çıkarken, diğerlerinde daha geniş dağılım gözlenmiştir. Ayrıca Ö.A. 5-3’de birkaç yüksek eğimli uç değer tespit edilmiş, bu da alanın bazı bölgelerinde mühendislik açısından dikkat gerektiren topografik koşulların mevcut olduğunu göstermiştir.

A.



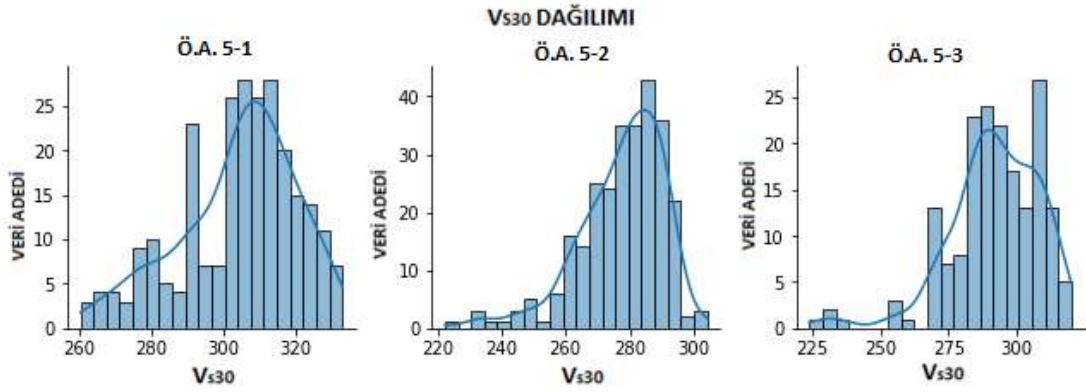
B.



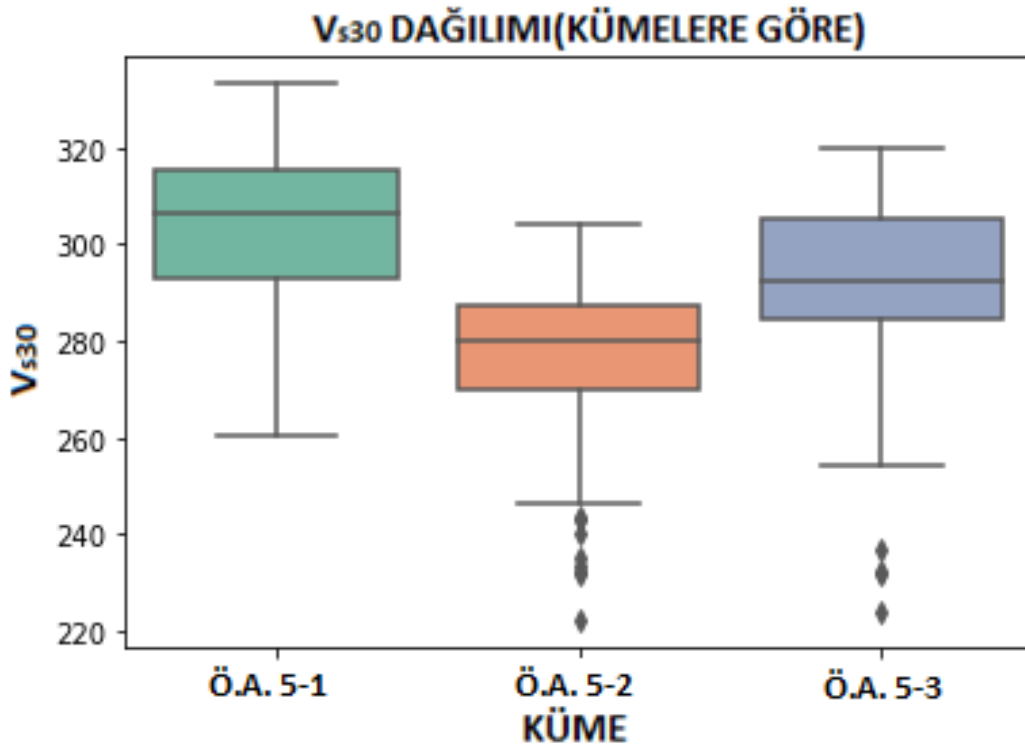
Şekil 5.3. N_{60} değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi

N_{60} değerlerinin dağılımları incelendiğinde, histogram grafiğinde dağılımın sağa çarpık olduğu görülmüştür. Bu durum zeminin genel olarak orta-yüksek sıkılığa sahip olduğunu göstermektedir. Boxplot sonuçları ise kümeler arasında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuş, Ö.A. 5-2 düşük medyan değerleriyle daha gevşek zeminleri temsil ederken, Ö.A. 5-1’de daha yüksek medyan değerleri dikkat çekmiştir. Ayrıca bazı kümelerde uç değerler gözlenmiş ve bu durum, zemin sıkılığının alansal olarak heterojenlik sergilediğini göstermiştir.

A.



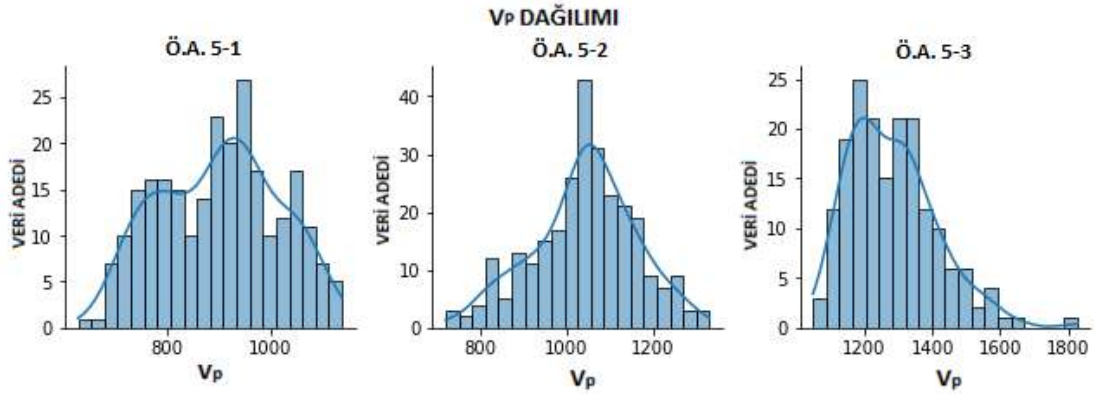
B.



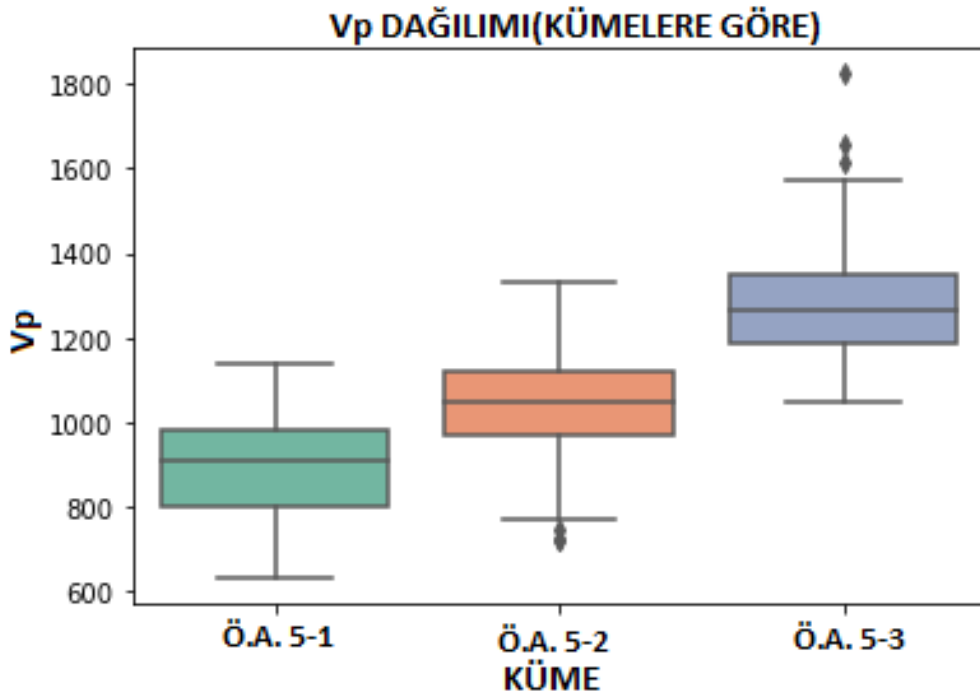
Şekil 5.4. V_{s30} değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi

V_{s30} değerlerinin dağılımları histogram grafiğinde düşük-orta hız aralıklarında yoğunlaşmıştır. Bu bulgu, çalışma alanındaki zeminlerin çoğunlukla düşük dayanımlı sınıfa karşılık geldiğini göstermektedir. Boxplot analizinde kümeler arasında bariz farklılıklar saptanmış; Ö.A. 5-2 daha düşük hızlarla karakterize edilirken, Ö.A. 5-1 ve 5-2’de medyan değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, alanın zemin koşullarında önemli mekânsal değişkenlikler olduğunu göstermektedir.

A.



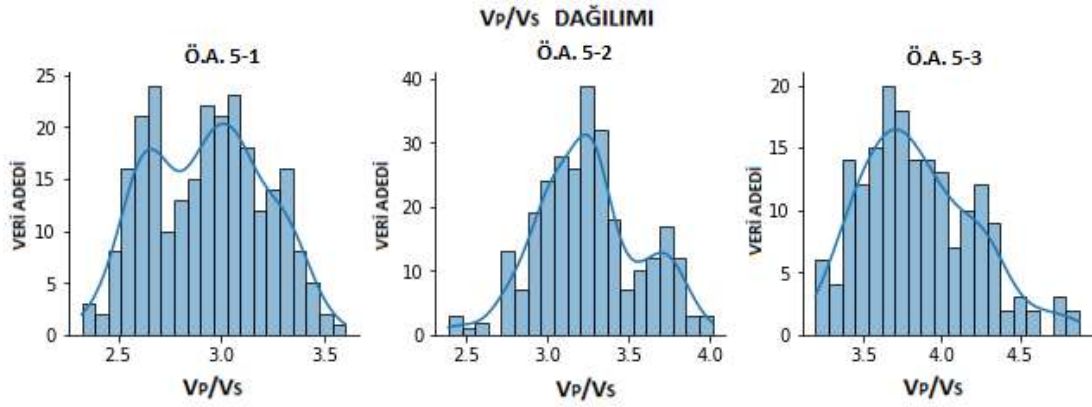
B.



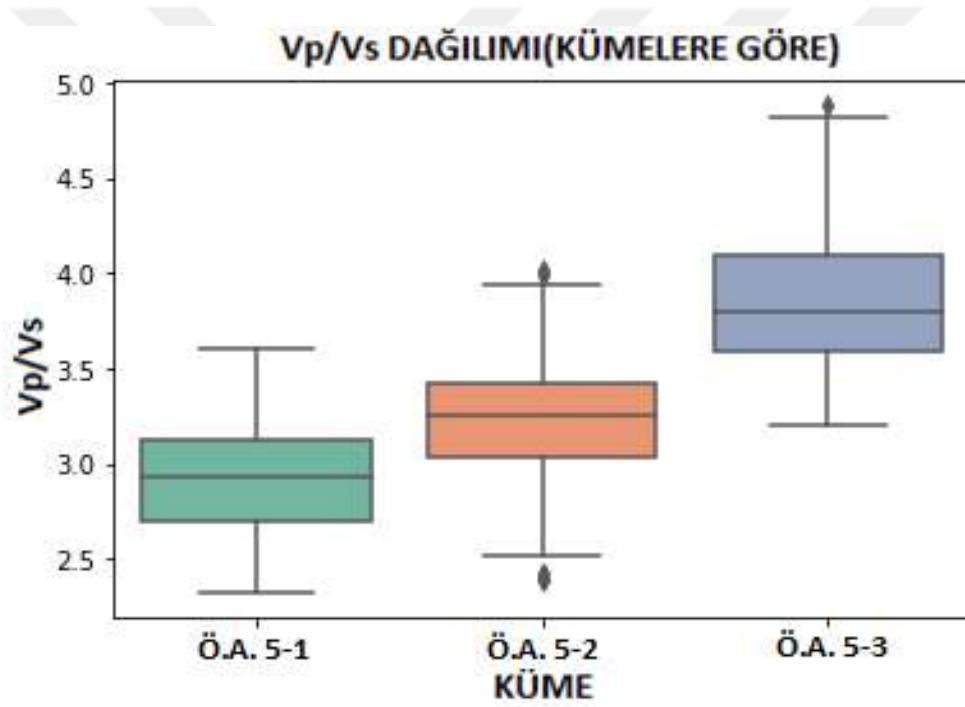
Şekil 5.5. V_p değerlerinin (A) histogram ve (B) boxplot gösterimi.

V_p değerlerinin dağılımları incelendiğinde histogram grafiği düşük hız değerlerinde yoğunlaşmayı göstermektedir. Bu durum, genel olarak zeminin düşük hızlara sahip olduğunu ve dayanım açısından zayıf nitelikler taşıdığını işaret etmektedir. Boxplot grafiğinde ise kümeler arasında belirgin farklılıklar ortaya çıkmış; Ö.A. 5-3 daha yüksek medyan değerleriyle öne çıkarken, Ö.A. 5-1 ve Ö.A. 5-2’de daha düşük değerler gözlenmiştir. Ayrıca uç değerlerin varlığı, yer yer sağlam jeolojik birimlerin bulunduğunu göstermekte ve bölgenin heterojen yapısını desteklemektedir.

A.



B.



Şekil 5.6. V_p/V_s değerlerinin (A)histogram ve (B)boxplot gösterimi.

V_p/V_s oranı zeminin doygunluk derecesi ve litolojik yapısı hakkında bilgi verir. V_p/V_s oranlarının dağılımları histogramda sola çarpık bir yapıda olup düşük oranların yoğunlaştığı görülmüştür. Bu bulgu, zeminin sıkışabilirlik özelliklerinin belirli alanlarda daha baskın olduğunu göstermektedir. Ö.A. 5-1’de düşük ($\approx 2.5-3.2$) değerler, daha sıkı ve rijit zeminleri; Ö.A. 5-2’de orta düzey ($\approx 3.0-3.5$) değerler, yarı doygun ve orta sert zeminleri; Ö.A. 5-3’de ise yüksek ($\approx 3.5-5.0$) değerler, suya doygun, yumuşak ve düşük kesme dayanımlı tabakaları temsil etmektedir.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, jeofizik (MASW, sismik kırılma) ve jeoteknik (SPT N_{60} , sondaj) verileri IDW interpolasyonu ile değerlendirilmiş; topoğrafik eğim ve kot veri kümeleriyle birlikte $100 \times 100 \text{ m}^2$ 'lik mikrobölgelere dönüştürülmüştür. Müteakiben, veriler min-max normalizasyonu yöntemiyle eş ölçeklendirilmiştir. Elde edilen çok katmanlı veri matrisi, K-ortalamalar (K-means) algoritması ile kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Optimum küme sayısı Elbow, Silhouette ve hiyerarşik dendrogram analizleriyle $k = 3$ olarak tespit edilmiştir. Küme bazlı istatistikler incelendiğinde (Tablo 5.1–5.4): V_{s30} değerleri bakımından Ö.A. 5-1 en yüksek ortalamaya ($\approx 306.5 \text{ m/s}$), N_{60} açısından yine Ö.A. 5-1 en yüksek ortalamaya (≈ 23.1) sahiptir; V_p ortalamaları ise Ö.A. 5-3'de en yüksek ($\approx 1286 \text{ m/s}$) olarak bulunmuştur. V_p/V_s oranları kümeler arasında farklılık göstermekte; özellikle Ö.A. 5-3'de görece olarak daha yüksek V_p/V_s oranları raporlanmıştır. Topoğrafik parametrelerde ise eğim genel olarak düşük seyretmiş, Ö.A. 5-2 sahadaki en yüksek ortalama kotlara ($\approx 1755 \text{ m}$) karşılık gelmiştir. Bu bulguların yorumu şu şekilde özetlenebilir: yüksek V_{s30} ve yüksek N_{60} kombinasyonu (Ö.A. 5-1) genellikle rijit ve taşıma gücü yüksek sıg zeminleri gösterir. Ö.A. 5-3'ün yüksek V_p ortalamaları, yerel olarak daha sert jeolojik birimlerin (örneğin daha ince ve daha hızlı iletken tabakaların ya da yüzeye yakın kayaç parçacıklarının) etkisini yansıtabilir; fakat aynı kümeye ait nispeten yüksek V_p/V_s oranları ve orta N_{60} değerleri, yüzeydeki malzeme heterojenliğini veya yer yer gevşek malzemeleri işaret edebilir, başka bir deyişle, yüzey-sıg zemin davranışı ile alt tabaka karakteri arasında farklılıklar vardır. Ö.A. 5-2 ise genel olarak düşük zemin özellikleri (düşük V_{s30} , düşük N_{60}) göstermekte olup topoğrafik olarak nispeten yüksek kotları kapsayan alanlardır. Haritaların mekânsal dağılımı, en iyi zeminlerin (yüksek V_{s30} & yüksek N_{60}) çalışma alanının güney-doğu kesiminde yoğunlaştığını, nispeten daha kötü zeminlerin ise kuzey-batı kesimlere doğru yayıldığını göstermektedir. Mevcut yerleşimlerin 3 sınıfta konumlanmış olup bu durum, mevcut kentleşmenin bazı kısımlarının (uygulamada) ileri düzey jeoteknik önlemlere ihtiyaç duyabileceğini göstermektedir. Haritalarda SK-1, SK-13, SK-30 ve SK-35 gibi kenar noktalarının ötesi ekstrapolasyon bölgesi olarak gösterilmiştir. Bu alanlardaki tahminlerin geçerliliği sınırlıdır; bu bölgelerde ilave jeoteknik ve jeofizik veri toplanması daha iyi sonuçlar verebilir. Nokta bazlı tahmin belirsizliği için Kriging yaklaşımı daha uygundur ancak yeterli veri yoğunluğu gerektirir. İnceleme alanının sınırları, mevcut proje kapsamı ve araziye erişim koşulları nedeniyle çalışma alanı dışında ek jeoteknik veya jeofizik veri

temin edilememiştir. Bu nedenle, mevcut veriler üzerinden yapılan değerlendirmeler yalnızca tanımlı çalışma sınırları içerisinde geçerlidir. Metodolojik olarak çalışmanın güçlü yönleri, farklı disiplinlerden (jeofizik, jeoteknik, jeoloji) gelen ölçümlerin aynı analitik çatı altında entegre edilmesi; veri ön işleme (normalizasyon), interpolasyon ve CBS tabanlı raster-kümeleme akışının uygulanmasıdır. Ancak bazı sınırlılıklar mevcuttur: (i) IDW interpolasyonu mesafe temelli bir deterministik yöntemdir ve veri setindeki gerçek mekânsal bağımlılığı (varyogram) modellemez; (ii) örnekleme yoğunluğu (44 sondaj, 30 civarı jeofizik profil noktasının rastera yayılması) alanın tüm heterojenliğini yakalamada yetersiz kalabilir; (iii) sondaj derinlikleri (13.5–25.5 m) daha derin zemin davranışlarını veya derin kaya etkilerini kapsamamaktadır; (iv) V_p/V_s oranlarının yorumlanması su içeriği, tabaka geçişleri ve litolojik heterojenlik gibi çoklu faktörlerden etkilendiğinden tek başına doğrudan risk göstergesi olarak kullanılması yanıltıcı olabilir. Bu belirsizlikler göz önünde bulundurularak, sonuçlar yerleşim planlaması ve mühendislik kararlarına rehberlik edecek nitelikte olup, kesin yapı uygulamaları için her yapı adayı parselde detaylı yerel jeoteknik-jeofizik doğrulaması gerekmektedir.

7. ÖNERİLER

Çalışmada elde edilen çok katmanlı sınıflandırma haritaları ve kümeleme sonuçları temel alınarak önerilen uygulamalar şunlardır: öncelikle planlama kararları, yeni yerleşim alanları ve yapı ruhsatlandırma süreçleri Ö.A. 5-1 (yüksek V_{s30} ve N_{60}) ile tanımlanan poligonlara öncelik verecek şekilde yönlendirilmelidir; tüm alanlarda yapılaşma ancak parsel-bazlı detaylı jeoteknik rapor (SPT, laboratuvar deneyi) ve gerektiğinde sınırlı zemin iyileştirme ile (yüzeysel veya derin temellerin hesaplanması) izin verilmelidir. Mevcut yerleşimlerde özellikle Ö.A. 5-2 bölgelerde ek sondaj, mevsimsel yeraltı suyu ölçümleri yapılmalı; V_p/V_s anomalilerinin aydınlatılması için yerel jeofizik (daha yoğun MASW/sismik kırılma) yapılmalıdır. K-ortalamar yöntemi, veri odaklı ve tekrarlanabilir bir analiz sunduğundan benzer zemin etütlerinde kullanılabilir. CBS tabanlı olarak çalışması, mühendislik planlamasında uygulanabilirliğini artırmaktadır. Haritaların ve ham verinin (raster katmanlar, sondaj verileri, jeofizik profilleri) YERBİS ve yerel CBS altyapısına entegre edilerek erişilebilir, güncellenebilir veri havuzları oluşturulmalı; böylece ruhsat, afet yönetimi ve altyapı planlaması süreçlerinde tekilleştirilmiş veri referansı sağlanmış olur. Araştırma açısından, veri yoğunluğunu artıracak ek Jeofizik(MASW/sismik kırılma) hatları planlanmalı ve IDW'nin sınırlılıklarını gidermek için jeostatistiksel (kriging) yaklaşımlar uygulanmalı; ayrıca sınıflandırmalar ile sosyo-ekonomik göstergeleri birleştiren çok-kriterli karar destek mekanizmaları geliştirilmelidir. Son olarak, yerel yönetim ve uygulayıcılar için uygunluk haritalarına dayalı acil durum planları (tahliye yolları, toplanma alanları) oluşturulmalı ve kritik noktalarda küçük ölçekli sismik izleme ile uzun dönemli zemin davranışı takibi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- AFAD. (2018). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://tdth.afad.gov.tr> (Erişim Tarihi: 25.07.2025).
- Aksoy, E. and San, B. T. (2017). Geographical information systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) integration for sustainable landfill site selection considering dynamic data source. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(2).
- Akyürek, B., Duru, M., Sütçü, Y., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N. ve Yaşar, T. MTA 149 (Ağrı) Paftası (100.000 ölçekli nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi), *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*.
- Ansal, A., Biro, Y., Erken, A. and Gülerce, Ü. (2004). Seismic Microzonation: a case study, in Ansal, A. eds., *Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation. Kluwer Academic Publishers*, 253-266.
- Ansal, A., Tönük, G., Özkan, M. and Erken, A. (2004). Microzonation for municipal land-use planning and earthquake hazard mitigation in Turkey. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 871-880.
- Biondi, E., Castellanos, J. and Clayton, R. (2023). Imaging urban hidden faults with ambient noise. *Seismological Research Letters*, 94(2), 1–12.
- CEN, E. C. (2005). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. *European Committee for Standardization*.
- Cradden, L., Kalogeri, C., Barrios, I. M., Galanis, G., Ingram, D. and Kallos, G. (2016). Multi-criteria site selection for offshore renewable energy platforms. *Renewable Energy*, 87, 791–806.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Y. İ. (2019). Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://yapiisleri.csb.gov.tr/zemin-ve-temel-etudu-uygulama-esaslari-ve-rapor-formati-haber-238674> (Erişim Tarihi: 15.08.2025).
- Emre, Ö., Duman, T., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. and Şaroğlu, F. (2013). Scale 1/1.250.000 Turkey Live Fault Map. *General Directorate of Mineral Reserach and Exploration special publications series, Ankara, Turkey*.
- Ercan, T., Keskin, İ. ve Dönmez, M. (1993). Eleşkirt (Ağrı) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanizmanın jeokimyasal özellikleri ve bölgesel yayılımı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 74-88.
- Fookes, P. (1997). Geology for Engineers: the Geological Model, Prediction and Performance. *The Geological Society*, 30(4), 293–424.
- JMA/MLIT. (2012). Japan Meteorological Agency (JMA) and Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT). *Preparedness Map for Community Resilience: Earthquakes – Experience of Japan*.

- Kolat, C., Ulusoy, R. and Süzen, M. L. (2012). Geotechnical microzonation model for Yenisehir (Bursa, Turkey). *Engineering Geology*, 127, 36–55.
- Li, K., Shang, Y., He, W., Lin, D., Hasan, M. and Wang, K. (2019). An engineering site suitability index (ESSI) for the evaluation. *Bulletin Engineering Geology and the Environment*, 78, 4145–4160.
- Lombardo, L. and Tanyas, H. (2021). From scenario-based seismic hazard to scenario-based landslide hazard: fast-forwarding to the future via statistical simulations. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 35, 2091–2106.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical. *Progress in Planning*, 62(1), 3–65.
- Mohammed, H., Yamusa, Y., Majid, Z. and Ahmad, K. (2023). Geospatial multi-criteria selection of best sanitary landfill site and their geotechnical and digital image analysis. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology & Environment*, 19, 1–15.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2025). *Türkiye'nin iklimi: 1991–2020 normalleri*.
- NEHRP, N. E. (2009). Recommended seismic provisions for new buildings and other structures. *FEMA*, p.750.
- Osaimi, N. M. and Qoradi, M. D. (2020). Candidate site selection for nuclear power plants in Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 1–15.
- Özşahin, E. ve Kaymaz, K. (2021). CBS ve AHS Kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekânın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya (Hatay). *Türk Coğrafya Dergisi*, 77, 1–16.
- Petrone, P., Allocca, V., Fusco, F., Incontri, F. and Vita, P. (2023). Engineering geological 3D modeling and geotechnical characterization in the framework of technical rules for geotechnical design: the case study of the Nola's logistic plant (southern Italy). *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 82, 1–20.
- Qian Wang, Y. W. (2017). Integration of Information Theory, K-Means Cluster Analysis and the Logistic Regression Model for Landslide Susceptibility Mapping in the Three Gorges Area, China. *Remote Sensing*, 9(8), 1–18.
- Saunders, W. and Becker, J. (2015). A discussion of resilience and sustainability: Landuse planning recovery from the Canterbury earthquake sequence, *New Zealand*, 14, 73–81
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2018). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*.
- Vessia, G., Laurenzano, G., Pagliaroli, A. and Pilz, M. (2021). Seismic site response estimation for microzonation studies promoting the resilience of. *Engineering Geology*, 284.

- Wieriks, K. and Haegen, M. (2015). The Deltaplan revisited: changing perspectives in the Netherlands' flood risk reduction philosophy. ResearchGate.
- Yang, P., Shang, Y., Yanyan and Li, K. (2021). An engineering geological suitability comprehensive evaluation. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 54(3), 1–14.
- Yürekli, A. (2019). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-12.



EKLER

EK-1: Kümeleme Analizine Esas Olan Jeolojik, Jeofizik ve Jeoteknik Ham Veriler

x	y	no	V _{s30}	N ₆₀	V _p	V _p /V _s	Eğim	Yükseklik
308148.0219	4400936.979	1	316.469	32	729.095	2.594	3.67	1727.17
308248.0219	4400936.979	2	315.075	33	701.615	2.466	3.834	1726.64
308348.0219	4400936.979	3	314.5	32	749.892	2.663	2.497	1725.05
308748.0219	4400936.979	4	272.023	29	631.477	2.36	2.93	1723.56
308148.0219	4401036.979	5	319.847	31	757.827	2.773	2.545	1727.59
308248.0219	4401036.979	6	317.648	31	757.224	2.731	3.647	1726.3
308348.0219	4401036.979	7	315.769	31	793.885	2.855	3.05	1727
308448.0219	4401036.979	8	310.698	30	823.67	2.943	2.289	1726.28
308548.0219	4401036.979	9	301.363	30	807.043	2.888	1.85	1725.44
308648.0219	4401036.979	10	284.671	29	714.408	2.607	2.34	1726.74
308748.0219	4401036.979	11	280.062	29	689.459	2.532	2.38	1725.32
308148.0219	4401136.979	12	324.993	30	751.759	2.89	1.64	1727.83
308248.0219	4401136.979	13	322.719	30	773.244	2.909	2.894	1727.28
308348.0219	4401136.979	14	319.052	30	817.141	2.992	3.142	1726.83
308448.0219	4401136.979	15	312.648	31	867.634	3.098	1.919	1726.02
308548.0219	4401136.979	16	307.132	31	883.994	3.133	2.756	1726.61
308648.0219	4401136.979	17	302.134	29	852.689	3.027	2.45	1728.02
306248.0219	4401236.979	18	290.935	31	1054.56	3.28	1.535	1736.7
306748.0219	4401236.979	19	301.803	31	967.274	3.109	4.567	1732.58
306848.0219	4401236.979	20	304.899	30	970.709	3.121	2.379	1733.85
306948.0219	4401236.979	21	304.896	30	968.886	3.092	3.568	1731.78
308048.0219	4401236.979	22	329.877	28	695.115	2.89	2.459	1728.03
308148.0219	4401236.979	23	327.907	30	729.752	2.905	2.503	1727.45
308248.0219	4401236.979	24	328.379	31	720.25	2.912	1.803	1727.62
308348.0219	4401236.979	25	322.215	30	823.653	3.053	2.928	1728.3
308448.0219	4401236.979	26	311.45	32	912.886	3.238	2.829	1726.58
308548.0219	4401236.979	27	302.602	33	943.685	3.329	2.315	1727.77
308648.0219	4401236.979	28	308.319	29	923.213	3.244	1.664	1728.58
308748.0219	4401236.979	29	309.541	27	930.266	3.252	4.147	1726.52
306048.0219	4401336.979	30	290.298	32	1135.59	3.451	1.431	1735.71
306148.0219	4401336.979	31	290.812	31	1087.86	3.358	1.842	1735.88
306248.0219	4401336.979	32	292.116	31	1035.94	3.237	3.088	1737.09
306348.0219	4401336.979	33	294.904	31	999.457	3.176	2.037	1735.98
306448.0219	4401336.979	34	297.765	31	974.615	3.14	2.274	1736.94
306548.0219	4401336.979	35	301.018	31	947.621	3.094	3.411	1734.75
306648.0219	4401336.979	36	302.363	31	934.093	3.048	2.854	1734.31
306748.0219	4401336.979	37	302.93	31	947.949	3.067	4.052	1732.91
306848.0219	4401336.979	38	304.67	30	963.115	3.113	2.531	1734.41
306948.0219	4401336.979	39	305.773	30	958.08	3.075	2.576	1735.08

308148.0219	4401336.979	40	327.518	30	759.333	2.913	2.304	1730.05
308248.0219	4401336.979	41	328.108	31	740.149	2.931	2.04	1730.02
308348.0219	4401336.979	42	324.724	30	877.27	3.157	2.559	1729.34
308448.0219	4401336.979	43	323.94	29	938.524	3.309	2.029	1728.67
308548.0219	4401336.979	44	309.616	30	942.069	3.31	3.196	1729.5
308648.0219	4401336.979	45	314.294	26	947.862	3.317	3.351	1730.39
308748.0219	4401336.979	46	315.008	25	970.882	3.38	2.885	1728.2
308848.0219	4401336.979	47	312.414	26	1020.89	3.519	2.967	1726.59
305148.0219	4401436.979	48	261.753	33	721.351	2.491	3.537	1744.45
305248.0219	4401436.979	49	265.514	32	800.429	2.692	1.612	1744.12
305348.0219	4401436.979	50	270.663	32	920.714	2.991	1.64	1743.08
305748.0219	4401436.979	51	291.963	34	1307.75	3.804	2.431	1739.19
305848.0219	4401436.979	52	293.374	34	1343.99	3.878	1.961	1739.78
305948.0219	4401436.979	53	291.995	33	1236.66	3.653	1.878	1739.2
306048.0219	4401436.979	54	290.859	32	1129.75	3.431	2.269	1737.14
306148.0219	4401436.979	55	291.145	31	1069.78	3.312	2.896	1736.17
306248.0219	4401436.979	56	293.082	31	1030.36	3.244	1.665	1736.97
306348.0219	4401436.979	57	296.515	31	985.719	3.168	2.241	1735.58
306448.0219	4401436.979	58	300.169	31	938.299	3.09	2.08	1736.69
306548.0219	4401436.979	59	303.298	32	884.741	2.983	2.603	1735.83
306648.0219	4401436.979	60	303.586	32	885.391	2.971	2.258	1735.19
306748.0219	4401436.979	61	303.738	31	917.469	3.005	3.561	1734.11
306848.0219	4401436.979	62	304.516	30	942.543	3.047	3.002	1734
306948.0219	4401436.979	63	305.374	30	952.25	3.043	1.719	1734.41
307048.0219	4401436.979	64	307.345	30	937.05	3.008	2.391	1732.7
308048.0219	4401436.979	65	327.726	31	835.851	2.829	2.787	1730.21
308148.0219	4401436.979	66	327.582	31	836.595	2.864	3.173	1728.67
308248.0219	4401436.979	67	325.879	31	849.056	2.978	1.992	1730.7
308348.0219	4401436.979	68	325.151	30	907.496	3.156	2.208	1730.94
308448.0219	4401436.979	69	325.996	28	939.468	3.276	1.618	1730.44
308548.0219	4401436.979	70	319.218	28	944.751	3.266	2.508	1731.33
308648.0219	4401436.979	71	319.768	21	953.028	3.358	2.999	1730.73
308748.0219	4401436.979	72	317.451	22	987.737	3.436	3.592	1729.92
308848.0219	4401436.979	73	312.714	25	1100.13	3.758	3.49	1728.59
308948.0219	4401436.979	74	309.36	26	1187.59	4.027	2.086	1727.52
305148.0219	4401536.979	75	260.32	33	692.709	2.42	2.715	1745.19
305248.0219	4401536.979	76	264.019	32	789.907	2.666	2.291	1743.53
305348.0219	4401536.979	77	270.178	32	944.558	3.059	1.525	1741.64
305448.0219	4401536.979	78	275.959	31	1041.53	3.294	1.966	1742.48
305548.0219	4401536.979	79	281.156	31	1104.23	3.411	3.058	1739.86
305648.0219	4401536.979	80	286.939	32	1175.53	3.539	2.003	1741
305748.0219	4401536.979	81	292.316	34	1302.78	3.793	2.093	1740.08
305848.0219	4401536.979	82	294.726	35	1396.41	3.987	1.838	1739.89

305948.0219	4401536.979	83	292.363	33	1226.44	3.625	2.848	1738.62
306048.0219	4401536.979	84	290.877	32	1092.86	3.345	1.525	1736.69
306148.0219	4401536.979	85	290.927	31	1042.27	3.251	1.824	1738.36
306248.0219	4401536.979	86	292.661	30	1015.57	3.21	2.419	1737.62
306348.0219	4401536.979	87	297.127	31	970.683	3.141	3.786	1734.64
306448.0219	4401536.979	88	301.964	32	886.402	2.995	3.738	1736.33
306548.0219	4401536.979	89	306.613	32	801.855	2.836	2.646	1733.98
306648.0219	4401536.979	90	306.217	32	818.227	2.861	1.766	1736.31
306748.0219	4401536.979	91	304.197	31	883.366	2.961	1.426	1734.94
306848.0219	4401536.979	92	304.154	30	932.892	3.034	2.336	1735.45
306948.0219	4401536.979	93	304.721	30	990.41	3.109	3.285	1735.79
307948.0219	4401536.979	94	331.054	32	887.836	2.707	1.893	1730.85
308048.0219	4401536.979	95	330.358	32	881.564	2.732	2.792	1732.52
308148.0219	4401536.979	96	333.208	33	906.901	2.7	3.165	1730.98
308248.0219	4401536.979	97	327.896	32	892.125	2.864	2.846	1732.69
308348.0219	4401536.979	98	324.288	31	908.319	2.979	1.911	1730.84
308448.0219	4401536.979	99	323.5	31	924.478	2.933	1.066	1730.61
308548.0219	4401536.979	100	321.363	30	943.056	3.078	2.847	1731.23
308648.0219	4401536.979	101	318.726	25	976.847	3.34	3.861	1729.31
308748.0219	4401536.979	102	316.377	24	1053.26	3.601	3.008	1730
308848.0219	4401536.979	103	312.468	25	1183.03	4.009	3.47	1728.97
308948.0219	4401536.979	104	305.741	27	1291.6	4.354	2.679	1727.33
305148.0219	4401636.979	105	263.215	32	788.994	2.667	1.443	1743.37
305248.0219	4401636.979	106	266.662	32	893.134	2.937	2.725	1742.8
305348.0219	4401636.979	107	271.212	31	1036.66	3.316	2.887	1741.47
305448.0219	4401636.979	108	275.076	31	1105.54	3.475	2.493	1741.11
305548.0219	4401636.979	109	279.667	31	1114.92	3.469	3.634	1740.94
305648.0219	4401636.979	110	285.17	32	1122.04	3.443	2.723	1740.59
305748.0219	4401636.979	111	289.543	32	1116.33	3.4	1.454	1740.64
305848.0219	4401636.979	112	291.867	32	1061.65	3.266	2.053	1740.38
305948.0219	4401636.979	113	291.789	31	959.057	3.043	2.99	1737.22
306048.0219	4401636.979	114	290.839	31	977.508	3.092	2.985	1735.5
306148.0219	4401636.979	115	290.815	30	1016.77	3.189	2.554	1737.77
306248.0219	4401636.979	116	292.651	30	1025.55	3.225	1.927	1739.19
306348.0219	4401636.979	117	297.355	30	981.659	3.159	3.013	1737.91
306448.0219	4401636.979	118	303.733	32	859.426	2.94	4.11	1736.3
306548.0219	4401636.979	119	309.692	33	733.839	2.713	2.984	1734.94
306648.0219	4401636.979	120	308.009	32	777.56	2.793	1.533	1736.03
306748.0219	4401636.979	121	304.435	31	909.059	3.023	0.885	1735.7
306848.0219	4401636.979	122	303.755	30	986.279	3.135	0.953	1734.89
306948.0219	4401636.979	123	304.298	29	1015.4	3.172	3.036	1734.44
307948.0219	4401636.979	124	332.307	32	903.549	2.687	2.034	1731
308048.0219	4401636.979	125	329.972	32	892.094	2.729	2.296	1732.92

308148.0219	4401636.979	126	332.669	33	908.176	2.7	2.565	1732.66
308248.0219	4401636.979	127	327.513	32	902.966	2.833	1.55	1733.36
308348.0219	4401636.979	128	323.786	32	914.928	2.892	3.155	1731.59
308448.0219	4401636.979	129	324.664	35	919.569	2.698	2.941	1731.11
308548.0219	4401636.979	130	322.685	32	938.921	2.899	2.875	1731.16
308648.0219	4401636.979	131	318.485	27	1011.44	3.359	3.901	1732.44
308748.0219	4401636.979	132	315.543	24	1143.11	3.856	2.701	1730.75
308848.0219	4401636.979	133	314.69	22	1286.13	4.335	3.357	1727.67
308948.0219	4401636.979	134	311.172	24	1263.94	4.263	4.362	1729.19
305148.0219	4401736.979	135	267.767	31	946.775	3.092	2.821	1742.48
305248.0219	4401736.979	136	269.867	31	1049.11	3.37	2.984	1740.83
305348.0219	4401736.979	137	271.932	31	1182.54	3.73	2.9	1741
305448.0219	4401736.979	138	273.76	31	1220.96	3.83	3.129	1742.7
305548.0219	4401736.979	139	277.464	31	1158.96	3.636	3.006	1740.83
305648.0219	4401736.979	140	282.82	31	1073.04	3.364	2.695	1739.81
305748.0219	4401736.979	141	287.99	31	934.731	3.012	2.31	1740.8
305848.0219	4401736.979	142	293.254	30	704.015	2.479	1.994	1739.08
305948.0219	4401736.979	143	293.958	30	671.745	2.405	2.554	1738.77
306048.0219	4401736.979	144	291.377	30	878.05	2.869	2.732	1738.86
306148.0219	4401736.979	145	291.162	30	1021.19	3.19	2.011	1738.78
306248.0219	4401736.979	146	293.043	29	1080.88	3.332	2.292	1737.48
306348.0219	4401736.979	147	296.566	29	1062.05	3.307	1.648	1738.61
306448.0219	4401736.979	148	301.269	30	943.764	3.098	2.505	1737.8
306548.0219	4401736.979	149	305.412	32	847.639	2.925	1.41	1736.39
306648.0219	4401736.979	150	305.064	31	879.155	2.979	1.664	1737.14
306748.0219	4401736.979	151	303.345	30	990.361	3.187	2.117	1735.31
306848.0219	4401736.979	152	303.37	30	1058	3.292	1.5	1735.09
306948.0219	4401736.979	153	304.39	29	1048.1	3.244	2.192	1733.78
307048.0219	4401736.979	154	305.841	29	1016.57	3.153	2.078	1732.16
307848.0219	4401736.979	155	326.682	30	876.358	2.699	2.287	1733.86
307948.0219	4401736.979	156	326.928	31	873.81	2.713	3.247	1732.8
308048.0219	4401736.979	157	325.548	31	870.004	2.749	1.601	1732.69
308148.0219	4401736.979	158	325.86	31	881.846	2.783	2.611	1731.52
308348.0219	4401736.979	159	322.443	31	918.848	2.934	1.286	1734.08
308448.0219	4401736.979	160	322.112	32	933.621	2.929	1.834	1733.82
308548.0219	4401736.979	161	320.707	30	963.155	3.08	3.094	1732.25
308648.0219	4401736.979	162	317.872	27	1036.36	3.433	2.289	1729.89
308748.0219	4401736.979	163	315.546	24	1150.79	3.87	2.219	1729.55
308848.0219	4401736.979	164	314.59	23	1248.22	4.207	1.539	1729.53
308948.0219	4401736.979	165	313.642	22	1244.08	4.196	2.581	1729.7
305148.0219	4401836.979	166	269.928	30	1051.94	3.377	2.239	1740.67
305248.0219	4401836.979	167	270.92	30	1168.33	3.7	2.646	1741.91
305348.0219	4401836.979	168	270.851	31	1325.04	4.14	1.562	1742.69

305448.0219	4401836.979	169	270.739	31	1377.04	4.289	2.113	1741.81
305548.0219	4401836.979	170	274.341	30	1232.3	3.865	2.397	1741.73
305648.0219	4401836.979	171	280.06	30	1061.17	3.371	2.92	1739.19
305748.0219	4401836.979	172	285.68	30	915.203	2.977	2.11	1739.27
305848.0219	4401836.979	173	291.159	30	744.461	2.572	1.901	1738.14
305948.0219	4401836.979	174	292.155	30	729.175	2.534	2.203	1737.09
306048.0219	4401836.979	175	290.039	30	906.316	2.927	2.252	1738.45
306148.0219	4401836.979	176	291.08	29	1088.72	3.328	2.347	1737.8
306248.0219	4401836.979	177	294.17	28	1214.74	3.607	2.16	1736.36
306348.0219	4401836.979	178	296.018	28	1211.26	3.604	2.472	1737.66
306448.0219	4401836.979	179	297.365	29	1106.01	3.402	1.649	1735.98
306548.0219	4401836.979	180	299.586	30	1046.27	3.299	1.736	1735.97
306648.0219	4401836.979	181	301.391	30	1066.96	3.344	2.469	1737.64
306748.0219	4401836.979	182	302.709	29	1137.4	3.505	2.731	1736.09
306848.0219	4401836.979	183	304.087	29	1181.18	3.58	1.993	1735.16
306948.0219	4401836.979	184	305.033	29	1128.96	3.437	2.928	1735.16
307048.0219	4401836.979	185	306.577	29	1051.78	3.228	2.571	1732.94
307148.0219	4401836.979	186	309.003	29	962.125	3.012	4.607	1735.04
307448.0219	4401836.979	187	314.045	29	834.286	2.707	2.935	1733.97
307548.0219	4401836.979	188	314.502	28	831.919	2.705	3.674	1733.9
307648.0219	4401836.979	189	315.34	28	832.304	2.701	2.868	1732.38
307748.0219	4401836.979	190	317.258	28	831.598	2.69	4.279	1735.48
307848.0219	4401836.979	191	318.817	28	824.964	2.681	2.855	1732.72
307948.0219	4401836.979	192	319.444	29	827.089	2.692	3.644	1733.73
308048.0219	4401836.979	193	319.771	29	828.188	2.726	2.354	1733.81
308148.0219	4401836.979	194	320.756	29	864.139	2.824	2.538	1732.81
308648.0219	4401836.979	195	317.204	26	1044.57	3.477	2.48	1730.31
308748.0219	4401836.979	196	315.679	24	1122.07	3.77	2.825	1730.66
308848.0219	4401836.979	197	314.736	22	1189.98	4.01	2.282	1729.78
308948.0219	4401836.979	198	314.51	18	1249.32	4.212	1.524	1729.55
305148.0219	4401936.979	199	270.132	30	1076.89	3.443	2.106	1742.76
305248.0219	4401936.979	200	270.846	30	1170.67	3.708	3.219	1742.92
305348.0219	4401936.979	201	270.637	31	1310.39	4.097	2.426	1743.53
305448.0219	4401936.979	202	270.363	31	1388.06	4.322	2.903	1743.17
305548.0219	4401936.979	203	272.963	30	1251.6	3.925	1.693	1742.83
305648.0219	4401936.979	204	277.404	30	1077.13	3.419	2.464	1741.91
305748.0219	4401936.979	205	281.414	30	967.105	3.097	2.058	1740.95
305848.0219	4401936.979	206	284.507	30	891.633	2.899	2.313	1740.64
305948.0219	4401936.979	207	286.324	30	885.522	2.876	2.705	1740.56
306048.0219	4401936.979	208	286.914	29	973.59	3.067	2.677	1737.89
306148.0219	4401936.979	209	289.998	28	1138.76	3.431	2.226	1737.75
306248.0219	4401936.979	210	297.094	27	1341.44	3.869	2.77	1737.72
306348.0219	4401936.979	211	298.63	27	1375.23	3.941	2.933	1738.84

306448.0219	4401936.979	212	295.456	28	1230.07	3.634	2.73	1736.41
306548.0219	4401936.979	213	296.179	28	1167.24	3.521	2.507	1736.52
306648.0219	4401936.979	214	299.827	29	1212.45	3.65	2.891	1735.81
306748.0219	4401936.979	215	304.354	29	1315.91	3.933	2.556	1735.48
306848.0219	4401936.979	216	307.219	29	1374.14	4.081	2.765	1735.66
306948.0219	4401936.979	217	306.453	29	1258.16	3.765	6.14	1738.22
307048.0219	4401936.979	218	306.711	29	1108.36	3.365	6.021	1737.03
307148.0219	4401936.979	219	309.364	30	958.026	3.004	3.988	1735.83
307248.0219	4401936.979	220	313.569	31	835.153	2.735	3.728	1735.08
307348.0219	4401936.979	221	315.864	32	772.123	2.594	3.296	1735.98
307448.0219	4401936.979	222	314.77	30	791.362	2.622	1.586	1735.42
307548.0219	4401936.979	223	312.926	27	812.091	2.656	1.62	1735.75
307648.0219	4401936.979	224	311.767	26	800.866	2.643	3.739	1736.7
307748.0219	4401936.979	225	312.215	26	793.683	2.636	2.396	1736.59
307848.0219	4401936.979	226	313.141	27	779.639	2.624	2.603	1736.66
307948.0219	4401936.979	227	312.668	28	756.693	2.604	2.936	1735.31
308048.0219	4401936.979	228	313.924	28	778.336	2.654	2.411	1734.48
308148.0219	4401936.979	229	316.666	28	825.384	2.773	2.306	1733.54
308748.0219	4401936.979	230	315.754	24	1093.4	3.674	2.026	1731.61
308848.0219	4401936.979	231	315.01	21	1160.88	3.911	1.342	1731.21
308948.0219	4401936.979	232	314.756	17	1238.2	4.174	1.241	1729.96
309048.0219	4401936.979	233	314.903	14	1290.47	4.348	0.739	1730.95
305148.0219	4402036.979	234	269.494	28	1048.31	3.366	2.48	1743.88
305248.0219	4402036.979	235	269.93	29	1110.82	3.526	2.678	1745.61
305348.0219	4402036.979	236	270.424	29	1172.77	3.7	1.832	1743.77
305448.0219	4402036.979	237	271.382	30	1199.44	3.777	2.009	1741.91
305548.0219	4402036.979	238	273.431	29	1129.77	3.572	2.573	1741.75
305648.0219	4402036.979	239	276.263	29	1031.18	3.283	2.983	1741.19
305748.0219	4402036.979	240	278.801	29	952.174	3.05	2.657	1739.31
305848.0219	4402036.979	241	280.156	30	914.672	2.92	2.661	1739.61
305948.0219	4402036.979	242	281.398	30	913.865	2.907	1.302	1740.61
306048.0219	4402036.979	243	282.984	29	984.369	3.071	1.058	1740.16
306148.0219	4402036.979	244	286.374	28	1118.43	3.376	1.913	1739.52
306248.0219	4402036.979	245	293.505	27	1287.74	3.745	1.815	1739.05
306348.0219	4402036.979	246	295.527	27	1320.32	3.81	1.821	1739.12
306448.0219	4402036.979	247	292.32	27	1229.25	3.596	3.195	1737.09
306548.0219	4402036.979	248	293.011	27	1212.06	3.56	2.405	1737.72
306648.0219	4402036.979	249	299.718	28	1303.29	3.849	2.472	1737.3
306748.0219	4402036.979	250	309.592	30	1499.05	4.409	1.791	1735.83
306848.0219	4402036.979	251	313.284	30	1572.2	4.613	2.454	1734.86
306948.0219	4402036.979	252	308.201	29	1376.61	4.077	4.332	1737.33
307048.0219	4402036.979	253	306.8	29	1149.84	3.477	3.558	1736.3
307148.0219	4402036.979	254	309.902	30	955.94	3	4.37	1734.83

307248.0219	4402036.979	255	316.045	33	779.204	2.614	3.155	1736.03
307348.0219	4402036.979	256	319.901	34	699.752	2.453	2.519	1737.52
307448.0219	4402036.979	257	316	31	763.599	2.572	1.908	1736.89
307548.0219	4402036.979	258	311.485	26	797.862	2.641	1.939	1737.88
307648.0219	4402036.979	259	307.703	23	770.057	2.589	2.531	1736.89
307748.0219	4402036.979	260	306.901	23	750.005	2.554	1.713	1737.48
307848.0219	4402036.979	261	309.931	26	748.796	2.575	1.113	1737.27
307948.0219	4402036.979	262	310.045	28	713.179	2.542	2.656	1735.03
308048.0219	4402036.979	263	311.515	28	746.939	2.602	2.82	1734.72
305148.0219	4402136.979	264	268.147	27	995.793	3.216	1.919	1745.47
305248.0219	4402136.979	265	268.094	27	1012.88	3.245	1.236	1744.3
305348.0219	4402136.979	266	268.52	27	1020.55	3.262	2.028	1742.94
305448.0219	4402136.979	267	270.717	28	1034.3	3.302	2.554	1742.53
305548.0219	4402136.979	268	273.311	27	1016.85	3.247	2.265	1742.53
305648.0219	4402136.979	269	275.961	28	973.455	3.114	2.269	1742.19
305748.0219	4402136.979	270	277.543	29	916.167	2.938	2.127	1741.06
305848.0219	4402136.979	271	278.382	30	840.554	2.7	1.724	1741.39
305948.0219	4402136.979	272	279.042	31	808.288	2.589	2.032	1741.14
306048.0219	4402136.979	273	278.925	30	914.733	2.88	1.785	1741.31
306148.0219	4402136.979	274	280.23	28	1045.21	3.205	1.542	1740.33
306248.0219	4402136.979	275	283.792	27	1148.83	3.42	2.11	1739.69
306348.0219	4402136.979	276	285.935	26	1187.05	3.445	2.369	1738.45
306448.0219	4402136.979	277	286.038	25	1182.92	3.379	2.448	1738.14
306548.0219	4402136.979	278	288.205	26	1207.74	3.452	3.134	1737.94
306648.0219	4402136.979	279	296.782	27	1299.42	3.794	3.174	1737.41
306748.0219	4402136.979	280	308.687	29	1496.34	4.395	4.146	1735.06
306848.0219	4402136.979	281	311.257	30	1533.43	4.503	6.811	1739.34
306948.0219	4402136.979	282	306.776	29	1351.46	4.001	3.726	1735.23
307048.0219	4402136.979	283	305.58	28	1149.42	3.457	2.965	1734.95
307148.0219	4402136.979	284	308.519	29	978.62	3.026	2.196	1736.2
307248.0219	4402136.979	285	313.352	31	836.745	2.716	2.701	1738.28
307348.0219	4402136.979	286	316.315	32	766.084	2.576	1.516	1738.11
307448.0219	4402136.979	287	313.38	30	800.27	2.632	2.96	1738.17
307548.0219	4402136.979	288	309.22	25	802.858	2.637	2.959	1738.14
307648.0219	4402136.979	289	303.979	21	736.916	2.523	1.802	1737.02
307748.0219	4402136.979	290	300.573	17	702.21	2.458	2.289	1736.3
307848.0219	4402136.979	291	307.796	22	742.496	2.548	2.975	1737.38
307948.0219	4402136.979	292	310.643	26	744.514	2.578	3.003	1736.81
308048.0219	4402136.979	293	311.898	27	772.218	2.646	2.284	1735.25
305148.0219	4402236.979	294	265.402	26	946.551	3.07	1.761	1744.2
305248.0219	4402236.979	295	263.807	25	916.836	2.965	1.092	1743.77
305348.0219	4402236.979	296	263.429	25	894.645	2.895	2.578	1743.27
305448.0219	4402236.979	297	267.88	26	936.982	3.013	2.66	1740.48

305548.0219	4402236.979	298	273.083	26	945.46	3.042	1.755	1740.97
305648.0219	4402236.979	299	276.576	26	923.911	2.975	1.493	1741.61
305748.0219	4402236.979	300	277.599	27	888.894	2.869	1.981	1740.94
305848.0219	4402236.979	301	277.783	30	803.269	2.59	2.658	1741.67
305948.0219	4402236.979	302	279.765	33	718.629	2.324	2.646	1739.94
306048.0219	4402236.979	303	275.331	30	876.882	2.792	2.181	1740.08
306148.0219	4402236.979	304	272.776	28	1002.91	3.132	1.633	1739.03
306248.0219	4402236.979	305	275.309	26	1080.79	3.253	2.71	1737.81
306348.0219	4402236.979	306	279.119	24	1153.62	3.245	2.736	1737.3
306448.0219	4402236.979	307	280.477	23	1206.86	3.2	4.364	1738.83
306548.0219	4402236.979	308	283.111	24	1192.79	3.276	2.819	1735.11
306648.0219	4402236.979	309	290.959	26	1230.25	3.562	2.643	1736.73
306748.0219	4402236.979	310	299.301	27	1322.64	3.892	3.6	1734.8
306848.0219	4402236.979	311	302.22	28	1327.44	3.918	4.815	1739.02
306948.0219	4402236.979	312	302.614	28	1247.91	3.693	4.618	1736.75
307048.0219	4402236.979	313	303.471	27	1122.72	3.336	2.989	1737.64
307148.0219	4402236.979	314	305.965	27	1021.41	3.075	1.242	1737.19
307248.0219	4402236.979	315	308.513	28	952.603	2.903	2.054	1737.27
307348.0219	4402236.979	316	310.332	28	906.413	2.809	3.527	1738.34
307448.0219	4402236.979	317	310.06	27	887.377	2.776	3.301	1737.81
307548.0219	4402236.979	318	308.722	24	835.209	2.683	2.258	1739.34
307648.0219	4402236.979	319	307.406	21	766.458	2.57	2.873	1736.69
307748.0219	4402236.979	320	307.518	20	732.424	2.515	2.919	1735.92
307848.0219	4402236.979	321	310.706	22	750.804	2.556	2.801	1734.66
307948.0219	4402236.979	322	311.444	24	765.432	2.591	2.393	1736.78
308048.0219	4402236.979	323	311.827	25	794.762	2.663	2.479	1735.91
305148.0219	4402336.979	324	262.752	25	911.573	2.975	1.689	1745.56
305248.0219	4402336.979	325	259.546	24	839.708	2.741	2.604	1745.28
305348.0219	4402336.979	326	256.035	23	780.382	2.562	1.906	1743
305448.0219	4402336.979	327	263.001	24	860.842	2.794	2.441	1742.78
305548.0219	4402336.979	328	272.895	25	908.848	2.936	1.374	1742.48
305648.0219	4402336.979	329	280.349	24	871.247	2.825	1.796	1742.53
305748.0219	4402336.979	330	283.037	23	838.771	2.734	2.7	1741.41
305848.0219	4402336.979	331	275.317	27	890.622	2.885	2.988	1742.84
305948.0219	4402336.979	332	271.625	30	896.102	2.887	2.228	1740.55
306048.0219	4402336.979	333	266.531	29	952.63	3.062	1.678	1739.84
306148.0219	4402336.979	334	260.573	27	973.083	3.13	2.158	1740.5
306248.0219	4402336.979	335	263.446	25	1002.9	3.13	2.098	1739.77
306348.0219	4402336.979	336	273.267	24	1106.71	3.178	3.6	1740.83
306448.0219	4402336.979	337	279.463	23	1207.61	3.176	3.114	1740.72
306548.0219	4402336.979	338	280.677	23	1171.14	3.212	2.589	1738.47
306648.0219	4402336.979	339	285.537	25	1160.58	3.364	1.874	1738.42
306748.0219	4402336.979	340	291.493	26	1187.43	3.51	2.96	1737.78

306848.0219	4402336.979	341	295.407	26	1186.89	3.512	2.396	1736.39
306948.0219	4402336.979	342	298.348	26	1158.31	3.405	2.494	1736.38
307048.0219	4402336.979	343	300.649	25	1110	3.238	2.085	1736
307148.0219	4402336.979	344	302.956	25	1061.45	3.071	2.888	1736.75
307248.0219	4402336.979	345	305.103	26	1050.66	3.022	3.058	1738.16
307348.0219	4402336.979	346	306.562	26	1043.63	3.003	2.208	1738.61
307448.0219	4402336.979	347	308.001	25	1011.3	2.951	2.155	1739.86
307548.0219	4402336.979	348	309.118	24	919.294	2.809	1.881	1739.05
307648.0219	4402336.979	349	312.153	23	810.319	2.638	2.299	1738.83
307748.0219	4402336.979	350	318.784	23	709.951	2.471	3.346	1737.64
307848.0219	4402336.979	351	317.006	23	729.188	2.509	2.29	1737.7
307948.0219	4402336.979	352	313.073	24	786.488	2.627	1.855	1738.8
305148.0219	4402436.979	353	262.128	25	911.674	2.991	2.464	1744.19
305248.0219	4402436.979	354	259.281	24	836.856	2.745	1.526	1745.14
305348.0219	4402436.979	355	257.438	23	800.189	2.625	2.742	1743.48
305448.0219	4402436.979	356	264.312	24	880.095	2.847	2.521	1744.17
305548.0219	4402436.979	357	274.411	25	929.995	2.985	2.156	1742.52
305648.0219	4402436.979	358	284.303	23	837.179	2.727	1.534	1742.61
305748.0219	4402436.979	359	288.142	22	787.951	2.586	1.948	1742.61
305848.0219	4402436.979	360	270.134	26	981.775	3.188	2.446	1741.14
305948.0219	4402436.979	361	254.076	28	1135.32	3.69	2.065	1739.88
306048.0219	4402436.979	362	249.541	28	1094.97	3.569	1.958	1740.14
306148.0219	4402436.979	363	240.155	25	898.634	3.014	1.497	1740.78
306248.0219	4402436.979	364	243.188	24	878.91	2.92	1.172	1740.25
306348.0219	4402436.979	365	263.003	24	997.738	3.079	2.352	1740.7
306448.0219	4402436.979	366	273.846	24	1076.88	3.144	2.674	1740.7
306548.0219	4402436.979	367	277.745	24	1082.09	3.204	2.283	1738.25
306648.0219	4402436.979	368	282.451	25	1084.47	3.261	1.385	1738.88
306748.0219	4402436.979	369	287.483	25	1108.89	3.313	1.821	1738.34
306848.0219	4402436.979	370	292.34	25	1104.65	3.279	2.493	1738.45
306948.0219	4402436.979	371	296.612	25	1096.67	3.16	3.376	1738.3
307048.0219	4402436.979	372	299.988	24	1057.12	2.963	3.664	1738.33
307148.0219	4402436.979	373	302.226	23	1062.14	2.925	3.421	1740.34
307248.0219	4402436.979	374	303.895	24	1121.97	3.044	2.125	1741.88
307348.0219	4402436.979	375	305.675	24	1203.59	3.211	2.587	1739.91
307448.0219	4402436.979	376	307.304	24	1203.94	3.227	1.864	1740.2
307548.0219	4402436.979	377	308.925	24	1074.57	3.032	2.481	1740.45
307648.0219	4402436.979	378	312.038	23	902.742	2.774	2.844	1739.94
307748.0219	4402436.979	379	316.374	23	765.015	2.561	2.682	1738.53
307848.0219	4402436.979	380	315.837	23	765.724	2.57	3.383	1739.69
307948.0219	4402436.979	381	313.116	24	816.192	2.678	2.797	1737.84
305148.0219	4402536.979	382	261.345	25	940.571	3.129	3.267	1745.78
305248.0219	4402536.979	383	262.012	25	913.063	3.006	1.992	1745.38

305348.0219	4402536.979	384	263.534	25	907.564	2.957	1.91	1744.97
305448.0219	4402536.979	385	269.422	25	973.073	3.111	4.282	1743.41
305548.0219	4402536.979	386	275.937	26	1011.05	3.192	3.193	1743.2
305648.0219	4402536.979	387	279.387	25	967.618	3.078	2.39	1743.64
305748.0219	4402536.979	388	275.685	25	981.878	3.154	2.026	1742.27
305848.0219	4402536.979	389	256.583	27	1163.46	3.769	2.27	1744.2
305948.0219	4402536.979	390	224.127	31	1499.49	4.88	2.482	1742.52
306048.0219	4402536.979	391	231.568	29	1335.49	4.363	1.934	1742.98
306148.0219	4402536.979	392	232.14	23	858.951	2.931	2.132	1742.2
306248.0219	4402536.979	393	234.992	23	832.166	2.835	2.76	1742.58
306348.0219	4402536.979	394	257.939	24	927.46	3.022	2.007	1742.98
306448.0219	4402536.979	395	269.253	25	965.43	3.093	4.33	1742.14
306548.0219	4402536.979	396	273.798	25	958.924	3.087	3.905	1739.03
306648.0219	4402536.979	397	278.637	25	991.039	3.133	2.57	1739.64
306748.0219	4402536.979	398	284.299	25	1037.33	3.18	3.873	1740.16
306848.0219	4402536.979	399	290.463	24	1060.2	3.14	3.169	1740.14
306948.0219	4402536.979	400	296.447	24	1048.54	2.967	2.68	1738.03
307048.0219	4402536.979	401	301.5	22	992.314	2.66	2.477	1739.61
307148.0219	4402536.979	402	303.496	22	990.431	2.596	2.328	1741.36
307248.0219	4402536.979	403	304.109	23	1159.69	2.992	2.298	1741.34
307348.0219	4402536.979	404	306.557	23	1443.51	3.529	1.873	1741.66
307448.0219	4402536.979	405	308.055	23	1539.36	3.692	2.041	1742.11
307548.0219	4402536.979	406	308.322	24	1331.71	3.408	2.516	1740.23
307648.0219	4402536.979	407	309.684	24	1086.36	3.057	1.758	1739.31
307748.0219	4402536.979	408	311.826	24	919.513	2.81	2.197	1739.42
307848.0219	4402536.979	409	312.338	24	870.711	2.736	3.316	1741.74
305148.0219	4402636.979	410	257.317	25	968.791	3.328	2.902	1747.31
305248.0219	4402636.979	411	260.505	25	986.367	3.307	3.136	1748.73
305348.0219	4402636.979	412	266.003	26	1010.89	3.29	2.101	1747.73
305448.0219	4402636.979	413	273.841	27	1092.68	3.421	2.609	1746.92
305548.0219	4402636.979	414	281.807	29	1185.72	3.571	2.979	1746.27
305648.0219	4402636.979	415	282.26	29	1185.75	3.571	1.986	1744.28
305748.0219	4402636.979	416	273.89	28	1135.92	3.547	2.461	1743.67
305848.0219	4402636.979	417	256.229	28	1218.77	3.922	2.137	1742.7
305948.0219	4402636.979	418	232.146	30	1420.17	4.623	2.354	1743.95
306048.0219	4402636.979	419	236.741	29	1305.24	4.273	1.388	1744.16
306148.0219	4402636.979	420	247.056	25	1020.6	3.38	3.35	1745.95
306248.0219	4402636.979	421	252.047	24	934.902	3.113	3.79	1746.75
306348.0219	4402636.979	422	261.137	25	921.958	3.077	3.444	1745.89
306448.0219	4402636.979	423	267.477	25	869.748	3.004	4.028	1748.09
306548.0219	4402636.979	424	268.404	25	807.089	2.915	5.251	1747.72
306648.0219	4402636.979	425	273.421	25	883.998	3.012	4.265	1745.48
306748.0219	4402636.979	426	280.731	25	985.169	3.122	3.316	1744.62

306848.0219	4402636.979	427	288.009	24	1027.44	3.09	3.91	1745.23
306948.0219	4402636.979	428	295.118	23	1034.7	2.936	3.845	1741.14
307048.0219	4402636.979	429	302.031	22	971.085	2.567	3.16	1741.03
307148.0219	4402636.979	430	304.878	21	914.878	2.336	2.182	1740.84
307248.0219	4402636.979	431	303.802	22	1141.34	2.919	2.541	1742.39
307348.0219	4402636.979	432	307.473	23	1613.4	3.783	2.363	1742.59
307448.0219	4402636.979	433	309.913	23	1824.71	4.098	1.816	1742.2
307548.0219	4402636.979	434	308.077	23	1560.36	3.737	1.501	1741.89
307648.0219	4402636.979	435	307.618	24	1272.63	3.348	2.788	1740.69
307748.0219	4402636.979	436	308.52	24	1074.45	3.064	1.659	1739.53
305248.0219	4402736.979	437	250.588	25	1006.02	3.562	2.491	1747.97
305348.0219	4402736.979	438	260.813	26	1051.95	3.521	2.151	1747.59
305448.0219	4402736.979	439	274.085	28	1150.6	3.594	2.711	1748.44
305548.0219	4402736.979	440	288.808	32	1314.24	3.813	3.147	1749.23
305648.0219	4402736.979	441	293.632	32	1377.33	3.911	3.61	1747.34
305748.0219	4402736.979	442	280.526	28	1211.72	3.674	2.651	1747.22
305848.0219	4402736.979	443	268.642	27	1136.12	3.637	2.925	1745.47
305948.0219	4402736.979	444	259.285	27	1150.72	3.751	2.48	1745.39
306048.0219	4402736.979	445	256.3	26	1124.83	3.696	3.557	1746.47
306148.0219	4402736.979	446	259.639	25	1024.14	3.391	5.108	1752.42
306248.0219	4402736.979	447	262.372	25	945.079	3.175	3.724	1753.61
306348.0219	4402736.979	448	265.871	25	885.433	3.045	2.943	1750.77
306448.0219	4402736.979	449	267.025	25	798.248	2.913	2.26	1752.12
306548.0219	4402736.979	450	265.151	25	722.346	2.804	1.978	1751.8
306648.0219	4402736.979	451	271.044	25	829.797	2.944	1.506	1748.94
306748.0219	4402736.979	452	279.241	25	956.927	3.093	2.651	1749.22
306848.0219	4402736.979	453	286.315	24	1038.31	3.158	1.94	1747.66
306948.0219	4402736.979	454	292.687	23	1052.91	3.049	3.196	1747.27
307048.0219	4402736.979	455	298.314	23	1046.87	2.875	3.678	1747.16
307148.0219	4402736.979	456	301.173	22	1044.73	2.787	2.372	1744.64
307248.0219	4402736.979	457	301.383	23	1221.8	3.197	2.445	1744.44
307348.0219	4402736.979	458	304.826	23	1507.71	3.674	1.985	1742.59
307448.0219	4402736.979	459	307.412	23	1656.71	3.884	0.969	1743.48
307548.0219	4402736.979	460	306.382	23	1512.24	3.699	2.065	1741.91
307648.0219	4402736.979	461	305.589	24	1311.11	3.432	2.186	1742.29
305248.0219	4402836.979	462	231.904	24	987.467	3.796	4.949	1753.41
305348.0219	4402836.979	463	250.011	25	1042.68	3.671	3.74	1751.81
305448.0219	4402836.979	464	269.459	28	1139.92	3.649	3.284	1753.23
305548.0219	4402836.979	465	283.523	29	1254.83	3.744	3.802	1755.08
305648.0219	4402836.979	466	287.142	30	1285.16	3.777	4.077	1753.41
305748.0219	4402836.979	467	280.989	27	1136.31	3.527	4.016	1750.89
305848.0219	4402836.979	468	278.637	25	1001.41	3.286	3.103	1749.41
305948.0219	4402836.979	469	277.03	24	953.67	3.209	5.077	1750.47

306048.0219	4402836.979	470	271.723	24	978.983	3.279	5.265	1752
306148.0219	4402836.979	471	269.133	25	947.959	3.206	2.033	1756.56
306248.0219	4402836.979	472	267.786	25	875.795	3.052	2.282	1756.3
306348.0219	4402836.979	473	267.522	25	811.476	2.94	3.889	1754.56
306448.0219	4402836.979	474	268.614	25	815.264	2.94	3.714	1752.69
306548.0219	4402836.979	475	269.815	25	816.571	2.929	1.974	1752.62
306648.0219	4402836.979	476	273.935	25	879.131	3.008	1.946	1750.45
306748.0219	4402836.979	477	279.885	25	973.451	3.129	1.9	1751.19
306848.0219	4402836.979	478	285.532	24	1053.41	3.231	1.521	1750.7
306948.0219	4402836.979	479	289.921	24	1098.82	3.281	1.863	1750.41
307048.0219	4402836.979	480	293.193	23	1142	3.333	3.791	1750.91
307148.0219	4402836.979	481	295.312	23	1176.67	3.375	4.613	1748.39
307248.0219	4402836.979	482	296.418	23	1266.43	3.565	2.837	1745.03
307348.0219	4402836.979	483	299.472	23	1365.26	3.646	1.741	1743.84
307448.0219	4402836.979	484	302.333	23	1430.44	3.685	2.123	1743.06
307548.0219	4402836.979	485	303.158	23	1382.83	3.599	3.938	1743.84
305248.0219	4402936.979	486	222.318	23	965.851	3.867	3.766	1757.67
305348.0219	4402936.979	487	243.395	24	1028.39	3.753	3.778	1756.67
305448.0219	4402936.979	488	264.653	26	1112.14	3.669	4.77	1758.11
305548.0219	4402936.979	489	276.058	26	1164.74	3.638	2.706	1757.47
305648.0219	4402936.979	490	280.331	26	1151.62	3.574	2.676	1758.09
305748.0219	4402936.979	491	282.19	25	1028.06	3.322	3.547	1756.53
305848.0219	4402936.979	492	288.496	22	828.069	2.899	3.62	1754.52
305948.0219	4402936.979	493	292.228	20	744.274	2.717	3.061	1756.2
306048.0219	4402936.979	494	281.886	22	877.388	3.023	2.805	1757.05
306148.0219	4402936.979	495	274.541	24	906.054	3.103	2.876	1756.97
306248.0219	4402936.979	496	268.927	25	811.748	2.945	2.031	1757.52
306348.0219	4402936.979	497	265.019	25	719.403	2.801	2.594	1755.88
306448.0219	4402936.979	498	269.173	25	806.235	2.922	2.293	1755.22
306548.0219	4402936.979	499	274.015	25	895.395	3.035	2.71	1753.69
306648.0219	4402936.979	500	277.885	24	948.35	3.1	1.302	1752.45
306748.0219	4402936.979	501	281.864	24	1015.84	3.206	1.888	1752.81
306848.0219	4402936.979	502	285.446	24	1076.39	3.324	2.677	1752.59
306948.0219	4402936.979	503	287.923	24	1158.41	3.554	3.237	1750.36
307048.0219	4402936.979	504	288.816	24	1227.49	3.803	3.853	1749.42
307148.0219	4402936.979	505	288.604	24	1299.24	4.071	5.192	1751.45
307248.0219	4402936.979	506	289.468	24	1330.39	4.134	4.569	1747.52
307348.0219	4402936.979	507	293.818	24	1321.51	3.894	2.949	1746.38
307448.0219	4402936.979	508	297.763	24	1326.66	3.729	2.869	1744.74
305248.0219	4403036.979	509	233.41	24	998.866	3.813	4.318	1762.08
305348.0219	4403036.979	510	246.365	24	1041.81	3.738	2.61	1760.61
305448.0219	4403036.979	511	262.989	25	1104.73	3.683	2.773	1762.8
305548.0219	4403036.979	512	273.137	24	1134.12	3.621	2.391	1760.05

305648.0219	4403036.979	513	278.558	24	1126.85	3.56	1.386	1758.36
305748.0219	4403036.979	514	282.566	23	1050.99	3.386	1.69	1759.39
305848.0219	4403036.979	515	287.984	22	876.081	3.004	2.842	1759.78
305948.0219	4403036.979	516	291.826	21	768.248	2.768	2.867	1758.19
306048.0219	4403036.979	517	285.579	22	877.595	3.01	0.753	1757.91
306148.0219	4403036.979	518	279.146	24	937.727	3.148	2.827	1756.28
306248.0219	4403036.979	519	273.734	24	884.424	3.056	2.652	1754.95
306348.0219	4403036.979	520	270.045	25	811.739	2.932	2.101	1755.11
306448.0219	4403036.979	521	272.308	24	848.363	2.962	2.657	1755.41
306548.0219	4403036.979	522	277.196	24	940.722	3.057	2.801	1756.38
306648.0219	4403036.979	523	280.771	23	997.101	3.131	2.677	1753.44
306748.0219	4403036.979	524	283.253	23	1051.66	3.241	1.967	1754.11
306848.0219	4403036.979	525	285.305	24	1102.26	3.391	2.407	1753.39
306948.0219	4403036.979	526	286.517	24	1190.88	3.708	2.331	1751.31
307048.0219	4403036.979	527	285.315	24	1301.14	4.19	3.057	1749.52
307148.0219	4403036.979	528	281.996	25	1417.94	4.74	3.857	1749.44
307248.0219	4403036.979	529	282.193	25	1423.46	4.753	2.322	1745.31
307348.0219	4403036.979	530	288.17	24	1351.14	4.277	1.823	1745.62
305248.0219	4403136.979	531	248.93	24	1048.03	3.728	2.85	1759.95
305348.0219	4403136.979	532	256.899	24	1091.24	3.73	2.24	1760.28
305448.0219	4403136.979	533	267.696	24	1133.44	3.686	2.055	1761.98
305548.0219	4403136.979	534	275.489	23	1180.03	3.719	2.656	1763.34
305648.0219	4403136.979	535	280.536	22	1205.27	3.742	2.733	1761.97
305748.0219	4403136.979	536	283.7	21	1192.64	3.703	2.455	1760.7
305848.0219	4403136.979	537	285.494	22	1076.63	3.444	2.764	1760.17
305948.0219	4403136.979	538	286.643	22	993.55	3.257	2.391	1759.5
306048.0219	4403136.979	539	285.585	23	1011.14	3.287	3.446	1760.19
306148.0219	4403136.979	540	283.696	24	1037.79	3.335	3.035	1759.66
306248.0219	4403136.979	541	280.723	24	1004.6	3.262	2.042	1756.72
306348.0219	4403136.979	542	278.69	24	962.254	3.14	2.107	1755.17
306448.0219	4403136.979	543	279.267	23	959.332	3.062	2.738	1755.11
306548.0219	4403136.979	544	282.526	23	1005.98	3.025	2.409	1755.77
306648.0219	4403136.979	545	284.834	22	1035.13	3.047	1.767	1755.3
306748.0219	4403136.979	546	285.603	22	1073.1	3.175	1.958	1753.53
306848.0219	4403136.979	547	286.07	23	1132.63	3.416	3.007	1753.53
306948.0219	4403136.979	548	286.149	23	1206.26	3.752	2.574	1750.55
307048.0219	4403136.979	549	284.363	24	1318.49	4.276	2.695	1748.66
307148.0219	4403136.979	550	281.213	25	1431.11	4.813	3.649	1747.61
307248.0219	4403136.979	551	282.099	25	1419.71	4.745	1.365	1745.25
307348.0219	4403136.979	552	286.714	24	1357.38	4.354	1.366	1745.07
305248.0219	4403236.979	553	259.354	24	1093.86	3.703	4.535	1761.05
305348.0219	4403236.979	554	264.929	23	1132.96	3.733	3.036	1761.72
305448.0219	4403236.979	555	272.625	23	1184.89	3.755	1.73	1762.59

305548.0219	4403236.979	556	279.378	21	1266.37	3.892	2.574	1763.75
305648.0219	4403236.979	557	284.76	19	1369.22	4.099	2.547	1763.42
305748.0219	4403236.979	558	287.557	18	1437.91	4.245	2.573	1762.77
305848.0219	4403236.979	559	286.997	20	1304.63	3.944	1.835	1761.47
305948.0219	4403236.979	560	287.991	23	1185.19	3.67	1.846	1760.52
306048.0219	4403236.979	561	290.306	24	1173.65	3.629	2.294	1758.7
306148.0219	4403236.979	562	292.272	25	1200.75	3.676	1.429	1759.8
306248.0219	4403236.979	563	289.576	25	1155.35	3.54	4.177	1759.16
306348.0219	4403236.979	564	286.518	24	1086.47	3.298	2.86	1756.42
306448.0219	4403236.979	565	286.015	22	1043.03	3.044	2.41	1757.42
306548.0219	4403236.979	566	288.768	21	1038.59	2.793	2.703	1758.19
306648.0219	4403236.979	567	289.777	20	1041.23	2.76	2.039	1755.56
306748.0219	4403236.979	568	288.487	21	1072.45	2.985	2.802	1755.17
306848.0219	4403236.979	569	287.364	22	1125.87	3.301	3.152	1750.39
306948.0219	4403236.979	570	286.762	23	1183.47	3.622	2.973	1750.19
307048.0219	4403236.979	571	285.542	24	1262.65	4.013	3.578	1751.2
307148.0219	4403236.979	572	284.294	24	1339.54	4.364	6.001	1751.05
307248.0219	4403236.979	573	285.318	24	1343.1	4.352	2.843	1744.98
305248.0219	4403336.979	574	265.964	23	1139.89	3.739	2.314	1765.45
305348.0219	4403336.979	575	270.31	23	1170.72	3.758	1.954	1763.86
305448.0219	4403336.979	576	276.21	22	1225.38	3.811	1.947	1764.39
305548.0219	4403336.979	577	282.207	20	1329.51	4.016	2.36	1764.72
305648.0219	4403336.979	578	287.748	17	1482.39	4.345	3.826	1762.84
305748.0219	4403336.979	579	289.938	16	1566.49	4.532	4.08	1760.64
305848.0219	4403336.979	580	288.791	19	1418.83	4.194	2.987	1762.67
305948.0219	4403336.979	581	292.064	23	1304.77	3.93	1.712	1761.33
306048.0219	4403336.979	582	300.282	26	1340.12	4.003	2.611	1759.84
306148.0219	4403336.979	583	307.587	28	1420.93	4.186	2.087	1759.03
306248.0219	4403336.979	584	300.809	26	1318.33	3.898	4.006	1758.84
306348.0219	4403336.979	585	292.856	24	1173.53	3.427	2.463	1760
306448.0219	4403336.979	586	290.879	21	1075	2.929	3.537	1756.2
306548.0219	4403336.979	587	293.73	19	1022.13	2.426	4.548	1754.77
306648.0219	4403336.979	588	293.892	19	1019.95	2.391	1.568	1754.92
306748.0219	4403336.979	589	290.756	20	1054.16	2.758	4.105	1755.28
306848.0219	4403336.979	590	288.361	21	1110.68	3.166	2.77	1751.92
306948.0219	4403336.979	591	287.297	22	1158.77	3.469	2.525	1750.33
307048.0219	4403336.979	592	286.772	23	1197.37	3.71	2.006	1749.08
307148.0219	4403336.979	593	286.556	23	1269.24	3.994	2.537	1747.91
307248.0219	4403336.979	594	287.343	23	1280.24	4.04	3.946	1746.9
305248.0219	4403436.979	595	269.766	23	1171.4	3.767	2.188	1764.82
305348.0219	4403436.979	596	273.267	22	1210.59	3.826	1.185	1764.16
305448.0219	4403436.979	597	277.512	21	1248.51	3.845	1.915	1765.47
305548.0219	4403436.979	598	281.959	20	1318.61	3.985	2	1764.78

305648.0219	4403436.979	599	286.206	19	1416.27	4.191	2.57	1764.8
305748.0219	4403436.979	600	288.096	18	1457.94	4.282	3.05	1764.25
305848.0219	4403436.979	601	289.106	20	1394.9	4.134	2.464	1762.48
305948.0219	4403436.979	602	294.463	24	1342.66	4.006	1.947	1761.95
306048.0219	4403436.979	603	307.694	29	1440.43	4.236	2.311	1759.84
306148.0219	4403436.979	604	319.929	31	1569.19	4.538	5.147	1760.78
306248.0219	4403436.979	605	310.262	28	1444.77	4.221	2.9	1757.33
306348.0219	4403436.979	606	297.275	24	1242.39	3.604	1.626	1758.23
306448.0219	4403436.979	607	292.7	21	1105.75	3.017	2.47	1756.61
306548.0219	4403436.979	608	293.569	19	1034.3	2.516	3.705	1754.62
306648.0219	4403436.979	609	294.009	19	1022.8	2.406	2.777	1752.02
306748.0219	4403436.979	610	291.452	20	1051.68	2.716	2.53	1752.2
306848.0219	4403436.979	611	288.883	21	1089.16	3.057	2.567	1752.08
306948.0219	4403436.979	612	287.458	21	1117.83	3.291	1.877	1751.47
307048.0219	4403436.979	613	286.877	22	1157.42	3.516	2.238	1750.33
307148.0219	4403436.979	614	286.877	23	1196.84	3.691	3.606	1750.8
305348.0219	4403536.979	615	275.115	22	1215.65	3.805	2.424	1765.83
305448.0219	4403536.979	616	278.23	22	1249.61	3.823	2.386	1765.89
305548.0219	4403536.979	617	281.436	21	1288.61	3.895	2.075	1764.58
305648.0219	4403536.979	618	284.388	21	1329.75	3.984	2.69	1762.89
305748.0219	4403536.979	619	286.352	21	1334.53	3.987	2.579	1762.05
305848.0219	4403536.979	620	288.852	22	1323.84	3.958	2.582	1762.8
305948.0219	4403536.979	621	294.449	24	1323.51	3.951	3.454	1760.69
306048.0219	4403536.979	622	304.545	27	1398.36	4.131	1.778	1758.42
306148.0219	4403536.979	623	310.299	29	1450.72	4.25	3.538	1758.22
306248.0219	4403536.979	624	305.068	27	1366.24	4.025	2.44	1757.84
306348.0219	4403536.979	625	296.619	24	1227.21	3.588	2.91	1755.75
306448.0219	4403536.979	626	292.624	22	1125.23	3.172	3.143	1754.98
306548.0219	4403536.979	627	291.98	20	1069.68	2.873	3.401	1754.48
306648.0219	4403536.979	628	291.561	20	1057.51	2.783	4.575	1753.94
306748.0219	4403536.979	629	289.79	20	1066.75	2.922	2.908	1754.98
306848.0219	4403536.979	630	287.791	21	1076	3.085	2.011	1754.06
306948.0219	4403536.979	631	286.407	21	1101.66	3.268	1.86	1752.28
307048.0219	4403536.979	632	286.098	22	1117.11	3.39	1.007	1750.83
307148.0219	4403536.979	633	286.45	22	1145.98	3.507	1.41	1750.48
305448.0219	4403636.979	634	278.395	22	1242.81	3.783	2.282	1765.88
305548.0219	4403636.979	635	280.696	22	1269.14	3.828	1.397	1764.48
305648.0219	4403636.979	636	282.96	22	1278.51	3.838	2.61	1762.97
305748.0219	4403636.979	637	284.916	22	1260.75	3.791	2.462	1761.25
305848.0219	4403636.979	638	287.538	23	1256.59	3.777	1.88	1760.88
305948.0219	4403636.979	639	291.565	23	1259.19	3.784	2.375	1759.78
306048.0219	4403636.979	640	296.727	24	1284.56	3.849	3.225	1757.8
306148.0219	4403636.979	641	298.221	25	1267.31	3.816	1.904	1756.78

306248.0219	4403636.979	642	297	24	1223.5	3.69	3.266	1757.89
306348.0219	4403636.979	643	293.898	22	1166.73	3.504	2.923	1758.39
306448.0219	4403636.979	644	291.673	22	1118.43	3.286	2.118	1757.77
306548.0219	4403636.979	645	289.995	21	1082.39	3.121	2.064	1757.25
306648.0219	4403636.979	646	289.392	21	1057.53	3.022	2.455	1758.86
306748.0219	4403636.979	647	287.398	21	1065.92	3.087	2.458	1756.19
306848.0219	4403636.979	648	285.344	21	1072.3	3.187	2.528	1754.45
306948.0219	4403636.979	649	283.843	21	1075.54	3.272	2.864	1752.64
307048.0219	4403636.979	650	284.069	21	1090.06	3.332	2.253	1751.98
305448.0219	4403736.979	651	278.241	23	1232.74	3.728	3.201	1766.45
305548.0219	4403736.979	652	279.882	23	1242.34	3.73	2.111	1764.45
305648.0219	4403736.979	653	281.588	23	1246.89	3.723	2.034	1764.12
305748.0219	4403736.979	654	283.108	23	1231.24	3.671	1.959	1762.42
305848.0219	4403736.979	655	285.264	23	1212.34	3.633	1.807	1762.17
305948.0219	4403736.979	656	288.212	23	1193.76	3.605	2.259	1762.67
306048.0219	4403736.979	657	291.638	22	1172.9	3.582	2.654	1759.11
306148.0219	4403736.979	658	293.076	21	1117.79	3.495	2.059	1759.59
306248.0219	4403736.979	659	293.603	20	1080.64	3.418	2.072	1760.19
306348.0219	4403736.979	660	292.468	19	1085.24	3.39	1.274	1760.16
306448.0219	4403736.979	661	290.818	20	1088.48	3.326	3.006	1758.77
306548.0219	4403736.979	662	288.794	20	1076.95	3.233	3.162	1759.2
306648.0219	4403736.979	663	287.46	21	1062.42	3.178	2.711	1756.45
306748.0219	4403736.979	664	284.465	21	1049.71	3.196	2.701	1755.02
306848.0219	4403736.979	665	281.421	21	1049.08	3.249	3.237	1755.62
306948.0219	4403736.979	666	279.637	21	1039.7	3.269	3.711	1754.55
307048.0219	4403736.979	667	280.935	21	1054.75	3.298	2.785	1753.8
305548.0219	4403836.979	668	278.743	23	1206.01	3.597	2.638	1765.16
305648.0219	4403836.979	669	279.77	23	1184.31	3.502	3.146	1764.17
305748.0219	4403836.979	670	280.455	23	1170.8	3.44	1.589	1762.83
305848.0219	4403836.979	671	281.856	23	1160.19	3.415	2.155	1762.55
305948.0219	4403836.979	672	284.506	23	1145.08	3.414	2.649	1761.44
306048.0219	4403836.979	673	288.65	21	1104.62	3.396	2.386	1760.72
306148.0219	4403836.979	674	292.371	18	1035.48	3.324	1.929	1761.55
306248.0219	4403836.979	675	294.635	17	988.351	3.279	2.554	1761.38
306348.0219	4403836.979	676	293.289	17	1014.89	3.301	1.725	1761.03
306448.0219	4403836.979	677	290.8	19	1053.93	3.309	2.368	1759.92
306548.0219	4403836.979	678	288.227	20	1065.56	3.283	3.893	1759.5
306648.0219	4403836.979	679	286.277	20	1059.94	3.259	3.828	1755.98
306748.0219	4403836.979	680	282.292	20	1042.99	3.26	3.341	1756.98
306848.0219	4403836.979	681	277.839	20	1021.99	3.264	4.913	1754.67
306948.0219	4403836.979	682	275.636	20	1013.72	3.27	4.053	1756.6
305548.0219	4403936.979	683	278.751	23	1159.46	3.416	1.783	1763.42
305648.0219	4403936.979	684	278.693	24	1149.29	3.347	2.488	1764.8

305748.0219	4403936.979	685	277.003	24	1131.72	3.25	2.871	1763.27
305848.0219	4403936.979	686	277.347	25	1120	3.203	2.609	1761.7
305948.0219	4403936.979	687	279.916	24	1110.52	3.23	2.913	1761.25
306048.0219	4403936.979	688	285.415	21	1080.92	3.277	2.103	1759.88
306148.0219	4403936.979	689	290.951	18	1027.47	3.287	1.696	1761.8
306248.0219	4403936.979	690	294.096	16	992.03	3.278	2.022	1761.38
306348.0219	4403936.979	691	292.771	17	1011.04	3.291	1.425	1761.41
306448.0219	4403936.979	692	290.138	19	1044.27	3.303	1.741	1759
306548.0219	4403936.979	693	287.266	20	1059.04	3.296	2.846	1756.08
306648.0219	4403936.979	694	285.275	20	1055.32	3.283	1.994	1755.42
306748.0219	4403936.979	695	281.204	20	1038.76	3.277	2.514	1757.31
306848.0219	4403936.979	696	276.898	20	1018.96	3.274	3.004	1755.8
305648.0219	4404036.979	697	276.323	25	1125.63	3.222	2.895	1764.18
305748.0219	4404036.979	698	274.086	26	1109.54	3.11	3.168	1763.78
305848.0219	4404036.979	699	272.228	26	1096.59	3.013	2.849	1762.92
305948.0219	4404036.979	700	274.033	26	1095.35	3.051	2.437	1761.66
306048.0219	4404036.979	701	280.591	23	1084.79	3.181	1.785	1761.77
306148.0219	4404036.979	702	286.51	20	1053.12	3.249	1.269	1761.05
306248.0219	4404036.979	703	289.944	18	1031.9	3.285	2.235	1762.31
306348.0219	4404036.979	704	289.962	19	1035.99	3.296	2.169	1761.33
306448.0219	4404036.979	705	288.568	20	1050.94	3.302	1.624	1758.89
306548.0219	4404036.979	706	286.356	20	1059.45	3.301	2.234	1757.94
306648.0219	4404036.979	707	285.077	20	1055.82	3.295	3.636	1758.45
306748.0219	4404036.979	708	281.98	20	1043.39	3.288	2.839	1758.66
306848.0219	4404036.979	709	279.027	20	1029.39	3.283	2.782	1757.65
305748.0219	4404136.979	710	272.332	26	1099.19	3.034	3.817	1762.75

EK-2: K-Ortalamlar Kümeleme Analizinde Kullanılan Python Kodları

Aşağıda, Yücekapı (Eleşkirt, Ağrı) beldesine ait jeofizik, jeoteknik ve topoğrafik veriler üzerinde gerçekleştirilen K-means kümeleme analizinde kullanılan Python kodu verilmiştir. Kod, veri ölçeklendirme, küme sayısı belirleme (Elbow ve Silhouette yöntemleri), hiyerarşik kümeleme, korelasyon analizleri ve istatistiksel değerlendirme aşamalarını içermektedir.

```
# -*- coding: utf-8 -*-  
"""
```

```
Created on Tue Sep 9 14:03:02 2025
```

```
@author: nur baki  
"""
```

```
import pandas as pd  
from sklearn.cluster import KMeans  
from sklearn.preprocessing import StandardScaler  
from sklearn.metrics import silhouette_score  
import matplotlib.pyplot as plt  
import seaborn as sns  
from scipy.cluster.hierarchy import dendrogram, linkage
```

```
# CSV dosyasını oku  
path="C:/_YL/_Nur_Baki_Yegen/___tez_icin___/_duzeltme/_model/"  
df = pd.read_csv(path+"_nb_veri_y.csv")
```

```
# İlk 3 kolon hariç sonraki 6 kolonu seç  
X = df.iloc[:, 3:9]
```

```
# Veriyi ölçekle  
scaler = StandardScaler()  
X_scaled = scaler.fit_transform(X)
```

```
# Elbow yöntemi  
inertia = []  
K_range = range(1, 11) # 1'den 10 kümeye kadar deneme
```

```
for k in K_range:  
    kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)  
    kmeans.fit(X_scaled)  
    inertia.append(kmeans.inertia_) # SSE değerlerini kaydet
```

```
# Grafiği çiz  
plt.plot(K_range, inertia, 'bo-')  
plt.xlabel("Küme sayısı (k)")  
plt.ylabel("Inertia (SSE)")
```

```
plt.title("Elbow Yöntemi ile Optimum K Seçimi")
plt.show()

# K-means modeli (3 küme)
kmeans = KMeans(n_clusters=3, random_state=42)
kmeans.fit(X_scaled)

# Sonuçları dataframe'e ekle
df["Cluster"] = kmeans.labels_

# Küme merkezleri
print("Küme merkezleri (ölçeklenmiş):")
print(kmeans.cluster_centers_)

# 2D görselleştirme (vs30 ve n60'a göre)
plt.figure(figsize=(8,6))

# Her küme için ayrı scatter (lejant için gerekli)
for cluster_id in range(kmeans.n_clusters):
    plt.scatter(
        X_scaled[df["Cluster"] == cluster_id, 0],
        X_scaled[df["Cluster"] == cluster_id, 1],
        label=f"Cluster {cluster_id}"
    )

plt.xlabel("vs30 (scaled)")
plt.ylabel("n60 (scaled)")
plt.title("K-means Kümeleme (2D)")
plt.legend()
plt.show()

# K-means ile karşılaştırma için hiyerarşik kümeleme (Ward yöntemi ile)
Z = linkage(X_scaled, method='ward')

# Dendrogram çizimi
plt.figure(figsize=(12, 6))
dendrogram(Z, truncate_mode="lastp", p=30, leaf_rotation=90, leaf_font_size=10,
show_contracted=True)
plt.title("Hiyerarşik Kümeleme Dendrogramı")
plt.xlabel("Veri noktaları / kümeler")
plt.ylabel("Uzaklık (Ward)")
plt.show()

# K-means sınıflandırma sonucunu CSV olarak kaydet
df.to_csv(path+"_nb_sonuc_y.csv", index=False, encoding="utf-8")

# Parametrelerin küme bazlı dağılımlarının boxplot grafiği ve histogram ile gösterimi
params = ['v30', 'n60', 'vp', 'vpvs', 'egim', 'yuksekl_']
```

```

for p in params:
    plt.figure(figsize=(6,4))
    sns.boxplot(x='Cluster', y=p, data=df, palette="Set2")
    plt.title(f'{p} dağılımı (Kümelere göre)')
    plt.show()

for p in params:
    g = sns.FacetGrid(df, col="Cluster", sharex=False, sharey=False)
    g.map_dataframe(sns.histplot, x=p, bins=20, kde=True)
    g.set_titles(col_template="Cluster {col_name}")
    g.fig.suptitle(f'{p} dağılımı', y=1.05)
    plt.show()

# Parametreler arası korelasyon matrisinin hesaplanması ve heatmap ve pairplot ile
# görselleştirilmesi
corr_matrix = df[params].corr()
print(corr_matrix)

plt.figure(figsize=(8,6))
sns.heatmap(corr_matrix, annot=True, cmap="coolwarm", vmin=-1, vmax=1)
plt.title("Parametreler Arası Korelasyon Matrisi")
plt.show()

sns.pairplot(df[params], diag_kind="kde")
plt.show()

# Korelasyon matrisinin küme bazında ayrı ayrı heatmap ile gösterimi
clusters = df['Cluster'].unique()

for c in clusters:
    subset = df[df['Cluster'] == c][params]
    corr_matrix = subset.corr()

    plt.figure(figsize=(8,6))
    sns.heatmap(corr_matrix, annot=True, cmap="coolwarm", vmin=-1, vmax=1)
    plt.title(f'Cluster {c} için Korelasyon Matrisi')
    plt.show()

# describe() ile temel istatistiklerin tüm veri ve küme bazında hesaplanması ve
# sonuçların CSV dosyasına yazdırılması
all_stats = df[params].describe().T # T transpoz yapar
print(all_stats)

cluster_stats = df.groupby("Cluster")[params].describe()
print(cluster_stats)

all_stats.to_csv(path+"tum_veri_stats_YYY.csv")
cluster_stats.to_csv(path+"kumebazli_stats_YYY.csv")

```

```
# Silhouette skorunun hesaplanması
X = df[params]
scores = []
K = range(2, 11)
for k in K:
    kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
    labels = kmeans.fit_predict(X)
    score = silhouette_score(X, kmeans.labels_)
    scores.append(score)

# Grafiğini çiz
plt.plot(K, scores, "bo-")
plt.xlabel("Küme sayısı (k)")
plt.ylabel("Silhouette Skoru")
plt.title("Farklı k değerleri için Silhouette Skoru")
plt.show()
```

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0009-0002-6163-4157

Ad Soyad : Nur Baki YEGEN

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2013, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği
- 2021, Jeofizik Mühendisi, İlbank, Jeolojik-Jeoteknik Etüt Müdürlüğü