

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE DEPREM RİSK HARİTASI
KULLANILARAK EN UYGUN OKUL YER SEÇİM ANALİZİ: ELAZIĞ
MERKEZ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Sait ŞEN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Utkan Mustafa DURDAĞ

ARTVİN-2023

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE DEPREM RİSK HARİTASI
KULLANILARAK EN UYGUN OKUL YER SEÇİM ANALİZİ: ELAZIĞ
MERKEZ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Sait ŞEN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Utkan Mustafa DURDAĞ**

ARTVİN-2023

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Deprem Risk Haritası Kullanılarak En Uygun Okul Yer Seçim Analizi: Elazığ Merkez Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Utkan Mustafa DURDAĞ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı taahhüt ederim. Aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Artvin Çoruh Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☒ Tezimin 6 ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

...../...../2023

Mehmet Sait ŞEN

İmza

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE DEPREM RİSK HARİTASI
KULLANILARAK EN UYGUN OKUL YER SEÇİM ANALİZİ: ELAZIĞ
MERKEZ ÖRNEĞİ

Mehmet Sait ŞEN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19/09/2023

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 22/09/2023

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Utkan Mustafa DURDAĞ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Zeynel Abidin POLAT

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Ziya USTA

ONAY:

Bu Yüksek Lisans, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 22/09/2023 tarihinde oybirliği/oyçokluğu ile uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../.....

Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Deprem Risk Haritası Kullanılarak En Uygun Okul Yer Seçim Analizi: Elazığ Merkez Örneği” konusunda yapılan bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusundaki bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Utkan Mustafa DURDAĞ’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bilgi ve değerli fikirleri ile bana yol gösteren değerli hocalarım Doç. Dr. Zeynel Abidin POLAT’a ve Dr. Öğr. Üyesi Ziya USTA’ya teşekkür ederim.

Veri toplamamda yardımlarını esirgemeyen Erdem YÖRDEM’e, Özgür Ahmet ŞAHNA’ya, Mustafa KÖSE’ye ve Cumali ÇİMEN’e minnetlerimi sunarım.

Ayrıca her zaman olduğu gibi, yüksek lisans eğitimim boyunca da manevi desteğini esirgemeyen canım annem Miyase ŞEN’e, değerli eşim Seher ŞEN’e, oğlum Muaz Şen’e ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim, her zaman bana güç veren abim Muhammed Sıddık ŞEN’e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Mehmet Sait ŞEN

Artvin – 2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ.....	I
JÜRİ KABUL TUTANAĞI.....	II
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı.....	2
1.2. Tezin Gerekçesi ve Önemi	3
1.3. Tezin Yöntemi.....	3
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	10
3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tanımı.....	10
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi	10
3.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Uygulama Alanları	12
3.4. Millî Eğitim Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemi (MEBCBS)	12
3.5. CBS İçin Kullanılan Araçlar	14
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV)	15
4.1.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi(AHP) ve Uygulama Adımları	16
4.1.2. TOPSİS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tekniği) Yöntemi ve Uygulama Adımları.....	19
4.1.3. ELECTRE (Gerçekliği İfade Eden Eleme ve Seçme Yöntemi) ve Uygulama Adımları	21
4.2. Deprem Bölgeleri Haritası	25
5. UYGULAMA: ELAZIĞ ÖRNEĞİNDE EN UYGUN OKUL ALANLARI YER SEÇİMİ.....	27
5.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi ve Özellikleri	27

5.1.1. Elazığ'ın Konumu	27
5.1.2. Elazığ'ın Nüfusu	28
5.1.3. Elazığ'ın Eğitimi	30
5.1.4. Elazığ'ın Depremselliği	32
5.2. Türkiye'deki Mevzuatların Yer Seçim Kriterleri Bakımından İncelenmesi..	37
5.2.1. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği	38
5.2.2. 222 Sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu	38
5.2.3. Millî Eğitim Bakanlığı Kurum Açma, Kapatma ve Ad Verme Yönetmeliği	38
5.2.4. Millî Eğitim Bakanlığının 2010/2630 sayılı Kurum Açılması ve Kapatılmasına Dair Esaslar Başlıklı Tebliği	38
5.2.5. Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu.....	39
5.3. Belirlenen Yer Seçim Kriterleri ve Verilerinin Temin Edilmesi	39
5.4. AHP Yöntemi İle Belirlenen Kriterlerin Ağırlıklandırılması ve Tutarlıklarının Belirlenmesi	40
5.5. Çalışma Alanına Etki Eden Kriterler ve Analizler.....	43
5.5.1. Nüfus	45
5.5.2. Mevcut Okullara Yakınlık.....	47
5.5.3. Dere Yataklarına Yakınlık	48
5.5.4. Yerleşim Merkezlerine Uzaklık	49
5.5.5. Eğim	51
5.5.6. Toplu Taşıma Güzergâhı.....	53
5.5.7. Ana Yollara Olan Uzaklık.....	54
5.5.8. Meyhane, Kahvehane, Bar, Elektronik Oyun Merkezlerine Uzaklık	56
5.5.9. Yüksek/Orta Gerilim Hattı.....	57
5.5.10. Havaalanlarına Yakınlık.....	58
5.5.11. Demiryoluna Yakınlık.....	60
5.5.12. Akaryakıt İstasyonlarına Yakınlık	61
5.5.13. Fay Hattı.....	62
5.5.14. Arazi Kullanımı.....	64
5.5.15. Yüksek Basıncılı Doğalgaz Hattı	65
5.5.16. Yönlenme	66
5.6. Çalışma Alanının Deprem Tehlike Haritalarının Oluşturulması	70
6. BULGULAR VE TARTIŞMA	74

6.1.	En Uygun Okul Alanı Yer Seçimi Analizinin Değerlendirilmesi.....	74
6.2.	Mevcut Okulların Uygunluk Durumlarının Değerlendirilmesi.....	76
6.3.	Deprem Etkisine Göre En Uygun Okul Alanlarının İncelenmesi.....	77
7.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
	KAYNAKLAR	87
	ÖZGEÇMİŞ.....	93



ÖZET

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE DEPREM RİSK HARİTASI KULLANILARAK EN UYGUN OKUL YER SEÇİM ANALİZİ: ELAZIĞ MERKEZ ÖRNEĞİ

Günümüzde öğrenciler zamanlarının büyük bir bölümünü okul alanlarında geçirirler. Okul alanlarının güvenli, sağlıklı ve ulaşılabilir olması öğrencilerin tutum ve davranışlarını olumlu yönde etkilemektedir. Eğitim sürecinin daha verimli işlemesi, yaşanılacak olan doğal afetlere karşı tedbirli olunması ve ülkemiz kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması için eğitim alanlarının uygun konumda ve planlı bir şekilde yapılması gerekmektedir. 24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ'ın Sivrice ilçesinde 6. 8 şiddetinde deprem olmuş ve 6 Şubat 2023 tarihinde 04:17 ve 13:24'de Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 7.7 ve 7.6 şiddetinde iki deprem meydana gelmiştir. Elazığ ilini etkileyen bu depremler sonucunda çok sayıda eğitim kurumunun ağır hasarlı olduğu belirlenerek yıkım kararı verilmiştir. Bundan dolayı yeni yapılacak okul alanlarının en uygun alanlarda yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Birçok ülkede okul alanlarının inşaatı çıkartılan yönetmelik ve raporlar doğrultusunda, belirlenen kriterlere göre planlanmaktadır. Bu çalışmayla gelişmiş ülkelerin bu süreçte kullandıkları kriterler ve ülkemizdeki mevzuatların incelenmesi sonucunda en uygun okul alanlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Elazığ İli Merkez İlçesi çalışma alanı olarak seçilmiş ve 15 uygun kriter belirlenmiştir. Ayrıca Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri literatürde araştırılmıştır. Uygun okul alanlarının belirlenmesi amacıyla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıklandırma işlemi yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla elde edilen kriter haritaları kullanılarak ağırlıklı çakıştırma analizi yapılmış ve uygunluk haritaları elde edilmiştir. Elde edilen bu uygunluk haritaları üzerinden en uygun okul alanları belirlenmiş ve mevcutta var olan okul alanlarının da uygunluk durumları değerlendirilmiştir. Ayrıca bölgenin depremselliğinden dolayı En Büyük Yer İvmesi (EBYİ) değerleri kullanılarak en uygun yer seçimindeki etkisini gözlemek amacıyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Okul yer seçimi, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri,

AHP, CBS, Uygunluk Analizi

SUMMARY

MOST SUITABLE SCHOOL LOCATION SELECTION ANALYSIS USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS AND EARTHQUAKE RISK MAP: ELAZIĞ CENTRAL EXAMPLE

Nowadays, students spend most of their times at school. Safely healthy and reachable school areas effect positive to students attitudes and behaviors. Education areas has to be located conveniently and has to be good planned for efficient education process, being coutious of the natural disasters and using country's resources effectively. On January 24 2020, an earthquake with a magnitude of 6.8 occurred in the Sivrice district of Elazığ, and two earthquakes with a magnitude of 7.7 and 7.6 occurred in the Pazarcık and Elbistan districts of Kahramanmaraş at 04:17 and 13:24 on 6 February 2023. As a result of these earthquakes affecting the province of Elazig, it was determined that many educational institutions were heavily damaged and a decision was made for demolition.They are demolished and started rebulding process. This rebuilding process has to be done on the most suitable areas. Being renovate of this school areas are done with the regulation, reports and determined criteria in most of the countries. With this study, it is aimed to determine the most suitable school areas as a result of the criteria used by the developed countries and also with our countrys legislation. For this purpose, Elazığ Province Central district was chosen as the study area and 15 suitable criteria were determined. İn addition, multi -criteria decision making methods and geographic information systems have been researched in the literature. AHP which is one of the multi-criteria decision making methods is used for determinig the suitable school areas. Criteria maps which is taker from geographic information systems have been analyzed and conformity maps have been determined. The most suitable school areas were determined on the basis of these suitability maps and also currently available school areas were evaluated. In addition, due to the seismicity of the region, the Maximum Ground Acceleration (EBYİ) values were used to observe on the most suitable location selection.

Keyword: School Location Selection, Multi- Criteria Decision Making Methods, AHP, GIS, Suitability Map

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Literatürde kullanılan yer seçim kriterleri	9
Tablo 2. CBS uygulama alanları	12
Tablo 3. İkili karşılaştırma ölçeği	17
Tablo 4. Rastgele değer indeksi	19
Tablo 5. 2012-2022 yılları arası cinsiyete göre nüfus dağılımı	28
Tablo 6. Elazığ 2012-2022 yılları arası nüfus artış hızı	29
Tablo 7. 2022 yılı Elazığ ilçe nüfusları	29
Tablo 8. Elazığ'da bulunan resmi okullar ve sayıları	31
Tablo 9. Elazığ'da bulunan özel okullar ve sayıları.....	32
Tablo 10. 1900-2023 yılları arasında Elazığ ve çevresinde meydana gelen büyüklük değeri 5 ve üzeri olan depremler.....	33
Tablo 11. Elazığ depreminden etkilenen okullar	35
Tablo 12. Belirlenen kriterler ve temin edilme şekli	39
Tablo 13. İkili karşılaştırma matrisi	41
Tablo 14. Normalize karar matrisi	42
Tablo 15. Tutarlılık vektörü	43
Tablo 16. Kriterlerin sınıf aralıkları ve ağırlık dereceleri	68
Tablo 17. En uygun okul yer seçim analizi.....	76
Tablo 18. Elazığ depreminden etkilenen okulların PGA değerleri	78
Tablo 19. Çalışma sonucuna göre Elazığ'da bulunan tüm okulların PGA değerleri ve deprem risk durumları	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. MEBCBS ara yüzü.....	13
Şekil 2. AHP genel Yapısı	16
Şekil 3. Çalışma alanı.....	27
Şekil 4. Elazığ nüfus yoğunluk haritası.....	30
Şekil 5. Çalışma alanı sınırları	44
Şekil 6. Çalışma alanı sınırlarına göre düzenlenmiş sayısal yükseklik modeli.....	45
Şekil 7. Çalışma alanı nüfus yoğunluk haritası.....	46
Şekil 8. Çalışma alanı sınıflandırılmış nüfus yoğunluğu haritası	46
Şekil 9. Çalışma alanı mevcut okullar haritası.....	47
Şekil 10. Çalışma alanı sınıflandırılmış mevcut okullar haritası	47
Şekil 11. Çalışma alanı dere yatakları haritası	48
Şekil 12. Çalışma alanı sınıflandırılmış dere yatakları haritası.....	49
Şekil 13. Çalışma alanı yerleşim merkezleri haritası	50
Şekil 14. Çalışma alanı sınıflandırılmış şehir merkezi haritası.....	50
Şekil 15. Çalışma alanı sınıflandırılmış yerleşim merkezi haritası.....	51
Şekil 16. Çalışma alanı eğitim haritası	52
Şekil 17. Çalışma alanı sınıflandırılmış eğitim haritası	52
Şekil 18. Çalışma alanı toplu taşıma güzergâhı	53
Şekil 19. Çalışma alanı sınıflandırılmış toplu taşıma güzergâhı haritası	54
Şekil 20. Çalışma alanı ana yol haritası	55
Şekil 21. Çalışma alanı sınıflandırılmış ana yol haritası.....	55
Şekil 22. Çalışma alanı meyhane-kahvehane-kıraathane-bar- elektronik oyun merkezleri haritası	56
Şekil 23. Çalışma alanı sınıflandırılmış meyhane-kahvehane-kıraathane-bar- elektronik oyun merkezleri haritası	56
Şekil 24. Çalışma alanı yüksek gerilim hattı haritası.....	57
Şekil 25. Çalışma alanı sınıflandırılmış yüksek gerilim hattı haritası	58
Şekil 26. Çalışma alanı havaalanı haritası.....	59
Şekil 27. Çalışma alanı sınıflandırılmış havaalanı haritası	59
Şekil 28. Çalışma alanı demiryolu haritası	60
Şekil 29. Çalışma alanı sınıflandırılmış demiryolu haritası	60

Şekil 30. Çalışma alanı akaryakıt istasyonları haritası.....	61
Şekil 31. Çalışma alanı sınıflandırılmış akaryakıt istasyonları haritası	62
Şekil 32. Çalışma alanı fay hattı haritası.....	63
Şekil 33. Çalışma alanı sınıflandırılmış fay hattı haritası	63
Şekil 34. Çalışma alanı arazi kullanım haritası.....	64
Şekil 35. Çalışma alanı sınıflandırılmış arazi kullanım haritası	65
Şekil 36. Çalışma alanı yüksek basınçlı doğalgaz haritası.....	65
Şekil 37. Çalışma alanı sınıflandırılmış yüksek basınçlı doğalgaz haritası	66
Şekil 38. Çalışma alanı yönlenme haritası	67
Şekil 39. Çalışma alanı sınıflandırılmış yönlenme haritası.....	67
Şekil 40. Elazığ deprem yoğunluk haritası	70
Şekil 41. Türkiye deprem tehlike haritası ekinde yer alan PGA değerleri.....	71
Şekil 42. Çalışma alanı PGA dağılımları	72
Şekil 43. IDW yöntemiyle elde edilen çalışma alanına ait PGA haritası.....	72
Şekil 44. Kriging yöntemiyle elde edilen çalışma alanına ait PGA haritası	73
Şekil 45. Düzensiz üçgen ağı oluşturularak elde edilen çalışma alanına ait PGA haritası.....	73
Şekil 46. Elazığ merkez ilçesi en uygun okul alanı yer seçim haritası	74
Şekil 47. Maskelenmiş en uygun okul alanı yer seçim haritası	75
Şekil 48. Çalışma alanı uygunluk yüzdeleri	76
Şekil 49. Mevcut okulların uygunluk durumlarının değerlendirilmesi.....	77
Şekil 50. Mevcut okulların yer seçim sonuçlarına göre dağılımı.....	77
Şekil 51. Sınıflandırılmış PGA haritasında okulların durumu	79
Şekil 52. Ağır/Orta hasarlı okulların PGA tehlike haritasında konumları	79

KISALTMALAR DİZİNİ

ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
EBYİ-PGA	En Büyük Yer İvmesi
ELECTRE	Gerçekliği İfade Eden Eleme ve Seçme
ESRİ	Environmental Systems Research Institute
MEBCBS	Millî Eğitim Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemi
TOPSIS	İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tekniği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WEIGHTED OVERLAY	Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi

1. GİRİŞ

Eğitim sürecinin daha verimli işlemesi ve ülkemizin kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması için eğitim alanlarının uygun konumda ve planlı bir şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde okul alanlarının uygun konumda olması ve sistematik plan dahilinde yapılması bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde 6-18 yaş aralığındaki öğrencilerin eğitim süreçleri göz önüne alındığında (okul öncesi, ilk ve orta öğretim) zamanlarının çoğunu okulda geçirdiği görülmektedir. Bu sebeple öğrencilere sağlıklı ve güvenli bir okul ortamı sağlamak gerekmektedir(Bukhari ve Rodzi , 2015).

Çalışmanın bu bölümünde tezin amaç, yöntem, kapsam ve önemi hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür araştırması yapılarak konu ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiştir. Literatür çalışmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile yapılan yer seçim çalışmaları incelenmiş ve kullanılan kriterler araştırılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde CBS hakkında genel bilgiler verilmiştir. Materyal ve Metot bölümünde ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tekniği (TOPSIS) ve Gerçekliği İfade Eden Eleme ve Seçme (ELECTRE) yöntemlerinin yanında Deprem Bölgeleri Haritaları hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın uygulama bölümü başında çalışma alanı hakkında genel özelliklerden bahsedilmiştir. Daha sonra mevzuatlarda bulunan kriterler incelenerek çalışma alanı için kullanılacak kriterler belirlenmiştir. Ayrıca AHP yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmış ve tutarlıkları hesaplanmıştır. PGA değerleri kullanılarak farklı enterpolasyon yöntemleri kullanılarak çalışma alanı Deprem Tehlike Haritaları oluşturulmuştur. Son olarak ise tüm kriterlere ait CBS analizleri yapılmıştır. Bulgular ve Tartışma bölümünde sınıflandırılmış raster veriler ile AHP yöntemiyle bulunan ağırlık değerleri kullanılarak Çok Katmanlı Ağırlıklı Çakıştırma Yöntemi (Weighted Overlay) analizi ile okul uygunluk haritası elde edilmiştir. En uygun okul alanlarının belirlenmesi için yer seçimi sonuçları açıklanmış ve mevcut bulunan okul alanlarının uygunluğu irdelenmiştir. Ayrıca Deprem Tehlike Haritası üzerinden uygun okul

alanları ve depremde yıkılan okul alanları incelenmiştir. Sonuçlar bölümünde ise en uygun okul alanlarının belirlenmesiyle ilgili sonuç ve önerilerden bahsedilmiştir.

1.1. Tezin Amacı

Uygun okul alanlarının belirlenmesinde planlama aşamasında ciddi bir değerlendirme yapılması gerekmektedir. Çalışma alanında 24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ'ın Sivrice ilçesinde 6.8 şiddetinde ve çalışma alanını da etkileyen 6 Şubat 2023 tarihinde 04:17 ve 13:24'de Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 7.7 ve 7.6 şiddetinde depremler meydana gelmiştir. Yaşanılan depremler sonucunda çok sayıda eğitim kurumu ağır hasarlı olduğundan dolayı yıkılarak yeni okul alanları yapılmıştır. Bu çalışma ile uygun okul alanlarının belirlenmesinde kullanılması gereken kriterler belirlenerek bu kriterlere dayalı analizlerin CBS ve ÇKKV yöntemleri ile yapılması amaçlanmaktadır. Ayrıca mevcutta var olan ve yapım aşamasında olan okul alanlarının da uygunluk haritasında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın amaçları:

- En uygun okul alanlarının belirlenmesi için dünyada ve ülkemizde kullanılan kriterlerin belirlenmesi,
- Çalışma alanı için kullanılabilecek kriterlerin belirlenerek kriter ağırlıklarının hesaplanması,
- Çalışma sonucunda elde edilen uygunluk haritasının Milli Eğitim Bakanlığının MEBCBS programına entegre edilebilmesinin araştırılması
- Çalışma alanı deprem tehlike haritalarının oluşturulması,
- Çalışma bölgesi için en uygun okul alanlarının belirlenmesi,
- Çalışma sonucunda elde edilen uygunluk haritası üzerinden mevcutta var olan okul alanlarının uygunluk durumlarının araştırılması ve yaşanan deprem sonrasında yıkılan okulların yerine yapım aşamasında olan yeni okul alanlarının uygunluğunun değerlendirilmesi,
- Çalışma alanı depremselliğinin değerlendirilmesi için ait En Büyük Yer İvmesi (EBYİ-PGA) değerleriyle oluşturulan deprem tehlike analizinin yapılması ve oluşturulan bu harita üzerinde, depremde dolayı yıkılan okulların incelenmesi olarak sıralanabilir.

1.2. Tezin Gerekçesi ve Önemi

24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ ilinde 6.8 şiddetinde bir deprem meydana gelmiş bu depremde içlerinde okul binaları dâhil çok sayıda bina ağır hasar almış ve deprem sonrasında sırasıyla yıkım kararı verilerek bu binalar yıkılmıştır. Daha sonra 6 Şubat 2023 tarihinde 04:17 ve 13:24’de Kahramanmaraş’ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 7.7 ve 7.6 şiddetinde iki deprem meydana gelmiştir (URL-1). Yaşanılan bu deprem sonucunda Adana, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kilis, Malatya, Osmaniye, Adıyaman ve Şanlıurfa gibi birçok ilde binalara ağır hasarlar açmış ve çok sayıda can kaybına yol açmıştır. Deprem bölgesinde Milli eğitim Bakanlığına bağlı 20.340 eğitim binası bulunmaktadır. Mart 2023 tarihi itibariyle bu eğitim binalarının 8.162’si tetkik edilebilmiştir. Tetkik edilen bu binaların 72’si (428 derslik) yıkılmış, 504’ü (3.739 derslik) ağır hasarlı ve acil yıkılması gereken, 331’i (3.693 derslik) orta hasarlı, 2.533’ü (30.961 derslik) az hasarlı olarak tespit edilmiştir. Deprem bölgesinde özel öğretime ait 5.024 eğitim kurumundan 119’u şimdiye kadar tetkik edilmiştir. Tetkik edilen özel öğretim kurumlarından 14’ü yıkılmış, 27’si ağır hasarlı, 19’u orta hasarlı ve 58’i az hasarlıdır. Ayrıca depremden etkilen illerde bulunan 17 üniversite içerisinde bulunan 9 hizmet binası yıkılmış, 111 hizmet binası ağır hasar almış, 51 hizmet binası orta hasarlı ve 358 hizmet binası ise az hasarlı durumdadır. Depremde etkilenen illerde bulunan 5 yurt binası ağır hasarlı, 19 yurt binası orta hasarlı ve 52 yurt binası ise az hasar görmüş durumdadır (URL-2).

Bölgede bulunan tüm eğitim kurumlarının tetkik edilmesi sonucunda sayının çok fazla artacağı düşünülmektedir. Daha iyi bir eğitim öğretim ortamı sağlamak için yeni okulların yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışma ile çeşitli kriterler göz önüne alınarak “Elazığ il merkezinde okul alanları için en uygun alan neresi?” sorusuna cevap bulmak amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra; hem Elazığ ilinin birinci derece deprem bölgesinde olması hem de bölgedeki depremselliğin nedeniyle en uygun yer seçimindeki etkisini gözlemek amacıyla En Büyük Yer İvmesi (EBYİ-PGA) değerlerinin kriter olarak değerlendirilmesine karar verilmiştir.

1.3. Tezin Yöntemi

- En uygun okul yer seçimi konusunda literatür taramasının yapılması
- Çalışma alanının belirlenmesi

- Çalışma alanında kullanılacak kriterlerin mevzuat bilgileri ve literatür çalışmaları ile belirlenmesi
- Çalışma alanına ait sözel ve sayısal veriler toplanarak sayısal haritaların oluşturulması
- Coğrafi Bilgi Sistemleri, Deprem Tehlike Haritaları ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin araştırılarak kullanılacak yöntemlerin belirlenmesi
- AHP yöntemi için literatür çalışmaları değerlendirilerek ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
- AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlık ve tutarlıklarının hesaplanması
- Toplanan veri ve haritaların çalışma alanına göre düzenlenerek aynı koordinat sisteminde ArcGIS ortamına aktarılması
- Kriterlerin ArcGIS ortamında analizler yapılarak yeniden sınıflandırılması
- Analizler ile en uygun okul yerlerinin belirlenmesi
- Mevcut Okulların uygunluk haritasına göre değerlendirilmesi
- En Büyük Yer İvmesi değerleri kullanılarak çalışma alanı deprem risk haritalarının oluşturulması
- Mevcut Okulların deprem risk haritasına göre değerlendirilmesi

2. LİTERATÜR TARAMASI

Uygun okul alanları yer seçimi, sürekli artan nüfus ile yeni yerleşim alanlarının oluşması, depremler gibi doğal afetler sonucunda hasar gören okul binalarının yeniden inşası ve mevcut okulların yetersizliğinden dolayı dünyada ve ülkemizde önemli bir konu haline gelmiştir.

Geçmişten günümüze Çok Kriterli Karar Yöntemleri (ÇKKV) kullanılarak uygun okul alanlarının belirlenmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Kullanılan kriterlerin araştırılmasının yanı sıra ÇKKV yöntemlerinden AHP ve İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tekniği (TOPSİS) yaklaşımlarının performansı araştırılmıştır. Literatürde uygun okul alanlarının belirlenmesi amacıyla ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSİS yöntemlerinin çok sayıda çalışmada kullanıldığı görülmektedir.

Uslu vd.(2017) çalışmasında Ankara ili Çankaya ilçesi örneğinde ilköğretim okulu için en uygun yerin belirlenmesi amacıyla AHP ve TOPSİS yöntemlerini kullanmıştır. Bu çalışmada altyapı, erişilebilirlik, potansiyel büyüme, nüfus yoğunluğu, güvenlik, çevre kirliliği ve çevredeki okul sayıları olmak üzere 7 kriter belirlemiştir. Çalışma sonucunda kullandığı kriterlerinin önem sıralaması nüfus, erişilebilirlik, çevredeki okul sayısı, güvenlik, çevre kirliliği, potansiyel büyüme ve alt yapı şeklinde olduğunu tespit etmiştir.

Keleş vd.(2022), Kayseri örneğinde yapmış olduğu çalışmada okul yer seçiminde kullanılan kriterlerin uzman görüşlerine göre önem derecelerini belirlemiştir. Çalışmasında AHP yöntemini kullanmış ve kriterleri belirlerken alanında uzman 17 kişi ile görüşmeler gerçekleştirmiştir.

Başığmez vd.(2017), okul alanları için en uygun alanların belirlenmesi amacıyla kriterlerinin oluşturulma aşamasında karşılaşılan problemleri belirtmiş ve çözüm önerilerini araştırmıştır. Ayrıca imar planlarının oluşturma aşamasında dikkat edilmesi gereken kriterlere de değinmiştir. Dünyanın farklı ülkelerinde ve ülkemizdeki mevzuatları inceleyerek ülkemizde okul yer seçimi için CBS entegreli yeni bir mevzuatın gerekliliği sonucuna ulaşmıştır. Farklı ülkelerdeki kriterler incelenerek ülkemizdeki seçim kriterleri belirlenmiştir. Okul alanlarının seçiminde kişilere göre

değil bilimsel temellere dayalı AHP yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılıp temel altlık oluşturulması sonucuna ulaşmıştır.

Başığmez vd. (2019), Uşak ili Merkez ilçe örneğinde yapmış olduğu çalışmasında okul alanlarının belirlenmesinde tek karar verici olmamasından dolayı problemlerle karşılaşıldığını ve bu problemlerin çözümü aşamasında mevcut yöntemlerle okul alanlarının daha elverişli, güvenilir, günün ihtiyaçlarını ve geleceğin planlanmasını zorlaştırdığını düşünmüştür. Bu nedenle CBS ve çok kriterli karar verme yöntemleri gibi teknolojik yöntemlerin okul alanlarının belirlenmesinde kolaylık sağladığı ve karşılaşılan sorunların çözümüne önemli katkı sağladığı sonucuna varmıştır. Çalışmasında alanında uzman 40 kişi ile yaptığı anket sonucuna göre 14 kriter belirlemiştir. Anket katılımcılarının her kritere 0 ile 100 puan aralığında değer verilmesi istenmiştir. Daha sonra toplanan bu puanların aritmetik ortalaması alınarak kriterlerin optimal değerleri belirlenmiştir. Bulunan optimal değerler ile AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda uygun okul alanlarının belirlenmesi için bazı ölkelerde yönetmelik ve raporlar hazırlandığını böylelikle sürecin rapor ve yönetmelikler üzerinden devam ettiğini söylemiştir.

Zor (2020), Denizli ili örneğinde ilköğretim ve ortaöğretim kademelerinde okul binalarının yer seçiminde ana etkenlerin ne olduğunu, yer seçiminde etkin olan yerel aktörlerle yüz yüze görüşmeler yaparak ortaya koymuştur. Okul binalarının doğru yerde yapılmaması güvenlik, trafik, ekonomik, kültürel vb. sorunlara yol açtığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca eğitim alanları yer seçimi politikasının tutarlı ve uzun vadeli olarak yapılıp uygulamaya yönelik olması gerektiğini savunmuştur. Bu alanların planlanmasında Milli Eğitim Bakanlığının belirleyici olması gerektiğini de düşünmektedir.

Bukhari vd.(2010), Güvenli okul yeri seçimi için mekânsal çok kriterli karar analizini yaptığı çalışmasında Malezya Federal Bölgesi Kuala Lumpur'da Mukim Batu alanını çalışma alanı olarak seçmiştir. AHP yöntemini kullanarak güvenli okul yeri seçimi kapsamında 10 farklı kriter kullanmıştır. Bu kriterler; sanayi bölgelerine uzaklık, ticari alana uzaklık, ana yollara yakınlık, alt yapı, hava kirliliği, gürültü, arazi eğimi, yükseklik, taşkın alanları ve elektrik iletim hattına uzaklık kriterlerini kullanmıştır.

Dadfar (2014), Calabastas şehrinde lisenin uygunluk analizi çalışmasında önem sırasına göre mevcut liseye uzaklık, 18 yaş altı nüfus, arazi kullanımı, ana yollara yakınlık, eğitim, restoranlara yakınlık olmak üzere 6 kriter kullanılmıştır. WLC yöntemi ve alternatiflerin puanlaması için TOPSİS yöntemi kullanılmıştır.

Abera (2019), Etiyopya'nın başkenti Addis Ababa kentinde yeni yapılacak okullar için uygun alanların belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada çok kriterli karar analizi için uzaktan algılama, CBS entegreli AHP yöntemini kullanarak bir hava kirliliği modeli kullanmayı amaçlamıştır. Çalışmasında kullanacağı kriterleri ekonomi, erişilebilirlik ve çevre güvenliği olmak üzere 3 ana başlık altında toplamıştır. Mevcut okullar, arazi kullanımı ve önemli yollar kriterlerini ekonomi başlığı altında; ticari mesafe, nehir, sanayi siteleri, eğitim hava kirliliği ve yüksek gerilim hatları kriterleri güvenlik ve çevre başlığı altında; halk kütüphaneleri ve acil durum tesisleri ulaşılabilirlik başlığı altında kriterlendirmiştir.

Ahmed Ali (2018), CBS Tekniği Kullanarak Babil ili El-Mahaweel ilçesinde ilköğretim okulu yer seçimi çalışmasında Çoklu Kriter Karar Analizini kullanmıştır. Çalışmasında eğitim, ana yollar, 14 yaş altı nüfus ve mevcut okullar kriterlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda bulunan uygunluk haritasını iyi, orta ve kötü olmak üzere 3 sınıfa ayırmıştır.

Başer (2020), okul alanlarının yapım aşamasında alınan kararların planlama sürecinde arazi kullanım politikasına etkisini incelemiştir. Giresun ilini çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada AHP yöntemini kullanarak 19 yaş altı nüfus, mevcut okullara uzaklık, ana yollara yakınlık, nehirlere olan uzaklık, arazi kullanımı eğitim, toprak, elektrik iletim hatlarına yakınlık ve jeoloji kriterlerini ağırlıklandırarak kullanmıştır.

Jemal (2016), Tacikistan'da okul yeri seçimi için çok kriterli CBS analizini kullanmış ve birbirinden ayrı iki bölgede okul yapımı için yer seçimi yapmayı amaçlamıştır. Çalışmasında acil durum tesislerinden uzaklık, mevcut okullara uzaklık, yollara uzaklık, nehirlere uzaklık, trafoları uzaklık ve nüfus yoğunluğu olmak üzere 6 kriter kullanmıştır. AHP ağırlıklandırma yöntemi ile birlikte karşılaştırma olarak derecelendirme ağırlıklandırma yöntemi kullanılmıştır.

Samad vd. (2012), okul yerini belirlemek amacıyla çalışmasında CBS ile AHP yöntemini kullanmıştır. Malezya da uygun okul alanlarının belirlenmesi amacıyla AHP yöntemini kullanarak mevcut kriterleri değerlendirmiş ve yeni kriterler kullanmıştır. Çalışmada kullanılan kriterler; 19 yaş altı nüfus yoğunluğu, topografya, nehir ağı, yol ağı kriterlerinden oluşmaktadır.

Talam ve Ngigi (2015), okul yeri seçimi için CBS ve ÇKKV yöntemini kullanmıştır. Belgut Seçim Bölgesinde yapmış olduğu çalışmada 12 kriter belirlemiştir. Bu kriterler; ana yollara yakınlık, gürültü, hava kirliliği, yüksek elektrik hatlarına yakınlık, taşkın alanlarına yakınlık, akarsulara uzaklık fabrikalara yakınlık, mevcut okullara yakınlık, eğitim, nüfus, şehirlere olan uzaklık ve genişleme alanı olan okullara yakınlık kriterleridir.

Aydöner ve Maktav(2013), yerleşim yeri uygunluk analizini deprem yönünden incelediği çalışmasında 17 Ağustos 1999 yılında meydana gelen Marmara Depremini göz önüne alarak deprem açısında uygunluk analizi yapmıştır. Çalışmasında Yer İvmesi, deformasyon, toprak, eğim, ulaşım yakınlık ve yerleşime yakınlık kriterlerini kullanmıştır.

Nyimbili ve Erden(2020) Kentsel Acil Durum Tesislerinin Uygunluk Değerlendirmesi için Entropi-AHP ve GIS'i Bütünleştiren Hibrit Bir Yaklaşım adlı çalışmasında; yüksek nüfus yoğunluğu, ana yola yakınlık mevcut itfaiye istasyonlarından uzaklık, tehlikeli madde tesislerinin yoğunluğu, ahşap bina yoğunluğu ve deprem riskinden uzaklık kriterlerini kullanmıştır.

Literatürde yapılan uygunluk yer seçimi çalışmalarının büyük bir kısmında ÇKKV yöntemlerinde AHP yönteminin tek yöntem olarak kullanıldığı, bazı çalışmalarda ise AHP yöntemiyle diğer yöntemlerin birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan kriterler çalışma alanına göre ve okul türüne göre farklılık gösterebilmektedir. Nüfus kriteri bazı çalışmalarda genel nüfus, bazılarında ise 14 yaş altı nüfus ya da 18 yaş altı nüfus olarak kullanılmıştır. Yola yakınlık kriteri bazı çalışmalarda ana yollara uzaklık bazı çalışmalar da ise ara yollara yakınlık olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak literatür çalışmalarında kullanılan tüm kriterler incelenerek çalışma alanına göre kriter seçiminde faydalanılmak üzere tablo haline getirilmiştir(Tablo 1).

Tablo 1. Literatürde kullanılan yer seçim kriterleri

Kriter	Kriter	Kriter	Kriter	Kriter
Ana Yollara Yakınlık	Gürültü	Hava Kirliliği	Yüksek Elektrik Hatlarına Yakınlık	Taşkın Alanlarına Yakınlık
Akarsulara Uzaklık	Fabrikalara Yakınlık	Mevcut Okullara Yakınlık	Eğitim	Nüfus
Şehirlere Olan Uzaklık	19 Yaş Altı Nüfus Yoğunluğu	Ara Yola Yakınlık	Acil Durum Tesislerinden Uzaklık	Trafolara Uzaklık
Arazi Kullanımı	Toprak	Elektrik İletim Hatları	Jeoloji	14 Yaş Altı Nüfus
Ticari mesafe	Sanayi tesislerine yakınlık	İtfaiyelere yakınlık	Toplu Taşıma Güzergâhı	Yönlenme
Yüksek Basıncılı Doğalgaz Hatlarına Yakınlık	Demiryoluna Yakınlık	Havaalanına Yakınlık	Yeraltı Depolama Alanı	Altyapı
Yükseklik	Trafik Yoğunluğu	Akaryakıt İstasyonlarına Yakınlık	Erişebilirlik	Güvenlik
Meyhane, kırıathane bar, elektronik oyun merkezleri	Fay Hattına Uzaklık	Kimyasal Riskli Alanlara	Restoranlara Yakınlık	Baz İstasyonu
Yüz Ölçüm Büyüklüğü	Bataklık	Heyelan	Eğlence Yerleri	Rüzgâr Yönü
Manzara	Tehlikeli Atık Madde	Boru Hatları	İmar	Maliyet
Yer Altı Suyu Kirliliği	Erozyon	Doğal ve Kültürel Alanlara Yakınlık	Kültürel Yapı Durumu	Taşınmazın Mevcut Kullanımı

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tanımı

CBS; Dünya üzerindeki nesne ve olayların ilişkilerini analiz ederek, haritalayıp sentez oluşturarak insan ve mekân ilişkisinde yaşanan tüm problemlerin çözümünde en uygun planlamayı sağlayan ve bilgiyi etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan, aynı zamanda bilgiyi anlamlandıran bir araçtır (Özgen, 2008).

Bir diğer tanımda da CBS; yeryüzünün çeşitli özelliklerine ait tüm verilerin gerçek konumları ile değerlendirilerek bir veri tabanında toplanır, bu veri tabanı üzerinde belirli amaçlara göre çeşitli analizlerin yapılarak ortaya çıkan sonuçları harita, tablo ve grafik biçiminde gösterilmesi için tasarlanmış olan bir bilgisayar sistemidir (Fitzpatrick ve Maguire, 2000).

Yomralıoğlu'na göre ise CBS; konumsal olarak verilerin gözlemlenmesi ile toplanmış grafik ya da grafik olmayan bilgilerin hangi amaçla kullanılacaksa o amaca göre işlenerek kullanıcılara ulaştırılmasını sağlayan bir bilgi sistemidir. Aynı zamanda herhangi bir bölgenin kullanım amacına göre daha iyi analiz edilmesi ve o bölge hakkında tüm bilgileri sağlayan çeşitli sorgulamalara imkân sağlayan bir bilgisayar programıdır (Yomralıoğlu, 2000). Örneğin yeni bir okul yapılacağı zaman projeyi uygulama, çevresel tüm farklı değişkenleri görerek buna göre belirlenen kriterleri kullanıp en uygun okul yer seçimi noktasında karar verme süreçlerinde daha sağlıklı kararlar vermeyi sağlar.

Yapılan tüm tanımlara bakıldığında zaman CBS' nin bilgisayar sistemi olduğu ve verilerden yararlanıp verilerin yönetim ve çözümleme gibi görevleri olduğu anlaşılmaktadır.

3.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

John Snow' un 1854 yılında Londra da çıkan kolera salgınından dolayı su pompalarının bulunduğu yerleri haritalandırdı. Daha sonra çıkan vakalarında aynı haritaya eklenmesiyle vakaların su pompası etrafında toplandığını fark edilmesinden dolayı CBS' nin fikir babası olarak bilinmektedir (Shapter, 1849). Jack Tyrwhitt 1950

yılında yazdığı bir kitabında da farklı katmanlardan oluşan bir harita kullanmıştır (Price, 2010).

1960'lı yıllardan sonra CBS' nin öncüsü olarak bilinen Dr. Roger Tomlinson'ın Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi adıyla bir program geliştirip bu programda çeşitli analizlerin yapılmasıyla CBS gelişmeye başlamıştır (Düzgün, 2011). Aynı dönemlerde ABD nüfus bürosu tarafından veri formatı geliştirilerek yol, şehir ve sınırları sayısallaştırılmıştır. İngiltere'de bu dönemde topoğrafik haritalar bilgisayar ortamına aktarılmaya başlanılmıştır. 1970 yılından sonra da çok sayıda ticari amaçlı CBS firmaları kurulmaya başlanmıştır. 1966 yılında Harvard Üniversitesi'nde yapılan bir proje de ilk teorik CBS olarak bilinir. Bu projeyle eğitim haritalarının bilgisayarla yapılabileceği anlaşılmış ve SYMAP adıyla yazılım oluşturulmuştur (Ersoy,2012). 1970 yılında aynı üniversitede ODYSSEY adıyla yazılım geliştirilerek poligon bindirme işlemleri ile veri katmanı oluşturulmuştur. Bu yazılımlar konumsal veri işlem alanındaki ilk uygulamalardır (Coppock vd. , 1991).

CBS bilgisayar sistemi olduğu için bilgisayar teknolojisinin gelişmesi birlikte CBS'de hızlı bir şekilde gelişip kullanım alanı artış göstermiştir. 1980'lerden sonra özellikle ABD'de CBS ile alakalı özel ve kamuya ait kurumların sayısı sürekli artış göstermeye başlamıştır. Bu kurumların bir kısmı veri üretimiyle bir kısmı ise yazılım programı geliştirmişlerdir. 1990'ların başlarında dünyada en fazla CBS eğitiminin verildiği ülkelere baktığımızda ABD ve Kanada'nın olduğunu görmekteyiz. Avrupa'da ise Almanya ve İngiltere'nin bu alanda önde olduğunu söyleyebiliriz. Son yıllarda dünya genelinde CBS, çok sayıda araştırmalara konu olmuş ve okul müfredatlarında yerini almaya başlamıştır (Morgan ve Fleury, 1993).

1982 yılın da Environmental Systems Research Institute-(ESRI) firmasının masaüstü bilgisayarlarda kullanılan bir program üretmesiyle CBS' nin gelişmesi hız kazanmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilgisayar kullanımı artmış ve kullanılan CBS programlarında da iyileşme sağlanmıştır. 2010 yılından sonra yeni uyduların uzaya gönderilmesi ve GPS teknolojisinin gelişmesiyle farklı bir dönem başlamış ve kullanılan veriler ücretsiz paylaşılmaya başlanmıştır (Yılmaz, 2019).

3.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Uygulama Alanları

CBS belediye, ulaşım, turizm, savunma ve güvenlik, eğitim, sağlık, bayındırlık hizmetleri, sanayi, tarım ve ormancılık gibi birçok alanda kullanılmaktadır(Tablo 2).

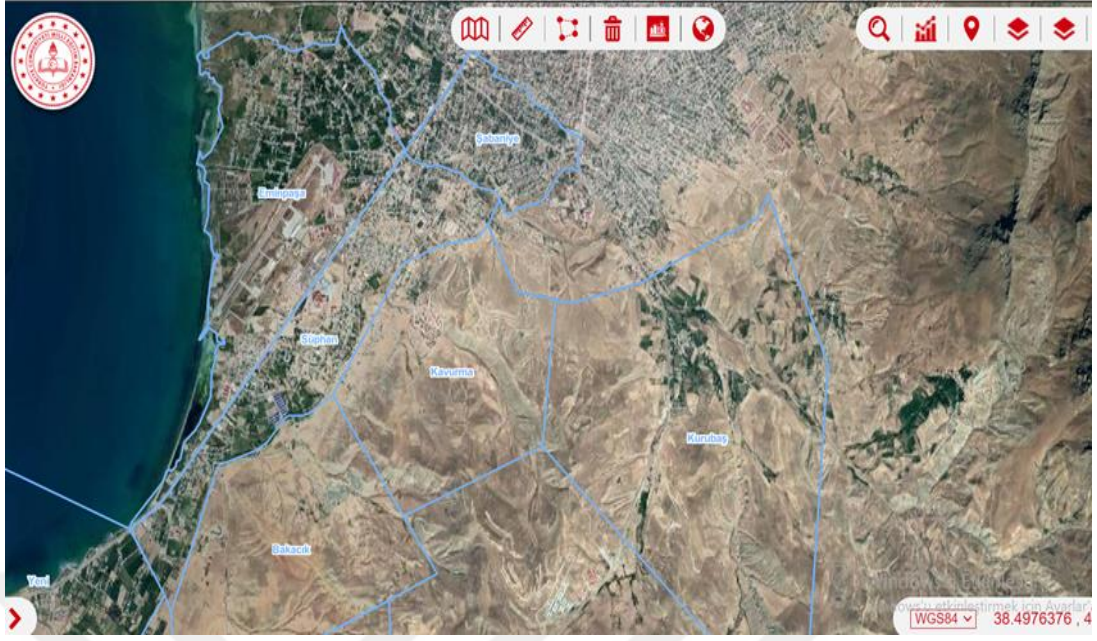
Tablo 2. CBS uygulama alanları(Turoğlu, 2000)

CBS'nin Kullanıldığı Alan	CBS'nin kullanıldığı ve Yararlanıldığı Konu Alanları
Mülkiyet-İdari Yönetim	Harita-Tapu-Kadastro çalışmaları, seçmen nüfuslarının belirlenmesi, nüfus, idari sınırlar, şehirler, kıyı sınırları, imar planları vb.
Orman ve Tarım	Eğim-bakı hesapları, orman sınırları, peyzaj planlaması, ulusal parklar, orman kadastro, toprak haritaları.
Savunma ve Güvenlik	Askeri tesisler, tatbikatlar, işlenilen suçlara göre haritalar, yasak bölgeler, sivil savunma, emniyet, araç takibi, trafik sistemleri, acil durum
Sağlık Yönetimi	Sağlık birimlerin dağılımı, personel yönetimi, bölgesel hastalık analizleri, sağlık tarama faaliyetleri, ambulans hizmetleri vb.
Eğitim	Araştırma –inceleme, MEBCBS programı ile eğitim kurumlarının kapasiteleri ve bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, sınıf başına düşen öğrenci sayıları ve öğretmen sayıları ve öğretmen başına düşen öğrenci sayıları

CBS eğitim alanında da kullanılmaktadır. CBS'nin eğitim alanında kullanıldığı konular; MEBCBS ile eğitim kurumlarının mevcut kapasiteleri, bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, öğrenci ve öğretmen sayılarının yanında sınıf başına düşen öğrenci sayıları ve öğretmen başına düşen öğrenci sayıları gibi konuların yanı sıra ilkokul, ortaokul ve lisans düzeyindeki derslerde de kullanılabilmektedir. Bundan dolayıdır ki gelişen teknolojiye eğitim öğretimde de ayak uydurmak gerekmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

3.4. Millî Eğitim Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemi (MEBCBS)

Milli Eğitim Bakanlığı 2019 yılında İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı tarafından MEB CBS projesini hayata geçirilmiştir(Şekil 1).Bu proje ile tüm okulların coğrafi verileri, okullara ait resimleri, oyun alanları, öğrenci, derslik sayısı, yapım yılı verileri toplanmış, yerleşim yerlerine ait imar planları gibi bilgiler elde edilerek taşınmaz envanteri oluşturulmuştur. Buffer, taşınmaz sorgulama, okul yerlerini gösterme gibi işlem, analiz ve sorgulamalar yapılabilmektedir. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ile de bir protokol yapılarak eğitim alanların mülkiyetleri tespit edilmiştir. Ayrıca Çevre Şehircilik Bakanlığı, Harita Genel Müdürlüğü ve Belediyeler ile de protokoller yapılmıştır (Başegmez ve ark. , 2019).



Şekil 1. MEBCBS ara yüzü

Program içerisinde bulunan katmanlar sekmesi ile idari sınırlar, hâlihazır veriler, plan verileri, personel bilgileri gibi veriler bulunmaktadır. Bu katmanlarda aşağıdaki bilgiler bulunmaktadır;

- İl, ilçe ve mahalle sınırları
- Derslik, hizmet binası, pansiyon, lojman, spor salonu, kütüphane gibi bina bilgileri
- Açık spor salonları, yeşil alan ve oyun alanı gibi açık alanlar
- Kurumların kullanım alanları
- İmar plan sınırları, yapı oturma alanları, imar planında eğitim alanı olarak ayrılmış alanlar, yükseköğretim alanı, özel eğitim alanları
- Kadastro parselleri, maliye hazinesine ait olan parseller, kamuya ait olan parseller ve şahıs parsel bilgileri.

Program ara yüzünde bulunan ölçüm araçları ile alan hesapları yapılabilmekte ve uzunluk ölçüm araçları kullanılarak iki okul arasındaki mesafe ölçülebilmektedir. Ayrıca tampon oluşturularak herhangi bir bölge belirlenip uzaklık birimi girilerek tampon analizi gerçekleştirilebilmektedir. Yine programda bulunan araçlar menüsünden wgs84-ıtrf-ed50 gibi 3 farklı koordinat sisteminden konum alınabilmekte ve TKGM' den çevrimiçi parsel tapu ve parsel geçmişi ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Son olarak tüm illerde bulunan okul adları ile arama yapılabilmekte ve o okul ile ilgili kurum bilgilerine ulaşılabilmektedir.

3.5. CBS İçin Kullanılan Araçlar

CBS uygulamalarının yapılabilmesi için kullanılan en önemli araçların başında bilgisayarlar gelmektedir. Veri girişi yapılması için tarayıcı ve sayısallaştırıcının yanında yapılan analiz ve sorgulama sonuçlarının basımı için yazıcı veya plotter, veri konumlarının gösterimi için ise GPS veya alıcı gereklidir (Yılmaz, 2019).



4. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada verilerin işlenmesi ve analizinde ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılmıştır. AHP yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmış ve Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır. Yine veri toplama aşamasında kriterlere ait .ncz uzantılı veriler Netcad yazılımında düzenlenip CBS ortamına aktarılmıştır. Çalışmanın tüm analiz ve haritaları ArcGIS 10.8 yazılımı ile yapılmıştır.

4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV)

Günümüzde karar verici kişilerin elde ettikleri verileri kullanarak gerekli analiz ve uygulamaları yapıp bu analizleri değerlendirerek alternatif modeller oluşturma yöntemlerine Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi denilmektedir. ÇKKV yöntemi günlük kararların verilmesinde, işletme ve kurum yer seçimlerinde, taşınmaz mal alımlarında, büyük yatırım projelerinde, devlet bütçe dağıtım, yatırım kararlarında ve stratejik önceliklerin belirlenmesinde kullanılan yöntemdir (Ünaldık, 2019).

ÇKKV Aşamaları şunlardır:

- Problemin belirlenmesiyle, karşılaşılan sorunlar detaylı bir şekilde analiz edilerek amaç ve gereksinimler belirlenir (Akdemir, 2019).
- Literatürdeki çalışmaları incelenerek, karar vericiler veya uzaman kişilerin görüşleri alınıp seçim kriterleri oluşturulur (Malczewski, 1999).
- Alternatif kararlar tespit edilip değerlendirildikten sonra karar probleminde çözüme ulaşılır.
- Karar probleminin hiyerarşik yapısı oluşturulur.
- Uygun yöntem belirlenir.
- En uygun alternatif seçilir (Karabıçak, 2016).

ÇKKV problemlerinde kullanılan çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Uygulamalarda en çok kullanılan ÇKKV yöntemleri şunlardı (Yücel, 2015):

- Analitik Hiyerarşi Yöntemi(AHP)
- Analitik Ağ Yöntemi
- İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tekniği (TOPSIS)

- Uyum Yöntemi (ELECTRE)
- PROMETHEE
- VIKOR

Bu çalışmada AHP Yöntemi güçlü ve kolay anlaşılıp uygulanabilir olma özelliğinden dolayı kullanılmıştır. Ayrıca birçok kriterin birbirine önem derecelerine göre kıyaslanmasına ve kriter ağırlıklarının belirlenmesine imkan vermesinden dolayı tercih sebebi olmuştur.

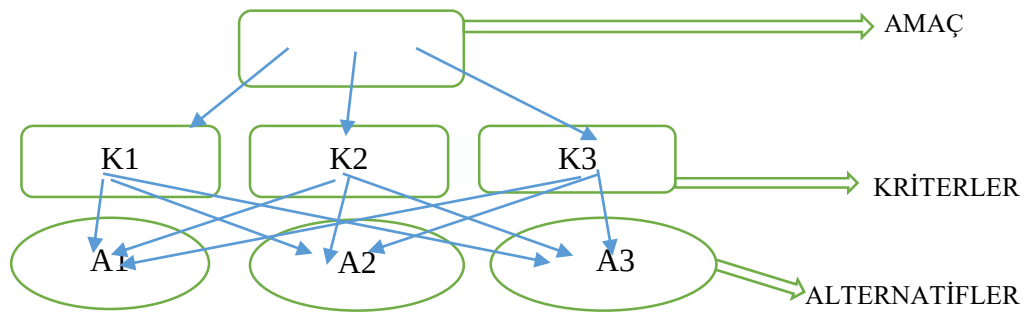
4.1.1. Analitik Hiyerarşi Yöntemi(AHP) ve Uygulama Adımları

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karmaşık yapıda bulunan problemlerinin çözümünü basitleştirir. İlk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Thomas L. Saaty (1977) tarafından geliştirilerek karar verme problemlerinde kullanılabilir bir model haline getirmiştir. Thomas L. Saaty kompleks yapıdaki problemler üzerinde yoğun olarak çalışmış Amerikalı bir bilim adamıdır (Kent, 2014).

Problemin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

AHP yönteminde doğru hiyerarşiyi kurabilmek için duyarlı bir problem oluşturulmalı, çevreye önem verilmeli ve çözüme ulaşabilmek için nitel özellikler belirlenmelidir (Balca, 2007).

Hiyerarşi kurulurken problemi etkileyecek olan tüm kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu sayede probleme mantıklı ve tutarlı çözümler üretilmektedir. Ayrıca karar vericiler tarafından yeni kriterler eklenip çıkartılabilir. Hiyerarşi kurulurken Şekil 2’te gösterildiği gibi en üstte amaç, orta bölümde kriterler ve en alt katmanda alternatifler olmak üzere tepeden başlayarak aşağı doğru karar hiyerarşisi oluşturulur(Kılıç,2019).



Şekil 2. AHP genel Yapısı (Wang vd., 2008)

İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Karar vericiler tarafından hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek için tabloda gösterilen değerler kullanılarak A matrisi oluşturulmaktadır. A matrisi kriterlerin karşılıklı ve birebir önem derecelerine göre belirlenmektedir. Karşılaştırma matrisi $n \times n$ boyutlu kare matrisidir (Eşitlik 1). Karşılaştırma matrisinde köşegen üzerindeki matris elamanları kendileriyle karşılaştırıldığından 1 değerini alırlar. (Dinçer ve Görener, 2011).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

İkili karşılaştırma yapılırken 1 ile 9 arasında değişen bir önem derecesi ölçeği kullanılır(Tablo 3). Saaty tarafından önerilmiş olan bu ölçek ile karşılaştırma matrisi oluşturulmuş olur.

Tablo 3. İkili karşılaştırma ölçeği(Saaty,1991)

Önem	Açıklama
1	Her iki kriterin aynı öneme sahip olması
3	1. Kriterin 2. kriterden daha önemli olması
5	1. Kriterin 2. kriterden çok önemli olması
7	1. Kriterin 2 kritere nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması
9	1. Kriterin 2 kritere nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması
2,4,6,8	Ara değerler

Karşılaştırma matrisinde köşegenin alt kısmında kalan matris değerleri için eşitlik 2 kullanılır. Örneğin matriste 1.satır 2.sütun (a_{12}) x değerini alırsa, bu değer simetrisi yani 2.satır 1.sütunda (a_{21}) bulunan matris elamanı $1/x$ değerini alır.

$$a_{ji} = 1/a_{ij} \quad (2)$$

Kriterlerin Yüzde Önem Değerlerinin Belirlenmesi

Karşılaştırma matrisinden yararlanarak eşitlik 3 kullanılarak B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \vdots \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

Her eleman için sütun matrisinde işlemler yapıp B sütun vektörleri matris formatında bir araya getirildiğinde eşitlik 4'te yer alan C matrisi oluşturulur.

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{21} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Oluşturulan C matrisinde satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınarak eşitlik 5'te verilen formül ile Öncelik Vektörü (W) elde edilir. (Saaty, 1980).

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \quad W_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n} \quad (5)$$

Tutarlılık Kontrolünün Gerçekleştirilmesi

A karşılaştırma matrisi ile W sütun vektörünün matris çarpımından eşitlik 6'da gösterilen D sütun vektörü elde edilir. (Saaty, 1980)

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{21} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad \lambda = \frac{\sum_{j=1}^n E_i}{n} \quad (7)$$

Tutarlılık göstergesi (CI-Consistency Index) eşitlik 7'de verilen formüller kullanılarak hesaplanan λ (Temel Değer) değeri kullanılarak aşağıdaki formülle bulunur.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n-1} \quad (8)$$

Tutarlılık oranı (CR) eşitlik 9’da verilen formül ile bulunur. RI, Tablo 4’te verilen değerlerden uygun olan seçilerek işlem yapılır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

Tablo 4. Rastgele değer indeksi (Saaty,1980)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,0	0,0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

CR değeri 0 eşit olursa matrisin tamamen tutarlı olduğu, eğer $CR < 0,1$ ise matrisin tutarlı olduğu, ancak $CR \geq 0,1$ ise matris tutarlı oluncaya kadar karşılaştırmaya devam edileceği anlamına gelmektedir. (Aydın vd. 2009).

4.1.2. TOPSİS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tekniği) Yöntemi ve Uygulama Adımları

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir.

TOPSIS Yöntemi ÇKKV yöntemleri içerisinde uygulanması en kolay olan ve birden çok kriterin aynı anda değerlendirilerek karar verilmesini sağlayan bir yöntemdir. Ayrıca hesaplama yeteneğinin kolay olmasının yanında kriterler arasında maksimum ve minimum değerler için karşılaştırılma sağlar. (Yurdakul ve İç, 2003)

En kısa mesafe alternatiflerinin seçilmesiyle pozitif ideal çözüm ve en uzak mesafe alternatiflerinin seçilmesiyle negatif ideal çözümlerin üretilmesi temeline dayanmaktadır. (Wanke vd. , 2016).

Karar matrisinin (A) Oluşturulması.

Karar matrisinde eşitlik 10’da değerlendirme kriterleri sütunlarda, alternatifler ise satırlarda yer almaktadır(Rao, 2008).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{21} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Burada; m karar noktası sayısını n ise değerlendirme faktörü sayısını temsil etmektedir.

Standart Karar Matrisinin(R) Oluşturulması

A matrisinin elemanlarından yararlanarak eşitlik 11 ve eşitlik 12’te verilen formüller kullanılarak standart karar matrisi hesaplanır (Mahmoodzadeh vd. , 2007).

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (a_{kj})^2}} \quad (11)$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

İlk olarak ağırlıklı karar matrisi hesaplanır. Daha sonra değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları(W_j) belirlenir($\sum_{j=1}^n w_j = 1$). Bu aşamadan sonra eşitlik 13’te verilen formül ile R matrisinin her bir sütunu önem ağırlıkları ile çarpılır ve eşitlik 14’te gösterilen V matrisi oluşturulur. (Rao, 2008).

$$V_{ij} = w_j R_{ij} \quad (13)$$

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması

Pozitif ve negatif ideal çözümlerin bulunması amacıyla ağırlıklandırılmış V matrisin her kolonunda eşitlik 15 kullanılarak maksimum ve eşitlik 16 kullanılarak minimum değerler tespit edilmektedir(Bülbul ve Köse, 2011).

$$A^+ = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots V_n^+\} \quad (15)$$

$$A^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots V_n^-\} \quad (16)$$

Ayrım Ölçümlerinin Hesaplanması

Pozitif ve negatif ideal noktalarına olan uzaklık değerleri Euclidian Uzaklık yaklaşımıyla Eşitlik 17 ve Eşitlik 18’da verilen formüller yardımıyla bulunur (Ünal, 2008).

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (17)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (18)$$

İdeal Çözüm Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Pozitif ve negatif ideal ayırım ölçümleri kullanılarak İdeal Çözüm Göreli Yakınlık değeri

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (19)$$

formülü kullanılarak bulunur.

İdeal Çözüm Göreli Yakınlık değeri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında değer alır. C_i^+ değeri 1’e eşit olursa karar noktasının ideal çözüme, C_i^+ değeri 0 eşit olursa negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. (Yacan, 2016)

Tercih Sırasının Düzenlenmesi

Son aşamada en iyi alternatifin seçilmesi C_i^+ ’ın tercih sırasına göre belirlenir. En iyi alternatif, ideal çözüme en yakın mesafede bulunandır (Triantaphyllou, 2000).

4.1.3. ELECTRE (Gerçekliği İfade Eden Eleme ve Seçme Yöntemi) ve Uygulama Adımları

Electre (Elimination and Choice Translating Reality English) yöntemi 1966 yılında ilk kez Benayoun, Roy ve arkadaşları tarafından ortaya konmuştur. Daha sonra bu yöntemi Roy, Nijkamp ve Van Delf geliştirmiştir. Electre yönteminde belirlenen alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılarak ikili üstünlük kıyaslamasıyla en üstün olan alternatifin seçilmesi mantığı vardır. Alternatiflerin kriter değerlerine göre uyum ve uyumsuzluklar ölçülür (Evren ve Ülengin, 1992).

Kaynaklara bakıldığında Electre yönteminin Electre I, II, III, IV, IS, TRI metotları olduğu görülmüştür. Bu farklı yöntemlerin temelde çalışma mantığı aynı olup sadece küçük farklılıklarla birbirinden ayrılırlar. Bu yöntemler sayesinde karar verici alternatiflere ait nitel ve nicel problemlerde kullanılmakta aynı zamanda kriterlerin önem derecelerini belirleyerek en uygun alternatife karar vermektedirler(Yoon ve Hwang, 1995)

Electre yöntemi ile çözülmek istenen problemin amacına göre, seçim, sıralama ve sınıflama gibi üç ana başlıktan oluşmaktadır. Electre I, Electre IV ve Electre IS seçim problemlerinde kullanılmaktadır. Electre II ve Electre III yöntemi alternatifleri sıralamada kullanılmıştır. Bu sıralama en iyiden en kötüye doğru sıralama şeklinde olmaktadır. Electre III yöntemi de Electre II yöntemine yapay kriterler eklenerek geliştirilmiştir. Enerji yöntemi ve çevre problemlerinde daha çok kullanılmıştır. Electre IV yöntemi ise alternatiflere puan atamadan belirli bir düzen ile sıralama yapabilmektedir. Sıralama yöntemlerinde en çok Electre III yöntemi tercih edilmektedir(Keleş ve Tunca, 2015).

Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Electre yönteminde ilk olarak eşitlik 20’de gösterildiği gibi karar matrisi(A) oluşturulur.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (20)$$

Karar matrisinde satırlarda üstünlüklerin karar alternatifleri (m) ile sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler (n) ile gösterilmektedir.

Standart Karar Matrisinin (X) Oluşturulması

Normalleştirilmiş karar matrisinin elemanları A matrisinde bulunan elemanlar kullanılarak eşitlik 21’de verilen formül yardımıyla hesaplanır ve eşitlik 22’te verilen X matrisi oluşur.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (a_{kj})^2}} \quad (21)$$

$$X_{IJ} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (22)$$

Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (Y) Oluşturulması

İlk olarak ağırlıklı karar matrisi hesaplanır. Daha sonra değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları (W_i) belirlenir ($\sum_{j=1}^n w_j = 1$). Bu aşamadan sonra eşitlik 23'te verilen formül yardımıyla X matrisinin her bir sütunu önem ağırlıkları ile çarpılır ve eşitlik 24'te verilen Y matrisi oluşturulur.

$$Y_{IJ} = w_j X_{IJ} \quad (23)$$

$$Y_{IJ} = \begin{bmatrix} W_1 X_{11} & W_1 X_{12} & \dots & W_n X_{1n} \\ W_2 X_{21} & W_2 X_{22} & \dots & W_n X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_m X_{m1} & W_m X_{m2} & \dots & W_n X_{mn} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Uyumluluk (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Karar noktaları birbirleri ile karşılaştırılarak uyumluluk ve uyumsuzluk setleri eşitlik 25'deki formül ile belirlenir. Örneğin k=3, l=4 için uyum seti C34 ile gösterilir. Y matrisinin 3. ve 4. satır elemanları karşılıklı olarak birbirleri ile kıyaslanır. 4 değerlendirme kriterine uyum seti en fazla 4 elemanlı olur.

$$C_{kl} = \{ j, y_{kj} \geq y_{lj} \}, j=1,2,3,\dots,n \quad (25)$$

Aynı zamanda uyum seti kadar uyumsuzluk seti bulunur. Uyumsuzluk seti eşitlik 26'de verilen formül ile bulunur (Cengiz, 2012).

$$D_{kl} = [j, y_{kj} < y_{lj}], j=1,2,3,\dots,n \quad (26)$$

Uyumluluk (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin Oluşturulması

Uyumluluk matrisinin elemanları eşitlik 27'de verilen formül ile hesaplanır. Örneğin C23 = [1,2] ise uyumluluk matrisinin C23 değeri W1+W2 olur. Hesaplanan değerlerden sonra eşitlik 28'da verilen C matrisi oluşur.

$$C_{kl} = \sum_{j^*} w_{j^*} \quad (27)$$

$$C = \begin{bmatrix} - & C_{12} & C_{13} & \dots & C_{1m} \\ C_{21} & - & C_{23} & \dots & C_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ C_{m1} & C_{m2} & C_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (28)$$

Uyumsuzluk matrisi eşitlik 29'da verilen formül ile tanımlanır. Örneğin Y matrisinin 1. ve 2. satır karşılaştırılmasında d12 elemanı elde edilir. D12=(2,3) uyumsuzluk setini oluşturan j=2 ve j=3 değerleri kullanılır. $|Y_{12} - Y_{22}|$ ve $|Y_{13} - Y_{23}|$ değerleri toplanır. Payda da ise Y matrisinin 1. ve 2. satırındaki tüm elamanların ikili mutlak farkları bulunup toplanır. Eşitlik 30'da verilen uyumsuzluk matrisi oluşur.

$$D = \frac{(\sum |Y_{kj^*} - Y_{lj^*}|)}{(\sum |Y_{kj} - Y_{lj}|)} \quad (29)$$

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2m} \\ \vdots & - & - & \dots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (30)$$

Uyumluluk Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

Uyumluluk üstünlük matrisini elde etmek için uyumluluk eşik değerinin uyum matrisindeki elemanlarla karşılaştırılması gerekmektedir. Uyumluluk eşik değeri ise $C = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl} \quad k \neq l$ formülü ile hesaplanır. Formülde de görüldüğü gibi uyumluluk eşik değeri $\frac{1}{m(m-1)}$ ile uyumluluk matrisinin elemanlarının toplamının çarpımına eşittir. Formülde m değeri karar nokta sayısını ifade etmektedir. Uyumluluk üstünlük matrisinin (F) eşitlik 31'de gösterildiği gibi oluşur.

$$F = \begin{bmatrix} - & f_{12} & f_{13} & \dots & f_{1m} \\ f_{21} & - & f_{23} & \dots & f_{2m} \\ \vdots & - & - & \dots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & f_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (31)$$

Uyumsuzluk üstünlük matrisi elemanları ise uyumsuzluk eşik değerinin uyumsuzluk matrisinin elemanlarıyla karşılaştırılması ile oluşur. Uyumsuzluk eşik değeri

$d'd' = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl} \quad k \neq l$ formülle hesaplanır. Uyumsuzluk matrisi G eşitlik 32’de gösterildiği gibi oluşur.

$$G = \begin{bmatrix} - & g_{12} & g_{13} & \dots & g_{1m} \\ g_{21} & - & g & \dots & g_{2m} \\ \vdots & - & - & - & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & g_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (32)$$

Toplam Üstünlük Matrisinin (E) Oluşturulması ve Uygunluğu Az Olan Alternatiflerin Elenmesi

Toplam üstünlük matrisinin elemanları $e_{kl} = f_{kl}g_{kl}$ formülü ile bulunur.

Alternatiflerin tercih sırasını bulmak için eşitlik 35’te verilen toplam üstünlük matrisinden yararlanılır. E matrisi aşağıdaki gibi hesaplanmış ise

$$E = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & - \end{bmatrix} \quad (35)$$

Eğer $e_{12}=1$ ise 1. alternatif 2. alternatife göre üstündür. Eğer $e_{13}=1$ ise 1. alternatif 3. alternatife göre üstündür. Eğer $e_{23}=1$ ise 2. alternatif 3. alternatife göre üstündür. Önem derecesi $a_1 a_2 a_3$ şeklinde sıralanır.(Cengiz, 2012)

4.2. Deprem Bölgeleri Haritası

Ülkemizin büyük bir bölümü deprem kuşağında bulunmaktadır. Önlenemez olan bu doğal afetlerin etkisini en aza indirmek için deprem tehlike haritaları hazırlanmaktadır. Bu amaçla hazırlanan haritalar;

- 1945 Yersarsıntısı bölgeleri haritası,
- 1947 Yersarsıntısı bölgeleri haritası,
- 1963 Türkiye deprem bölgeleri haritası,
- 1972 Türkiye deprem bölgeleri haritası,
- 1996 Türkiye deprem bölgeleri haritası,
- Sismik Aktivite ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası olarak sıralanabilir. (Özmen,2012)

1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası

Gülkan vd.(1993) tehlikeli bölgeler arasında ayırım yapmak için en büyük yer ivmesi (PGA) değerlerini kullanarak Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasını değerlendirmiştir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile ODTÜ Rektörlüğü arasında imzalanan protokol ile harita çalışması ortaya çıkmıştır. Olasılık yöntemi esas alınarak hazırlanan 1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayımlanmıştır. Bu harita gelecekteki 50 yılda %10 ihtimalle aşılacak yer ivmelerini göstermektedir. Bu haritaya göre Türkiye;

- En büyük yer ivmesi 0.40 gal ve daha büyük ise 1. deprem bölgesini,
- En büyük yer ivmesi 0.30-0.40 gal arasında ise 2.deprem bölgesini,
- En büyük yer ivmesi 0.20-0.30 gal arasında ise 3.deprem bölgesini,
- En büyük yer ivmesi 0.10-0.20 gal arasında ise 4.deprem bölgesini,
- En büyük yer ivmesi 0.10 gal den küçük ise 5.derece deprem bölgesini göstermektedir. (Özmen,2012)

Sismik Aktivite ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası

Ülkemizde sismik hareketler ivmeölçerler ile takip edilmektedir. İvmeölçerler genellikle iki farklı levhanın birleşim noktalarına ve fay hatları boyunca yerleştirilmişlerdir. İvme ölçerlerden elde edilen veriler sayesinde eski depremlerin tarihçesi baz alınarak kırılma şekli, büyüklüğü ve kırılma süresi tahmini olarak belirlenmektedir.(Akdeniz,2020)

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından 1966 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası güncellenerek 2019 yılında yürürlüğe girmiştir. Yeni haritaya göre 1.bölge yer ivmesi (PGA)<0.33 g, 2. bölge 0.33 g, 3. bölge 0.5 g ve 4. bölge yer ivmesi (PGA)>0.75 g şeklinde oluşmuştur.(URL-10)

5. UYGULAMA: ELAZIĞ ÖRNEĞİNDE EN UYGUN OKUL ALANLARI YER SEÇİMİ

5.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi ve Özellikleri

Elazığ merkez ilçesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı içerisinde 64 mahalle 135 köy bulunmaktadır.

5.1.1. Elazığ'ın Konumu

Elâzığ ili Yukarı Fırat bölümünde Doğu Anadolu Bölgesinde Harput kalesi çevresinde yer almaktadır. 38° 17 ve 39° 11 kuzey enlemleri, 40° 21 ve 38° 30 doğu boylarında olan Elazığ'ın toplam alanı 9151 km²'dir. En doğusu ve en batısı arası yaklaşık 150 km, En kuzeyi ve en güneyi arası yaklaşık 65 km'dir (Ülger, 2001).

Elazığ ili çevresinde Keban, Özlüce, Kral Kızı, Karakaya barajları bulunmaktadır. İlin rakımı 1067'dir. İlin 826 km²'si sudan(baraj ve göl), 8455 km²'si karadan oluşmaktadır(URL-3).

Elazığ'ın komşu illeri doğusunda Bingöl, kuzeyinde Tunceli, batısında Malatya ve güneyinde Diyarbakır illeri bulunmaktadır. Elazığ ili toplam 11 ilçeye sahiptir. Bunlar Karakoçan, Palu, Kovancılar, Arıcak, Baskil, Sivrice, Maden, Alacakaya, Ağın, Keban ve merkez ilçedir(Şekil 3). Geçmişte Elazığ iline bağlı olan Pertek ve Çemişgezek Fırat nehrinin diğer kıyısında olduğundan güncelde Tunceli İline bağlanmışlardır (URL-4).



Şekil 3. Çalışma alanı

5.1.2. Elazığ'ın Nüfusu

Elazığ ilinde yapılan nüfus sayımları incelendiğinde ilk nüfus sayımı 1927 yılında yapılmış ve bu nüfus sayımına göre nüfusun %16.1 şehir, %83.9 da kırsal nüfustan oluşmaktadır. Sonraki yıllarda yaşanan kentleşme hareketlerinin sonucunda yapılan nüfus sayımlarında şehir nüfus yüzdeleri sürekli artış göstermiştir(Sertel,2016).

Yıllara Göre Elazığ Nüfusu

Elazığ ili nüfusunu 11 ilçe oluşturmakta ve bu ilçelerde toplam 152 mahalle ve 550 köy bulunmaktadır. Elazığ'da 2012-2022 yılları arası nüfusun cinsiyete göre dağılımına bakıldığında kadın nüfusunun erkek nüfusundan fazla olduğu görülmektedir. 2022 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi(ADNKS) verilerine bakıldığında Elazığ ilinin toplam nüfusunu 591.497 kişi oluşturmakta ve bu nüfusun 299.101 kişi kadın, 292.396 kişiyle erkek nüfus oluşturmaktadır(Tablo 5)(URL-5).

Tablo 5. 2012-2022 yılları arası cinsiyete göre nüfus dağılımı (TÜİK)

Yıl	Erkek Nüfus	Kadın Nüfus	Toplam Nüfusu
2022	292.396	299.101	591.497
2021	291.380	296.708	588.088
2020	291.461	296.499	587.960
2019	293.415	297.683	591.098
2018	296.641	298.997	595.638
2017	290.692	292.979	583.671
2016	287.991	290.798	578.789
2015	285.511	288.793	574.304
2014	281.583	287.170	568.753
2013	282.049	286.190	568.239
2012	279.599	283.104	562.703

2019 yılında elazığ'ın nüfusu 591 bin 098 iken, 2018 yılına göre 4 bin 540 kişi azalma göstermiştir. Bundan dolayı 2019 yılı nüfus artış hızı % -0.76 olmuştur. 2020 yılında ise elazığ nüfusu 2019 yılına göre 3 bin 138 azalma göstermiş ve 2020 yılı nüfus artış hızı %-0.53 olmuştur. Bu yıllar dışında Elazığ nüfusu sürekli artış göstermiştir(Tablo 6).

Tablo 6. Elazığ 2012-2022 yılları arası nüfus artış hızı (TÜİK)

Yıl	Nüfus	Artış Hızı
2022	591.497	% 0.58
2021	588.088	% 0 02
2020	587.960	% -0.53
2019	591.098	% -0.76
2018	595.638	% 2.05
2017	583.671	% 0.84
2016	578.789	% 0.78
2015	574.304	%0.98
2014	568.763	% 0.09
2013	568.239	%0.98
2012	562.703	%0.74

İlçelere Göre Elazığ Nüfusu

TÜİK 2022 Elazığ ilçelerdeki nüfus verilerine bakıldığında zaman Elazığ Merkez ilçesinin nüfusu 451 bin 29 ile en büyük ilçesi, nüfusu 2 bin 610 ile Ağın ilçesi en küçük nüfusa sahip ilçe olmuştur. Kovancılar ilçesinin nüfusu 38 bin 913, Karakoçan ilçesinin nüfusu 28 bin 401, Palu ilçesinin nüfusu 17 bin 655, Arıcak ilçesinin nüfusu 13 bin 426, Baskil ilçesinin nüfusu 11 bin 605, Maden ilçesinin nüfusu 8 bin 929, Sivrice ilçesinin nüfusu 7 bin 192, Keban ilçesinin nüfusu 5 bin 905, Alacakaya ilçesinin nüfusu ise 5 bin 831 kişidir(Tablo 7).

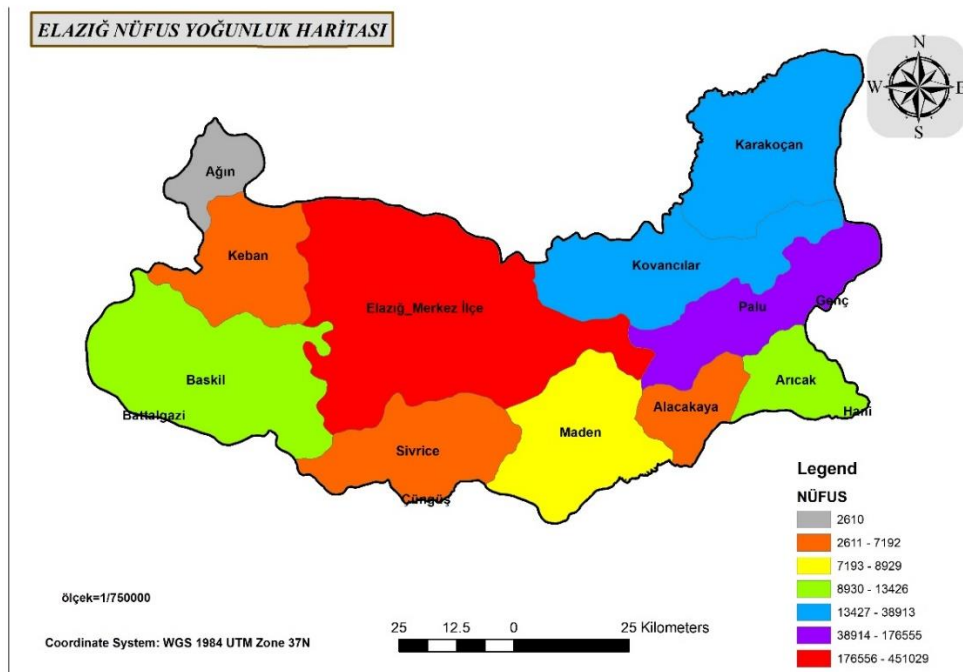
Tablo 7. 2022 yılı Elâzığ ilçe nüfusları (TÜİK)

Yıl	İlçe	İlçe Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Nüfus Yüzdesi
2022	Merkez	451.029	221.508	229.521	% 76,25
2022	Kovancılar	38.913	19.438	19.475	% 6,58
2022	Karakoçan	28.401	14.183	14.218	% 4,80
2022	Palu	17.655	9.060	8.595	% 2,98
2022	Arıcak	13.426	6.883	6.543	% 2,27
2022	Baskil	11.605	5.871	5.734	% 1,96
2022	Maden	8.929	4.544	4.385	% 1,51

Tablo 7(Devamı).

Yıl	İlçe	İlçe Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Nüfus Yüzdesi
2022	Sivrice	7.192	3.616	3.576	% 1,22
2022	Keban	5.906	2.917	2.989	% 1,00
2022	Alacakaya	5.831	3.075	2.756	% 0,99

Elazığ ilçe nüfus verileri kullanılarak ArcGIS programında nüfus yoğunluk haritası hazırlanmıştır(Şekil 4).



Şekil 4. Elazığ nüfus yoğunluk haritası

5.1.3. Elazığ'ın Eğitimi

Elazığ'ın eğitim serüveni Harput'ta bulunan örgün eğitim kurumları, gayrimüslim mektepleri, yabancı okullar, meslek liseleri ve yaygın eğitim kurumları ile çok eskiye dayanmaktadır. Memur yetiştirmek için 1839 yılında rüştiyeler açılmış ve 1906 yılında Harput'ta 6 rüştiye bulunmaktadır. 1921 yılında il merkezinde Nafia Fen Mektebi, 1937 yılında Elazığ Kız Sanat Enstitüsü açılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte eğitim kurumlarının sayısı ve niteliklerinde de gelişmeler olmuştur. Günümüzde ise Türkiye de var olan Fen Liseleri, Sosyal Bilimler Liseleri, Anadolu Liseleri, Spor Liseleri, Güzel Sanatlar Lisesi, İmam Hatip Liseleri, İmam Hatip Ortaokulları,

Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri ve Çok Programlı Anadolu Liseler gibi tüm resmi okul çeşitleri (Tablo 8) ve özel okul çeşitleri (Tablo 9) ile Elazığ ilinde eğitim verilmektedir (URL-6).

Tablo 8. Elazığ’da bulunan resmi okullar ve sayıları

Okul Çeşitleri	Okul Sayısı	Okul Çeşitleri	Okul Sayısı	Okul Çeşitleri	Okul Sayısı
Anadolu Lisesi	38	Özel Eğitim Uygulama Okulu (1.2.3 Kademe)	3	Anadolu İmam Hatip Lisesi	3
Anadolu Meslek Programı	12	Özel Eğitim Meslek Okulu (Zihinsel Engelliler)	1	İmam Hatip Lisesi	3
Anaokulu	24	Mesleki Eğitim Merkezi	2	İmam Ortaokulu Hatip	11
İlkokul	81	Ortaokul	52	Sosyal Bilimler Lisesi	1
Fen Lisesi	3	Özel Eğitim Anaokulu	1	Rehberlik ve Araştırma Merkezi	1
Güzel Sanatlar Lisesi	1	Özel Eğitim Meslek Lisesi(İşitme Engelliler)	1	BİLSEM (Üstün veya Özel Yetenekliler)	2
Halk Eğitimi Merkezi	1	Özel Eğitim Meslek Okulu (Zihinsel Engelliler)	1		

Tablo 9. Elazığ’da bulunan özel okullar ve sayıları

OKUL ÇEŞİTLERİ	OKUL SAYISI	OKUL ÇEŞİTLERİ	OKUL SAYISI
Özel Fen Lisesi	7	Özel Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	6
Özel Hafif Düzeyde Zihinsel Engelliler İlkokulu	1	Özel Öğretim Kursu	19

5.1.4. Elazığ’ın Depremselliği

Elazığ ilinin kuzeyinde Kuzey Anadolu Fay Zonu, güneyinde ise Doğu Anadolu Fay Zonu bulunmaktadır. Bu fay zonlarına yakın olmasından dolayı geçmişten bugüne çok sayıda deprem yaşanmıştır. Yaşanılan bu depremler bölgenin deprem açısından riskli olduğunu göstermektedir. (Sunkar,2011)

Elazığ İli 1996 Deprem Bölgesi Haritasında 1.-2. Derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır. Güncellenen 1966 Deprem Bölgesi Haritasında deprem bölgeleri yerine En Büyük Yer İvmesi(PGA) değerleri ile gösterilmiştir. Elazığ ilinin PGA değerlerinin 0.3 ile 0.7 g arasında olduğu görülmektedir(URL-7).

Elazığ ili 1966 Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında 1. derece deprem bölgesi olarak görülmektedir. 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında ise 2.derece deprem bölgesi olarak görülmektedir. Deprem araştırma Dairesi Ankara haritasına göre; Arıcak, Maden, Sivrice, Kovancılar, Alacakaya, Karakoçan ve Palu 1.derece deprem bölgesinde yer almaktadırlar.

Elazığ il sınırları içerisinde 1900-2023 yılları arasında büyüklüğü 5-6.8 arasında değişen depremler meydana gelmiştir(Tablo 6).

Elazığ Kovancılar ilçesinde 8 Mart 2010 tarihinde 6 büyüklüğünde meydana gelen depremden 30.000 nüfus çeşitli şekillerde etkilenmiştir. Bu depremden en büyük hasar ve can kayıpları kırsal kesimlerde görülmüştür. Deprem sonucunda 42 kişi hayatını kaybetmiş, 137 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 4000 meskende ağır hasar meydana gelmiştir. Ayrıca 235 büyükbaş olmak üzere 3.032 hayvan telef olmuştur(Sunkar, 2010).

24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ ilinde 6.8 şiddetinde bir deprem meydana gelmiş ve deprem esnasında il merkezinde 4 bina yıkılmıştır. 41 kişinin can kaybıyla sonuçlanan bu depremde içlerinde okul binaları dâhil çok sayıda bina ağır hasar almış ve deprem sonrasında yıkım kararı verilerek bu binalar yıkılmıştır (Tablo 10). Daha iyi bir eğitim öğretim ortamı sağlamak için yeni okulların yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Tablo 10. 1900-2023 yılları arasında Elazığ ve çevresinde meydana gelen büyüklük değeri 5 ve üzeri olan depremler(URL-7)

Oluş Tarihi	Oluş Zamanı	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük	Yer
7.02.2023	10:18:12.93	38.148	38.5165	8.2	5.4	AKSU-SINCIK (ADİYAMAN)
7.02.2023	07:11:12.68	38.1468	38.606	5	5.5	TEKEDERESİ-PUTURGE (MALATYA)
9.04.2022	14:02:13.59	38.1068	38.6505	5	5.2	CAMLIDERE-PUTURGE (MALATYA)
25.06.2021	18:28:36.13	39.1662	40.2518	5	5.3	SARIHAN-KARAKOCAN (ELAZIG)
27.12.2020	06:37:31.16	38.505	39.218	5	5.6	KAVAKTEPE- (ELAZIG)
4.08.2020	09:37:35.08	38.1945	38.727	5.5	5.7	ALIHAN-PUTURGE (MALATYA)
5.06.2020	18:06:19.69	38.2457	38.74	5.4	5.3	BALPINARI-PUTURGE (MALATYA)
19.03.2020	17:53:30.93	38.3897	39.0925	5.4	5.2	KALABA-SIVRICE (ELAZIG)
25.02.2020	23:03:35.58	38.27	38.776	5.2	5.1	KARSIYAKA-PUTURGE (MALATYA)
25.01.2020	16:30:08.28	38.3553	39.1012	5.1	5.1	KILICKAYA-SIVRICE (ELAZIG)
24.01.2020	17:55:10.61	38.3922	39.0847	5	6.7	KALABA-SIVRICE (ELAZIG)
27.12.2019	07:02:25.38	38.3513	38.9847	4.5	5.1	TOPALUSAGI-SIVRICE (ELAZIG)
4.04.2019	17:31:07.37	38.3603	39.1445	5	5.3	USLU-SIVRICE (ELAZIG)
23.06.2011	07:34:42.88	38.5732	39.6232	5.5	5.4	KARTALDERE-MADEN (ELAZIG)
24.03.2010	14:11:30.33	38.7757	40.1092	5	5.1	YUKARIMIRAHMET-KOVANCILAR (ELAZIG)
8.03.2010	11:12:10.52	38.7888	40.0913	5	5.3	YUKARIMIRAHMET-KOVANCILAR (ELAZIG)
8.03.2010	10:14:23.49	38.8292	40.1252	5	5.2	ISAAGAMEZRASI-KOVANCILAR (ELAZIG)
8.03.2010	07:47:38.20	38.78	40.06	5	5.6	ASAGIMIRAHMET-KOVANCILAR (ELAZIG)
8.03.2010	02:32:31.09	38.83	40.1308	5	6.1	ISAAGAMEZRASI-KOVANCILAR (ELAZIG)

Tablo 10(Devamı).

Oluş Tarihi	Oluş Zamanı	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik	Yer
21.02.2007	11:05:27.32	38.3525	39.307	7.5	5.9	ALBAYRAK-CUNGUS (DIYARBAKIR)
9.02.2007	02:22:55.82	38.404	39.0475	5	5.5	TARLATEPE-SIVRICE (ELAZIG)
26.11.2005	15:56:55.78	38.2897	38.8255	9.4	5.3	BOLUKKAYA-PUTURGE (MALATYA)
11.08.2004	15:48:23.80	38.37	39.22	10	5.9	DOGANSU-SIVRICE (ELAZIG)
13.07.2003	01:48:21.60	38.33	38.98	6	5.6	TOPALUSAGI-SIVRICE (ELAZIG)
1.05.2003	00:27:04.40	39.01	40.46	10	6.4	KURTULUS- (BINGOL)
11.07.1980	12:33:31.80	38.54	40.83	53	5.1	CAGLAYAN-KULP (DIYARBAKIR)
15.11.1975	06:45:16.60	38.49	40.63	50	5.1	HEDIK-LICE (DIYARBAKIR)
11.09.1975	09:40:57.00	38.4	40.3	53	5.2	TEPE-DICLE (DIYARBAKIR)
6.09.1975	10:52:16.60	38.46	40.82	47	5.1	ZUMRUT-LICE (DIYARBAKIR)
6.09.1975	10:13:10.30	38.55	40.58	47	5.2	ORTULU-LICE (DIYARBAKIR)
6.09.1975	09:20:12.00	38.51	40.77	32	6.6	UCDAMLAR-LICE (DIYARBAKIR)
22.05.1971	16:43:59.30	38.85	40.52	3	6.8	GUVECLI- (BINGOL)
24.09.1968	04:19:53.00	39.19	40.29	8	5.3	DARKOPRU-KIGI (BINGOL)
20.08.1966	12:01:43.70	39.16	40.7	33	5.7	KIRKPINAR-ADAKLI (BINGOL)
16.05.1965	11:29:04.10	38.16	38.98	26	5.2	TELUSAGI-PUTURGE (MALATYA)
14.06.1964	12:15:31.40	38.13	38.51	3	6	AKSU-SINCIK (ADIYAMAN)
23.04.1964	14:23:47.60	38.09	38.75	57	5.3	YESILDERE-PUTURGE (MALATYA)
8.11.1950	10:08:01.50	38.27	39.16	50	5.4	UCPINAR-CUNGUS (DIYARBAKIR)
9.05.1950	09:20:10.60	38.24	38.32	70	5.3	KOZLUK-YESILYURT (MALATYA)
25.04.1949	23:09:21.00	38.27	38.99	80	5.5	GOKCE-DOGANYOL (MALATYA)
18.08.1948	19:06:11.90	38.51	39.25	10	5.3	GOZEBASI- (ELAZIG)
23.09.1940	19:30:28.20	38.96	39.32	80	5.2	SOGUTLUTEPE-PERTEK (TUNCELI)
8.02.1930	05:20:17.80	38.52	39.4	100	5.3	CEVIZDERE- (ELAZIG)
5.03.1909	12:16:00.00	39	40	30	5.5	KARAKOCAN (ELAZIG)
4.12.1905	12:20:00.00	39	39	30	5.7	PAYAMDUZU-CEMISGEZEK (TUNCELI)
4.12.1905	09:40:00.00	39	39	30	5.8	PAYAMDUZU-CEMISGEZEK
4.12.1905	07:04:00.00	39	39	30	6.8	PAYAMDUZU-CEMISGEZEK

6 Şubat 2023 tarihinde 04:17 ve 13:24'de Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 7.7 ve 7.6 şiddetinde iki deprem meydana gelmiştir (URL-2). Yaşanılan bu deprem sonucunda Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Elazığ, Gaziantep, Osmaniye ve Şanlıurfa gibi birçok ilde binalara ağır hasarlar açmış ve çok sayıda can kaybına yol açmıştır. Bu depremler sonucunda yaklaşık olarak 255.000 bina hasarlı veya yıkılmış olduğu 50.000 üzerinde vatandaşımızın vefat ettiği 107.000 'den fazla vatandaşımızın yaralandığı tespit edilmiştir (URL-8). Deprem bölgesinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı 20.340 eğitim binası bulunmaktadır. Mart 2023 tarihi itibarıyla bu eğitim binalarının 8.162'si tetkik edilebilmiştir. Tetkik edilen bu binaların 72'si(428 derslik) yıkılmış,504'ü(3.739 derslik)ağır hasarlı ve acil yıkılması gereken, 331'i(3.693 derslik) orta hasarlı, 2.533'ü(30.961 derslik) az hasarlı olarak tespit edilmiştir. Deprem bölgesinde özel öğretime ait 5.024 eğitim kurumundan 119'u şimdiye kadar tetkik edilmiştir. Tetkik edilen özel öğretim kurumlarından 14'ü yıkılmış,27'si ağır hasarlı, 19'u orta hasarlı ve 58'i az hasarlıdır. Ayrıca depremden etkilenen illerde bulunan 17 üniversite içerisinde bulunan 9 hizmet binası yıkılmış, 111 hizmet binası ağır hasar almış,51 hizmet binası orta hasarlı ve 358 hizmet binası ise az hasarlı durumdadır. Depremde etkilenen illerde bulunan 5 yurt binası ağır hasarlı,19 yurt binası orta hasarlı ve 52 yurt binası ise az hasar görmüş durumdadır. Bölgede bulunan tüm eğitim kurumlarının tetkik edilmesi sonucunda sayının çok fazla artacağı düşünülmektedir(URL-2).

24 Ocak Elazığ depreminden sonra ağır ve orta hasarlı olan 48 okul boşaltılarak yıkılmıştır(Tablo 11). Eylül ayı itibarıyla 31 okulun yapımı tamamlanmış olup 36 okulun yapımı ise halen devam etmektedir. Ayrıca 38 okulun ise güçlendirilmesi yapılarak eğitim öğretime hazır hale getirilmiştir(URL-9).

Tablo 11. Elazığ depreminden etkilenen okullar

İlçe	Okul Adı	Hasar Seviyesi	Durumu
Merkez	Elazığ Anadolu İmam Hatip Lisesi Eski Pansiyon Binası	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Elazığ Lisesi	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Elazığ Ortaokulu	Ağır	Yıkıldı

Tablo 11(Devamı).

İlçe	Okul Adı	Hasar Seviyesi	Durumu
Merkez	Esentepe İlkokulu	Ağır	Yıkıldı
Merkez	İl Milli Eğitim Müdürlüğü	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Korgeneral Hulusi Sayın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Mustafa Kemal Ortaokulu	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Uzun Tarla Ortaokulu	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Yedi göze İlkokulu	Ağır	Yıkıldı
Merkez	Aksaray İmam Hatip Ortaokulu	Orta	Yıkıldı
Merkez	Gazi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Orta	Yıkıldı
Merkez	Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi	Orta	Yıkıldı
Merkez	Şehit Coşkun Özcan Ortaokulu	Orta	Yıkıldı
Merkez	Mehmet Akif Ersoy İlkokulu	Orta	Yıkıldı
Merkez	Öğretmenevi ve Akşam Sanat Okulu	Orta	Yıkıldı
Ağın	Öğretmen Abdullah Lütfü İlkokulu	Ağır	Yıkıldı
Ağın	Halk Eğitim Merkezi	Orta	Yıkıldı
Arıcak	Erbağı İlkokulu	Orta	Yıkılacak
Arıcak	Erimli Güvenevleri İlkokulu	Orta	Yıkılacak

Tablo 11(Devamı).

İlçe	Okul Adı	Hasar Seviyesi	Durumu
Arıcak	Karakaş İlkokulu	Orta	Yıkılacak
Baskil	Baskil Anadolu İmam Hatip Lisesi	Orta	Güçlendirme
Baskil	Baskil Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ağır	Yıkıldı
Baskil	Halk Eğitim Merkezi	Ağır	Yıkıldı
Baskil	Baskil Anadolu Lisesi	Orta	Yıkıldı
Karakoçan	Bahçecik	Ağır	Yıkılmadı
Karakoçan	Başyurt İlkokulu	Ağır	Yıkıldı
Keban	Atatürk imam Hatip Ortaokulu	Ağır	Yıkıldı
Keban	Musa Coşkun Ortaokulu	Ağır	Yıkıldı
Palu	Atatürk Ortaokulu	Ağır	Yıkıldı
Palu	Palu Anadolu Lisesi	Ağır	Yıkıldı
Palu	Baltaşı İlkokulu Eski Binası	Orta	Yıkıldı
Arıcak	Arıcak Anadolu İmam Hatip Lisesi	Orta	Yıkıldı

5.2. Türkiye’deki Mevzuatların Yer Seçim Kriterleri Bakımından İncelenmesi

Okul alanların yapım süreci ile ilgili mevzuatlar çok sayıda kurumun elinde bulunduğundan kriterlerin kullanılmaması gibi farklı problemlerle karşılaşılmaktadır. (Başegmez vd. 2017).

5.2.1. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği

Mevzuatta bulunan bu yönetmeliğinin 12.maddesinde okul yer seçim kriteri olarak kreş, anaokulu ve ilkokullarda yaklaşık olarak 500m, ortaokullarda yaklaşık olarak 1.000m, liselerde ise yaklaşık olarak 2.500m yürüme mesafelerinde olması, ayrıca nüfus yoğunluğu ve eğitim alanlarının asgari alan büyüklüğünü karşılaması gerektiği belirtilmiştir(URL-11).

5.2.2. 222 Sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu

222 Sayılı İlköğretim ve Eğitim Kanunu 61.maddesinde okul binalarının belli kriterlere göre elverişli bir mahallede olmasına dikkat edileceği ve bu kriterlerin sağlık eğitim-öğretim ve ulaşım olduğu belirtilmiştir. Yine aynı maddede okul binalarından kapıdan kapıya meyhane, kahvehane, kıraathane, bar, elektronik oyun merkezleri ve alkol satış yerlerine en az 100m uzaklıkta olması gerekmektedir(URL-12).

5.2.3. Millî Eğitim Bakanlığı Kurum Açma, Kapatma ve Ad Verme Yönetmeliği

Kurumların açılabilmesi için bu yönetmeliğin 5.maddesi c bendinde eğitim kurumu için tahsis edilmiş alanın; dere yatağında, bataklıkta, heyelan bölgesinde olmaması ayrıca okul bahçesi duvarından belli bir mesafede orta /yüksek gerilim hatlarının bulunmaması, petrol istasyonlarına en az 50m uzaklıkta olması, alkol satış alanlarına ve eğlence merkezlerine en az 100m uzaklıkta olması, baz istasyonlarının da ilgili kurumun belirlediği güvenlik mesafe kadar uzaklıkta olması afetlerden etkilenebilecek veya güvenlik ve sağlık açısından riskli olan alanlarda olmaması ve altyapı hizmetlerinin sağlanmış olması kriterleri aranmıştır(URL-13).

5.2.4. Millî Eğitim Bakanlığının 2010/2630 sayılı Kurum Açılması ve Kapatılmasına Dair Esaslar Başlıklı Tebliği

Eğitim kurumlarının açılmasıyla ilgili genel esaslar başlığının 1.maddesinde eğitim kurumları için belirlenen kriterler; imar yönetmeliğinde belirtilen büyüklükte olması, maksimum %7 eğimde olması, bataklık alanında olması, dere yatağı bölgesinde olması, heyelan bölgesi içerisinde olması, yüksek gerilim hattına yakın, baz istasyonu yakınında veya sel olabilecek bir alanda olmaması, elektrik su ve yol güzergâhında olması, okulun açılabilmesi için belli bir nüfusun olması (URL-14)

5.2.5. Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu

Bu mevzuatta yeni yapılacak eğitim alanlarının bölge ve arsa koşullarına uygun olması, güvenli, maliyet ve erişe bilirlik noktasında uygun olması hedeflenmiştir. Bu kılavuzda yer seçim kriterleri belirlenmiş olup kamu ve özel sektör kuruluşları için önem taşımaktadır. Belirlenen yer seçim kriterleri; okul binalarının yerleşimin olduğu alanlara yakın bir mesafede olması, Mekânsal Planlar yapım yönetmeliğinde belirtilen minimum-maksimum uzaklığa uygun olması, trafik yoğunluğunun az olduğu noktada olması, toplu taşıma güzergâhında bulunması, ses düzeyinin 95 desibelden yüksek olabileceği otoyol, fabrika, havaalanı, demiryolu gibi gürültü oluşturabilecek alanlardan uzak olması, çöp ve toz gibi olumsuz çevresel etkilerden uzakta olması, gelişme alanı fazla önemde olan bölgede olması, altyapısının planlanmış alanlarda olması, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelere yakın olması, topoğrafya ve eğitim yapılarının doğru yönde olması da önemli kriterlerdir.(URL-15)

5.3. Belirlenen Yer Seçim Kriterleri ve Verilerinin Temin Edilmesi

En uygun okul alanlarının belirlenmesinde çalışma alanına özgü sosyal, kültürel arazi topoğrafyası, demografik özelliklerinin yanında okula erişe bilirliğin sağlanması ve güvenlik gibi çeşitli özellikler dikkate alınarak kriterler belirlenmiştir. Ayrıca ülkemizde dağınık halde bulunan mevzuatların incelenmesi sonucunda kullanılması gereken kriterlerin de kullanılmasına önem gösterilmiştir. Bu kriterler belirlenirken veri toplama aşaması da göz önünde bulundurularak, verileri temin edilebilecek kriterlerin seçilmesi dikkate alınmıştır. Sözel ve Sayısal olarak toplanan veriler mekânsal olarak ifade edilebilmesi için sayısallaştırılıp ortak bir koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Bunun sonucunda çalışma alanı için belirlenen kriterler ve temin edilme şekli Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Belirlenen kriterler ve temin edilme şekli

Veri	Temin Edilme Şekli
Elazığ Merkez İdari Sınırları	Özel Harita Bürosu
Mevcut Okulların Bilgisi	Elazığ Milli Eğitim Müdürlüğü İnternet Sitesi

Tablo 12 (Devamı).

Veri	Temin Edilme Şekli
Elazığ Mahalle Nüfus Bilgileri	TÜİK
Elazığ Ana/Ara Yolları Vektör Bilgileri	Özel Harita Bürosu
Havaalanı Verisi	Özel Harita Bürosu
Elazığ Merkez Eğim Verisi	DEM SRTM
Toplu Taşıma Güzergâh Verisi	Elazığ Belediyesi
Elazığ Merkez Akaryakıt İstasyonları Konum Verisi	Google Harita
Dere Yatakları Verisi	DEM SRTM
Fay Hattı Verisi	MTA(sayısallaştırma)
Meyhane, Bar, Kahvehane, Kırathane, Elektronik Eğlence Merkezleri	Google Harita
Demiryolu Güzergâh Verisi	Özel Harita Bürosu
Yönlenme Verisi	DEM SRTM
Arazi Kullanımı	CORINE 2018
Yerleşim Merkezleri	Özel Harita Bürosu

Nüfus kriteri için oluşturulan mahalle sınırlarının bir kısmı özel harita bürosundan temin edilmiş eksik kalan sınırlar ise sayısallaştırma yapılarak düzenlenmiştir.

5.4. AHP Yöntemi İle Belirlenen Kriterlerin Ağırlıklandırılması ve Tutarlılıklarının Belirlenmesi

Çalışma alanı için belirlenen nüfus, mevcut okullara olan uzaklık, dere yataklarına uzaklık, yerleşim merkezlerine(şehir-köy) yakınlık, eğim, toplu taşıma güzergâhına yakınlık, ana yollara uzaklık, meyhane-kahvehane-bar-elektronik oyun merkezlerine uzaklık, yüksek orta gerilim hattına uzaklık, arazi kullanımı, gürültü(havaalanı-

demiryolu), fay hatlarına olan uzaklık, akaryakıt istasyonlarına uzaklık, yüksek basınçlı doğalgaz hattına uzaklık ve yönlenme kriterleri AHP yöntemine göre ağırlıklandırılmıştır.

Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma matrisinde her kriter diğer tüm kriterlerle karşılaştırılarak birbirlerine olan üstünlükleri belirlenir ve 1’den 9’a kadar değer verilir. Literatür çalışmalarından faydalanılarak kriterlerin ikili karşılaştırılması Microsoft Office Excel programından faydalanılarak yapılmıştır (Tablo 13).

İkili karşılaştırma matrisinde kullanılan kriterler karmaşaya sebep vermemesi amacıyla aşağıda verildiği gibi kısaltmalar verilmiştir:

Nüfus(K1), Mevcut Okullara Olan Uzaklık(K2), Dere Yataklarına Uzaklık(K3), Yerleşim Merkezlerine Yakınlık(K4), Eğitim(K5), Toplu Taşıma Güzergâhına Yakınlık(K6), Ana Yollara Uzaklık(K7), Meyhane-Kahvehane-Bar-Elektronik Oyun Merkezlerine Uzaklık(K8), Yüksek Orta Gerilim Hattına Uzaklık(K9), Arazi Kullanımı(K10), Gürültü(K11), Fay Hatlarına Olan Uzaklık(K12), Akaryakıt İstasyonlarına Uzaklık(K13), Yüksek Basınçlı Doğalgaz Hattına Uzaklık(K14), Yönlenme(K15).

Tablo 13. İkili karşılaştırma matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	AĞIRLIK
K1	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	4.000	5.000	5.000	6.000	6.000	7.000	8.000	8.000	9.000	9.000	0.1941
K2	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	6.000	7.000	7.000	8.000	8.000	9.000	0.1612
K3	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	6.000	7.000	7.000	8.000	8.000	0.1319
K4	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	6.000	7.000	7.000	8.000	0.1069
K5	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	6.000	7.000	7.000	0.0873
K6	0.250	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	6.000	7.000	0.0707
K7	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	6.000	0.0561
K8	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	5.000	0.0455
K9	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	5.000	0.0369
K10	0.167	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	5.000	0.0297
K11	0.143	0.143	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	3.000	0.0229
K12	0.125	0.143	0.143	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	3.000	0.0187
K13	0.125	0.125	0.143	0.143	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	2.000	0.0151
K14	0.111	0.125	0.125	0.143	0.143	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	0.0125
K15	0.111	0.111	0.125	0.125	0.143	0.143	0.167	0.200	0.200	0.200	0.333	0.333	0.500	0.500	1.000	0.0104

Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma matrisinde her sütundaki değerler toplanır ve her eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünerek normalize karar matrisi elde edilir (Tablo14).

Tablo 14. Normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	AĞIRLIK
K1	0.234	0.329	0.251	0.277	0.219	0.228	0.213	0.177	0.176	0.151	0.147	0.145	0.127	0.126	0.113	0.1941
K2	0.117	0.164	0.251	0.184	0.219	0.171	0.213	0.177	0.147	0.151	0.147	0.127	0.127	0.112	0.113	0.1612
K3	0.117	0.082	0.125	0.184	0.146	0.171	0.128	0.177	0.147	0.125	0.126	0.127	0.111	0.112	0.100	0.1319
K4	0.078	0.082	0.063	0.092	0.146	0.114	0.128	0.106	0.147	0.125	0.105	0.108	0.111	0.098	0.100	0.1069
K5	0.078	0.055	0.063	0.046	0.073	0.114	0.085	0.106	0.088	0.125	0.105	0.090	0.095	0.098	0.088	0.0873
K6	0.059	0.055	0.042	0.046	0.036	0.057	0.085	0.071	0.088	0.075	0.105	0.090	0.079	0.084	0.088	0.0707
K7	0.047	0.033	0.042	0.031	0.036	0.028	0.043	0.071	0.059	0.075	0.063	0.090	0.079	0.070	0.075	0.0561
K8	0.047	0.033	0.025	0.031	0.024	0.028	0.021	0.035	0.059	0.050	0.063	0.054	0.079	0.070	0.063	0.0455
K9	0.039	0.033	0.025	0.018	0.024	0.019	0.021	0.018	0.029	0.050	0.042	0.054	0.048	0.070	0.063	0.0369
K10	0.039	0.027	0.025	0.018	0.015	0.019	0.014	0.018	0.015	0.025	0.042	0.036	0.048	0.042	0.063	0.0297
K11	0.033	0.023	0.021	0.018	0.015	0.011	0.014	0.012	0.015	0.013	0.021	0.036	0.032	0.042	0.038	0.0229
K12	0.029	0.023	0.018	0.015	0.015	0.011	0.009	0.012	0.010	0.013	0.010	0.018	0.032	0.028	0.038	0.0187
K13	0.029	0.021	0.018	0.013	0.012	0.011	0.009	0.007	0.010	0.008	0.010	0.009	0.016	0.028	0.025	0.0151
K14	0.026	0.021	0.016	0.013	0.010	0.009	0.009	0.007	0.006	0.008	0.007	0.009	0.008	0.014	0.025	0.0125
K15	0.026	0.018	0.016	0.012	0.010	0.008	0.007	0.007	0.006	0.005	0.007	0.006	0.008	0.007	0.013	0.0104
TOP	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.1941

Tutarlılığın Hesaplanması

Uygulanan AHP yönteminin vereceği sonuçların kalite ve doğruluğunu, kriterleri karşılaştırma aşamasındaki yargıların tutarlılığı önemli derecede etkilemektedir. (Öztürk ve Batuk, 2007)

Tutarlılık oranının(consistency ratio-CR) bulunabilmesi için Tutarlılık indeksi(CI), Rastgelelik İndeksi (RI) ve Maksimum Özdeğer(LMax) gibi değerlerin bilinmesi gereklidir. Lmax değeri için ilk olarak ikili karşılaştırma matrisi ve öncelik değerleri çarpılır, bulunan ağırlıklandırılmış toplam vektörünün her elemanı buna karşılık gelen öncelik değerine bölünüp aritmetik ortalaması alınarak bulunur(Tablo 15).

$CI = (L_{max} - n) / (n - 1)$ n kriter sayısını ifade etmek üzere formülü ile hesaplanır. RI değeri ise 1-15 aralığında, kriter sayısına göre değişen indeks değeridir. Böylelikle Tutarlılık Oranı, Tutarlılık indeksin Rastgelelik İndeksine bölümüyle hesaplanmaktadır.

Tablo 15. Tutarlılık vektörü

KRİTER	TUTARLILIK VEKTÖRÜ	KRİTER	TUTARLILIK VEKTÖRÜ
NÜFUS	16.44204739	YÜKSEK ORTA GERİLİM HATTINA UZAKLIK	15.55425718
MEVCUT OKULLARA OLAN UZAKLIK	16.66241445	ARAZİ KULLANIMI	15.3457352
DERE YATAKLARINA UZAKLIK	16.65484198	GÜRÜLTÜ	15.36332991
YERLEŞİM MERKEZLERİNE YAKINLIK	15.8418944	FAY HATLARINA OLAN UZAKLIK	15.27786876
EĞİM	16.42473921	BENZİN İSTASYONLARINA UZAKLIK	15.32299301
TOPLU TAŞIMA GÜZERGAHINA YAKINLIK	16.25241291	YÜKSEK BASINÇLI DOĞALGAZ HATTINA UZAKLIK	15.40003756
ANA YOLA UZAKLIK	16.07361576	YÖNLENME	15.59299342
MEYHANA, BAR, KAHVEHANEYE UZAKLIK	15.7995761		

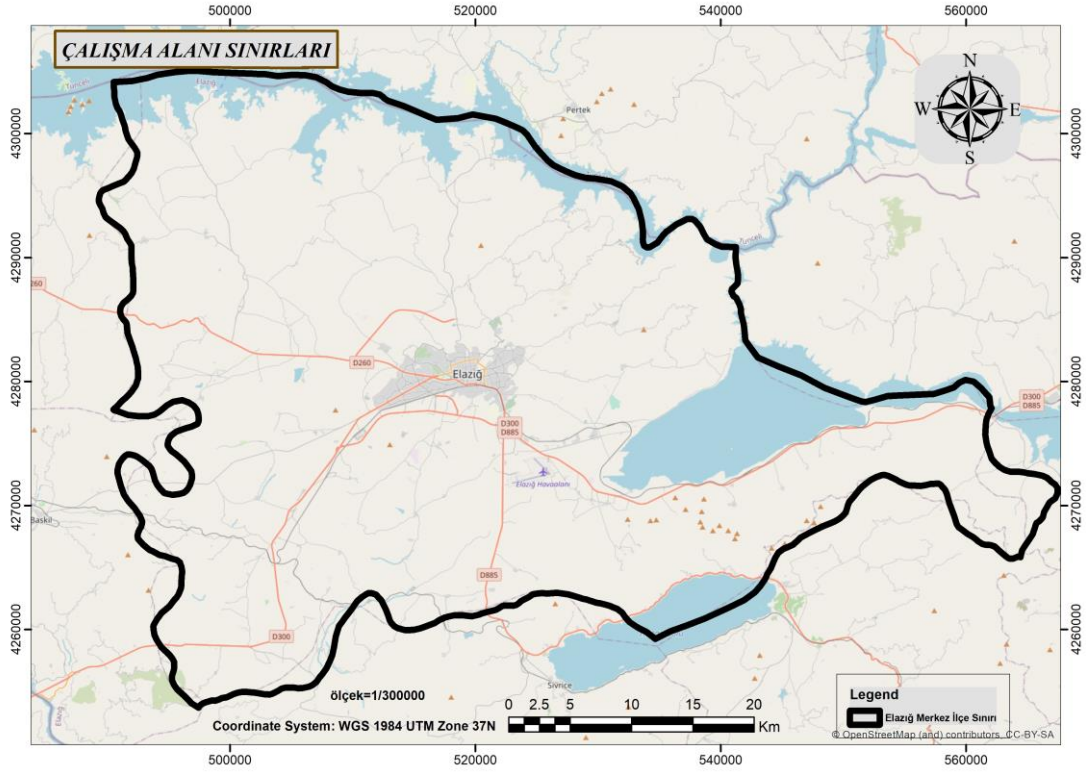
Bu çalışmada $L_{MAX}=16.66241445$, $RI=1.59$, $CI=0.11874389$ ve $CR=0.07468169$ olarak bulunmuştur.

İncelenen literatür sonucunda, yapılan aşamaların tutarlı olması ve kabul edilebilmesi için CR değerinin 0.10 dan küçük olması gerekmektedir. Bu çalışmada da tutarlılık oranının 0.07 olarak hesaplanması sonucunda ağırlık değerlerinin karar verme işleminde kullanılması kabul edilebilir sonucunu göstermektedir.

5.5. Çalışma Alanına Etki Eden Kriterler ve Analizler

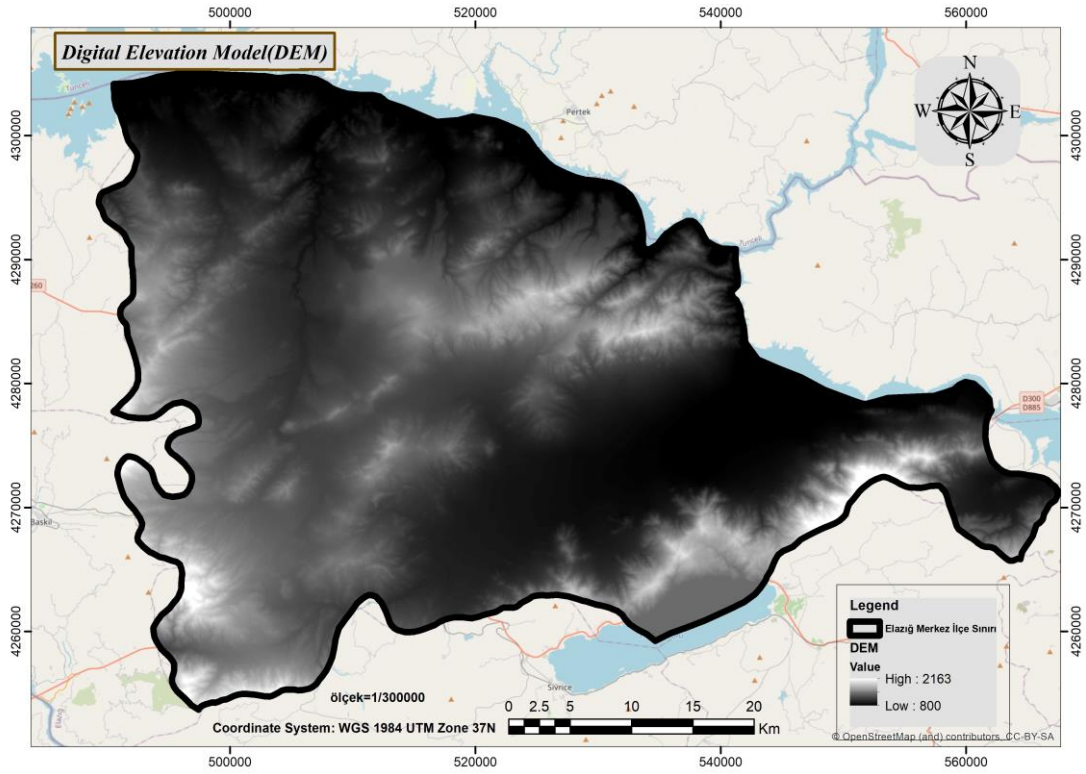
Çalışma alanına etki eden kriterlere ait sözel, sayısal ve mekânsal bilgiler bir dizi düzenleme sonucunda ArcGIS programında kullanılır hale getirilmiştir. Tüm kriterler aynı koordinat sisteminde gösterilerek analizler için uygun hale getirilmiştir.

Çalışma alanının sınırları Özel Harita Bürosundan .ncz olarak temin edilmiştir. ArcMap yazılımına aktarılarak shapefile olarak düzenlenip koordinat sistemi tanımlanmıştır. Çalışmada World Geodetic System (WGS) 1984 Datumu ve Universal Transverse Mercator (UTM) projeksiyonu Zone 37N koordinat sistemi olarak kullanılmıştır(Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanı sınırları

Eğim, bakı, dere yatakları gibi kriterlerin belirlenmesinde kullanılan Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) SRTM verisi NASA'nın açık erişim sitesi olan <https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> adresinden çalışma alanına göre indirilmiştir. ArcMap ortamında indirilen DEM dosyalarını Mosaic To New Raster komutu ile birleştirilmiştir. Daha sonra ArcMap dosyası ve DEM dosyasının çalışma alanına göre WGS-1984-UTM-Zone-37N koordinat sisteminde düzenlenmiş ve çalışma sınırlarına göre Extract By Mask komutu ile DEM dosyası kesilerek şekil de gösterildiği gibi analizler için hazır hale getirilmiştir(Şekil 6).

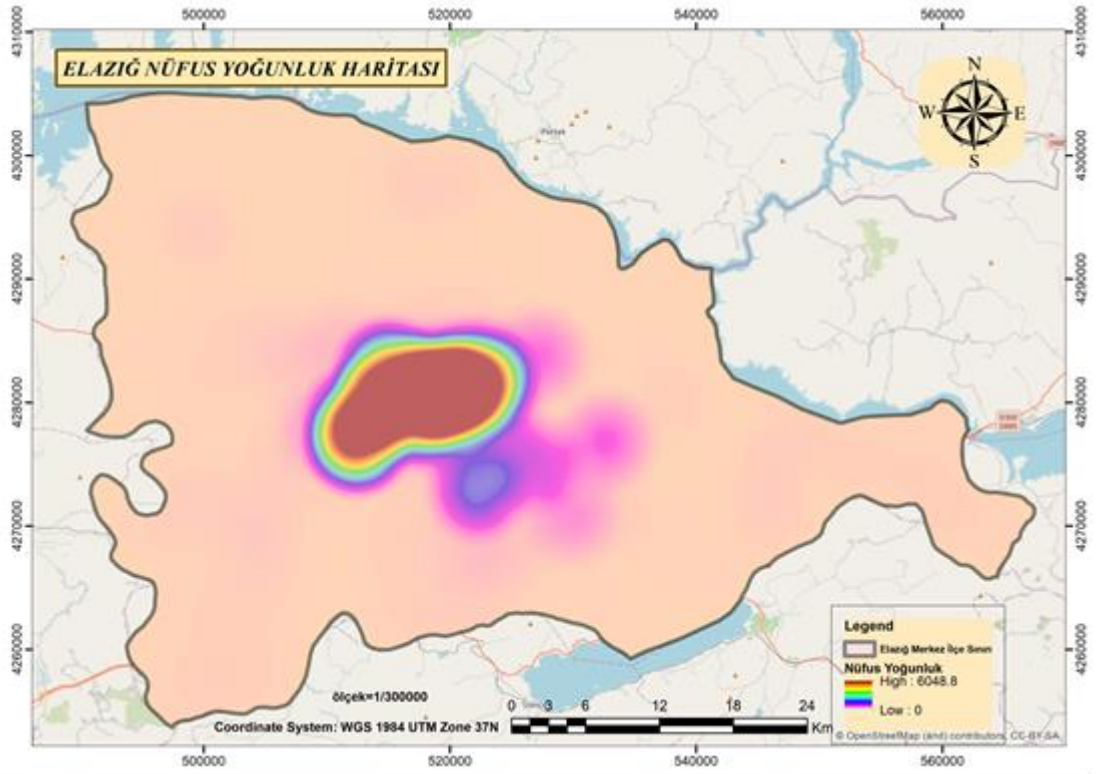


Şekil 6. Çalışma alanı sınırlarına göre düzenlenmiş sayısal yükseklik modeli

5.5.1. Nüfus

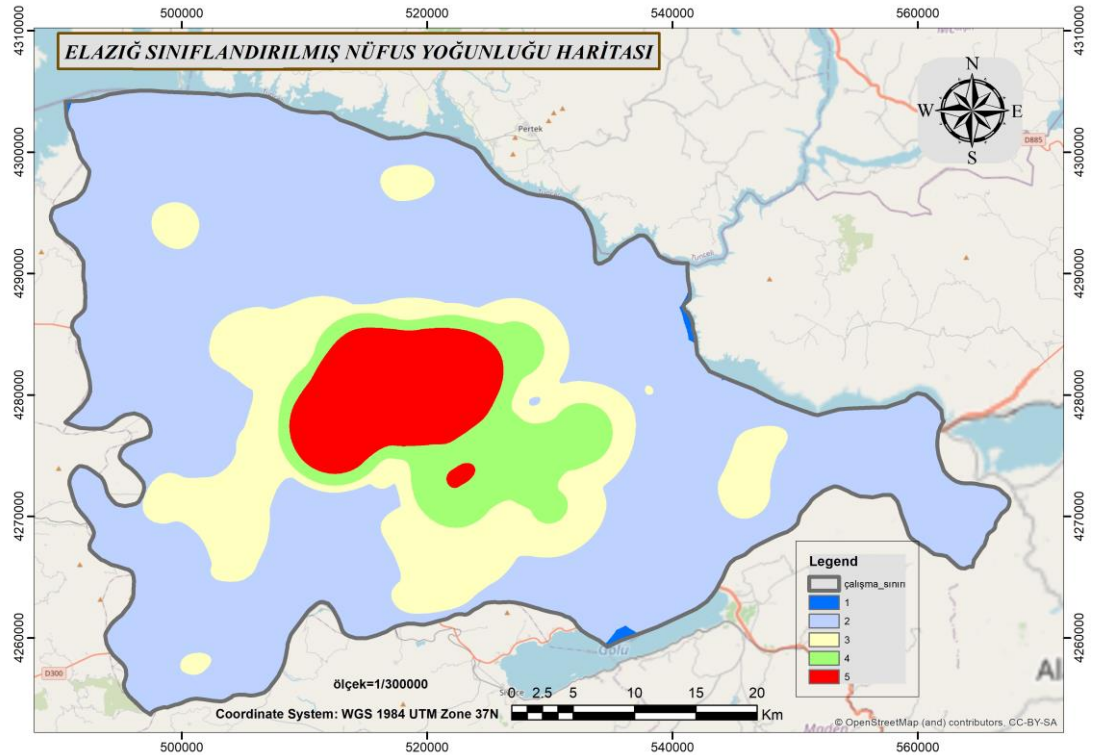
Okullar Anaokulu, ilkokul, orta öğretim ve lise düzeyi olmak üzere farklı öğrenci yaş gruplarına eğitim vermektedirler. Bu nedenle yaşlara göre nüfus dağılımları önemli bir kriter olmaktadır. Yeni okul alanlarının belirlenen yaştan altında daha yüksek nüfusa sahip yerleşim bölgelerinde yapılması gerekmektedir. Ancak istenilen yaş aralığından veri toplanamadığından genel nüfus verileri kullanılmıştır.

Çalışma alanında bulunan tüm mahalle ve köy sınırları sayısallaştırma yapılarak çizilmiştir. Daha sonra çalışma alanına ait mahalle ve köy nüfusları TÜİK sayfasından indirildi. İndirilen bu veriler Excel ortamında çalışma alanına göre düzenlenerek ArcGIS programında öznetelik tablosuna eklenmiştir. Mahalle sınır verileri mahalle merkezlerine atılan noktaya “feature to point” sekmesi kullanarak dönüştürülmüştür. Noktalardan faydalanılarak ‘kernel density’ yoğunluk analizi yapıp çalışma alanına göre kesildi(Şekil 7).



Şekil 7. Çalışma alanı nüfus yoğunluk haritası

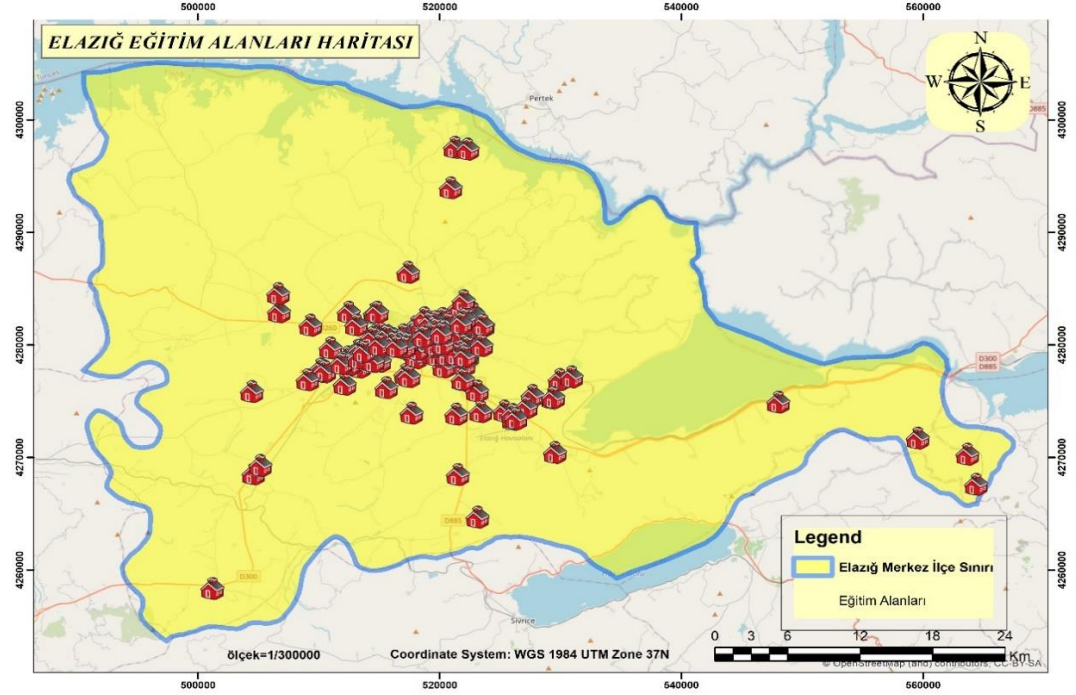
Elde edilen nüfus yoğunluğu verisi 'Reclassify' komutu kullanılarak sınıf sayısı 5 olacak şekilde yeniden sınıflandırma yapılmıştır(Şekil 8).



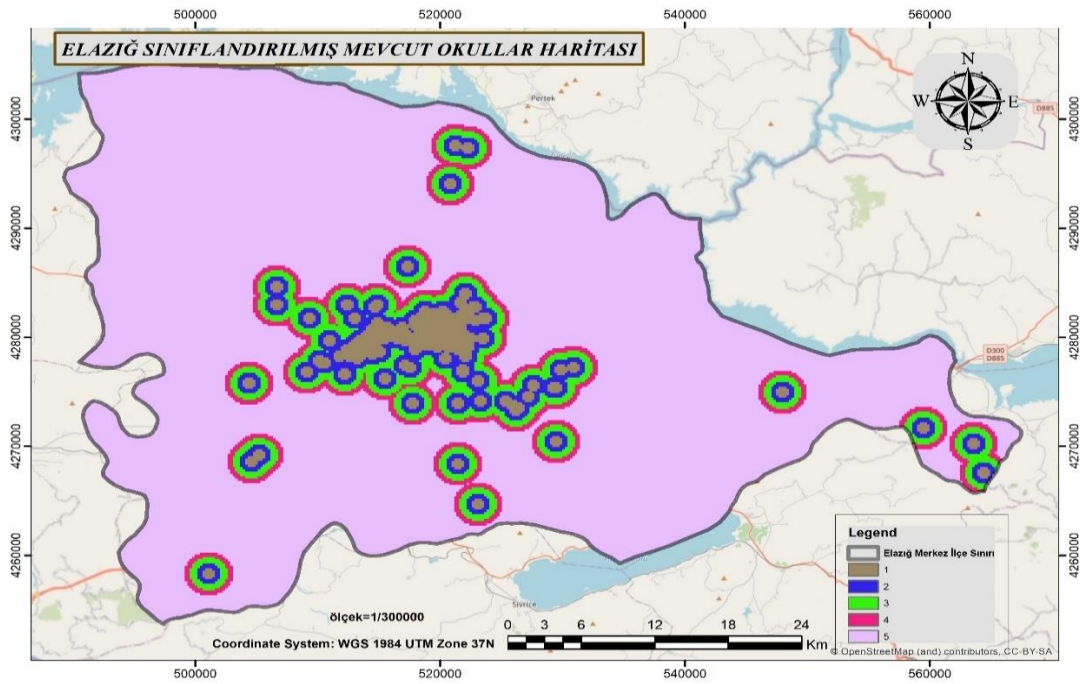
Şekil 8. Çalışma alanı sınıflandırılmış nüfus yoğunluğu haritası

5.5.2. Mevcut Okullara Yakınlık

Yapılması planlanan okulların mevcut okullara belirli mesafede olması gerekmektedir. Elazığ merkez ilçesinde bulunan eğitim kurumları Elazığ Milli Eğitim Müdürlüğü resmi sitesinden temin edilerek ArcGIS ortamında düzenlenmiştir(Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma alanı mevcut okullar haritası



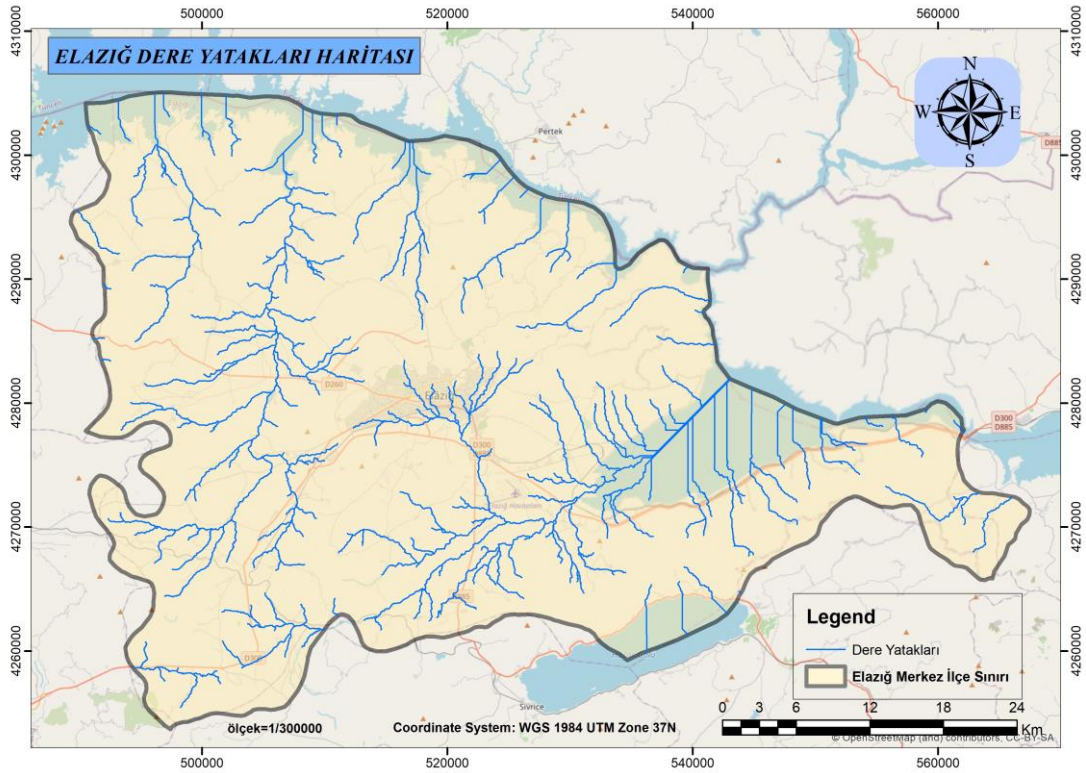
Şekil 10. Çalışma alanı sınıflandırılmış mevcut okullar haritası

5.5.3. Dere Yataklarına Yakınlık

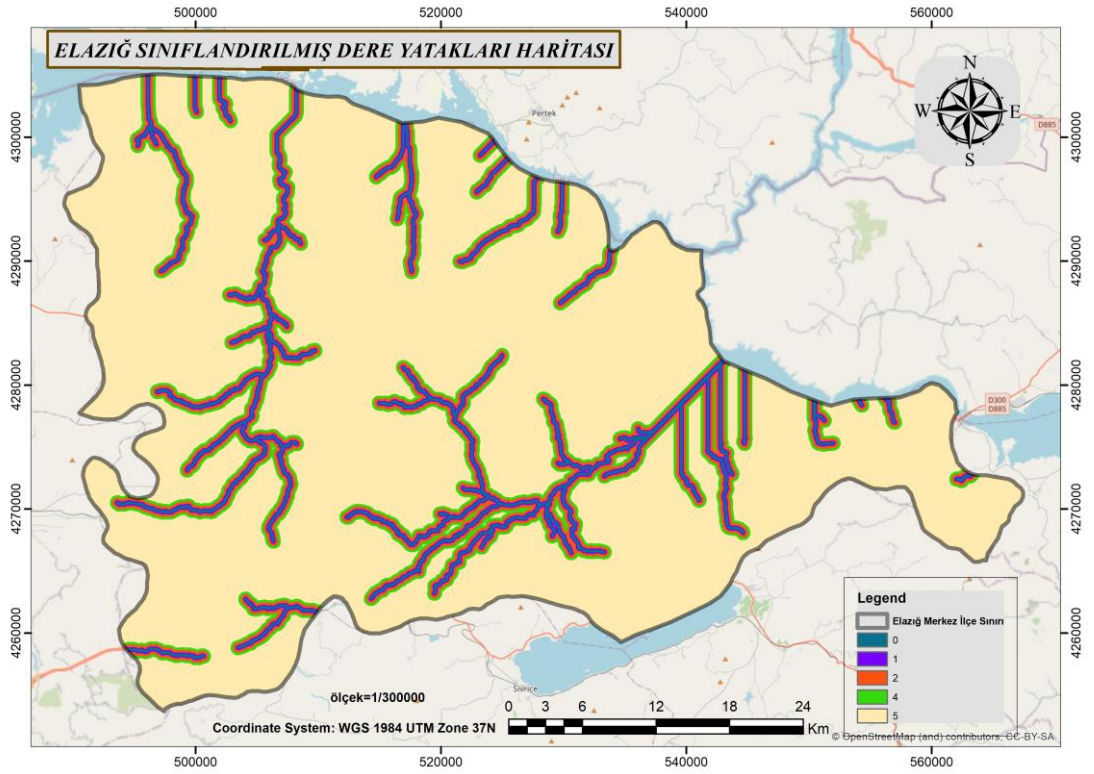
Hidroloji analizi yapılarak mevcut akar bir dere olmasa bile kuru dere yatakları bulunabilir. Dere yataklarını belirleyerek ileriki zamanlarda sel riski oluşturulabilecek alanlar belirlenmiştir(Şekil 11). Bu yüzden yeni belirlenecek okul alanlarının dere yataklarına belirli bir mesafede olması gerekmektedir.

Dere yataklarını belirlemek için ilk olarak DEM verisi üzerinde bulunan boşlukları Hydrology-Fill işlemi ile doldurulur. Daha sonra Flow Direction-Flow Accumulation-Stream Link-Stream Order-Stream To Future işlemleri yapılır. Raster formatına dönüştürülüp Reclassify işlemi yapılır.

Dere yataklarına 0-100m aralığında taşkın riski fazla olacağından okul yapılamayacağından 0 puan verilmiştir. Uzaklık arttıkça da yüksek ağırlık değerleri atanmıştır(Şekil 12).



Şekil 11. Çalışma alanı dere yatakları haritası

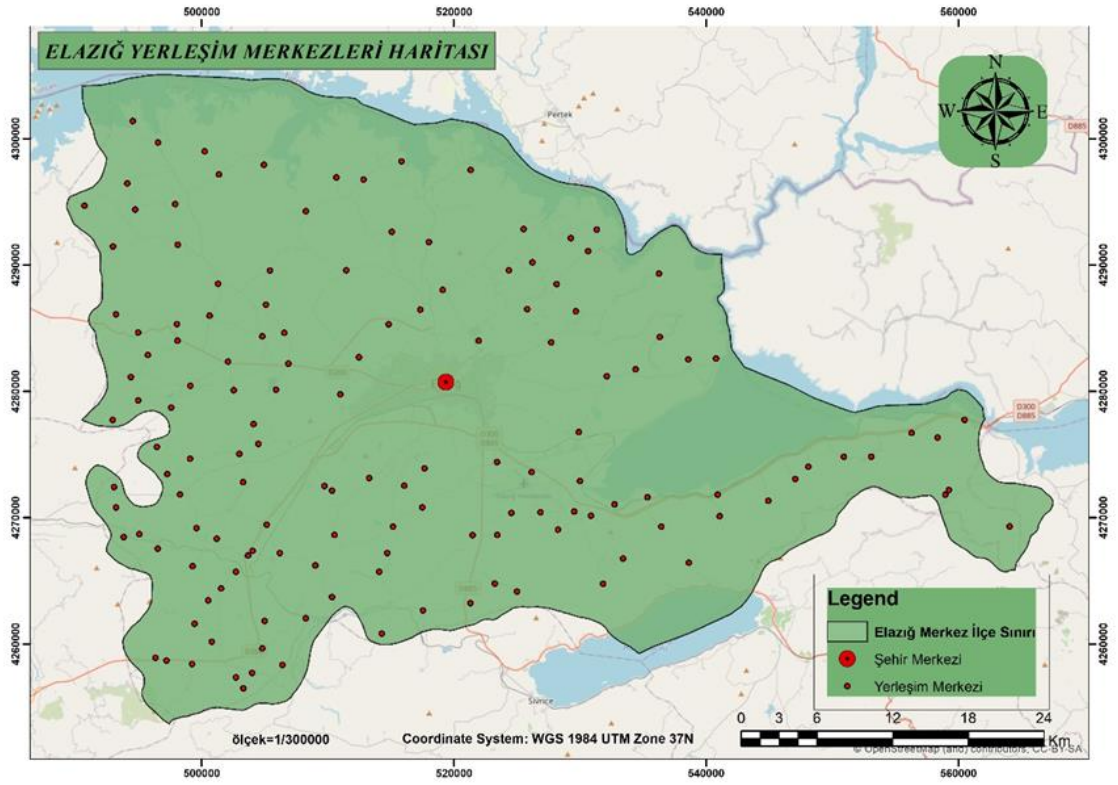


Şekil 12. Çalışma alanı sınıflandırılmış dere yatakları haritası

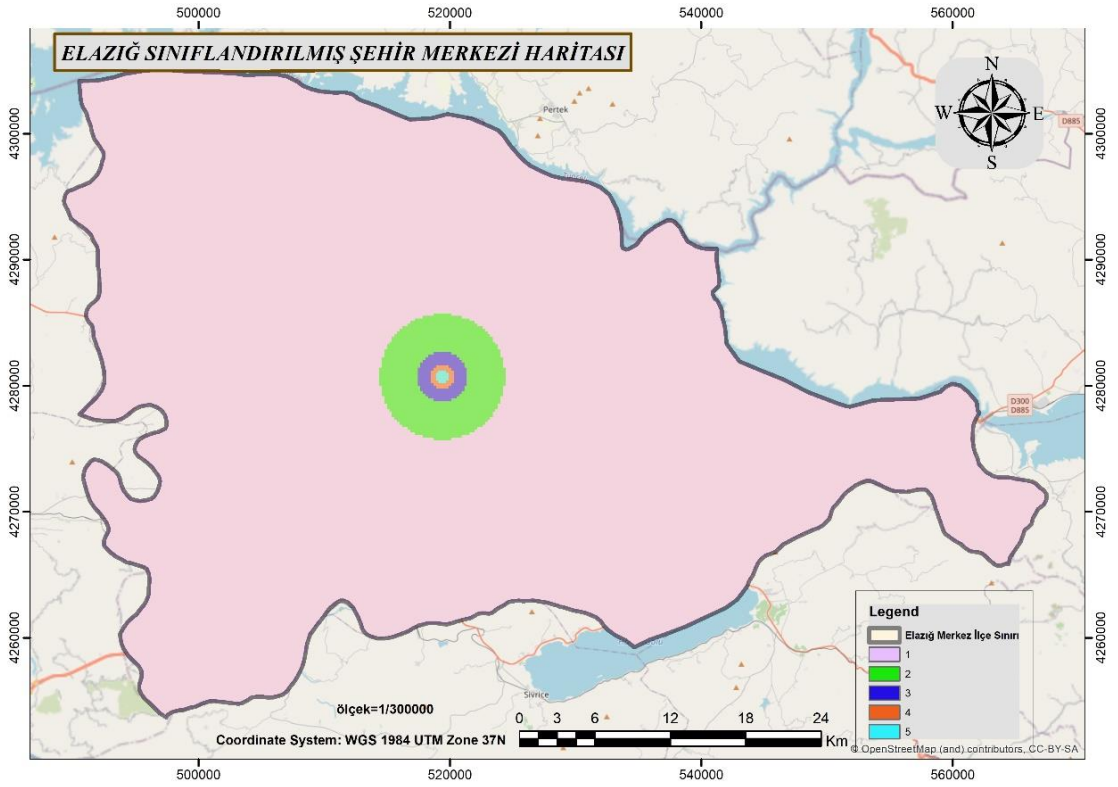
5.5.4. Yerleşim Merkezlerine Uzaklık

Uygun okul alanlarının yerleşim alanlarının içerisinde konumlandırılmasıyla öğrenciler için bu alanların kolay ulaşılabilir olması gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin barınma imkânlarını arttırmış olmaktadır.

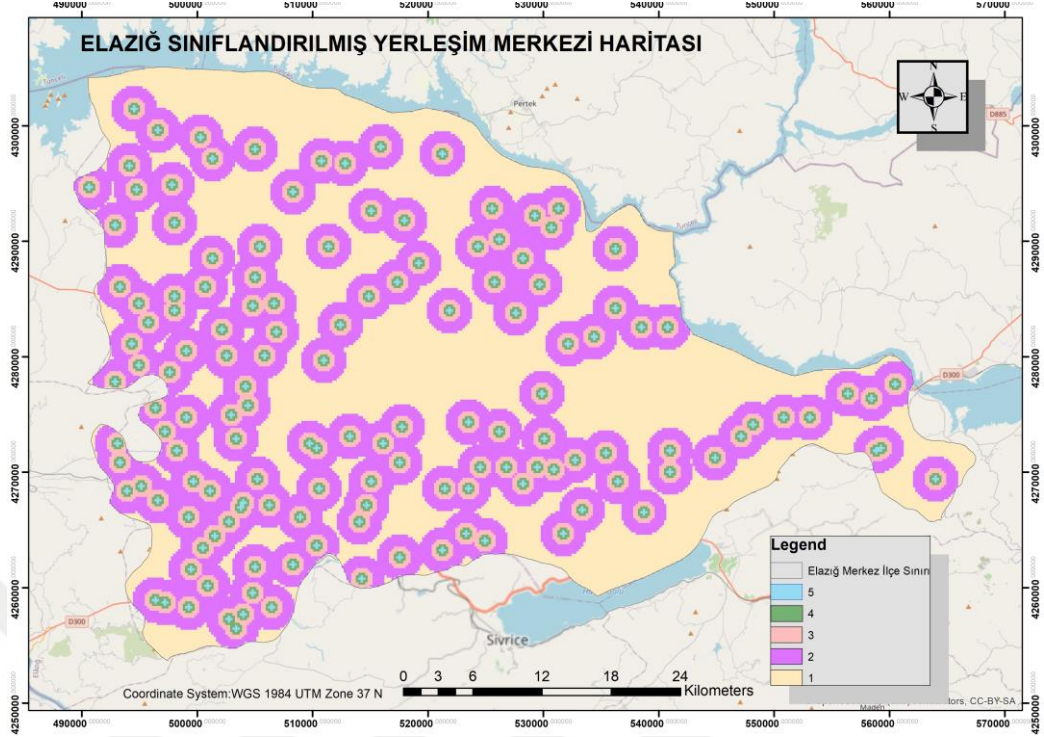
Yerleşim merkezleri iki aşamada belirlenmiştir. Birinci derece yerleşim merkezi olarak kent merkezi valilik önü belirlenmiş, İkinci yerleşim merkezi olarak da çalışma alanı içerisinde bulunan köy merkezileri belirlenmiştir(Şekil 13). Birinci ve ikinci yerleşim merkezleri editör sekmesinde shapefile dosyası olarak belirlenmiş Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak yakınlık analizleri yapılmıştır(Şekil14).



Şekil 13. Çalışma alanı yerleşim merkezleri haritası



Şekil 14. Çalışma alanı sınıflandırılmış şehir merkezi haritası



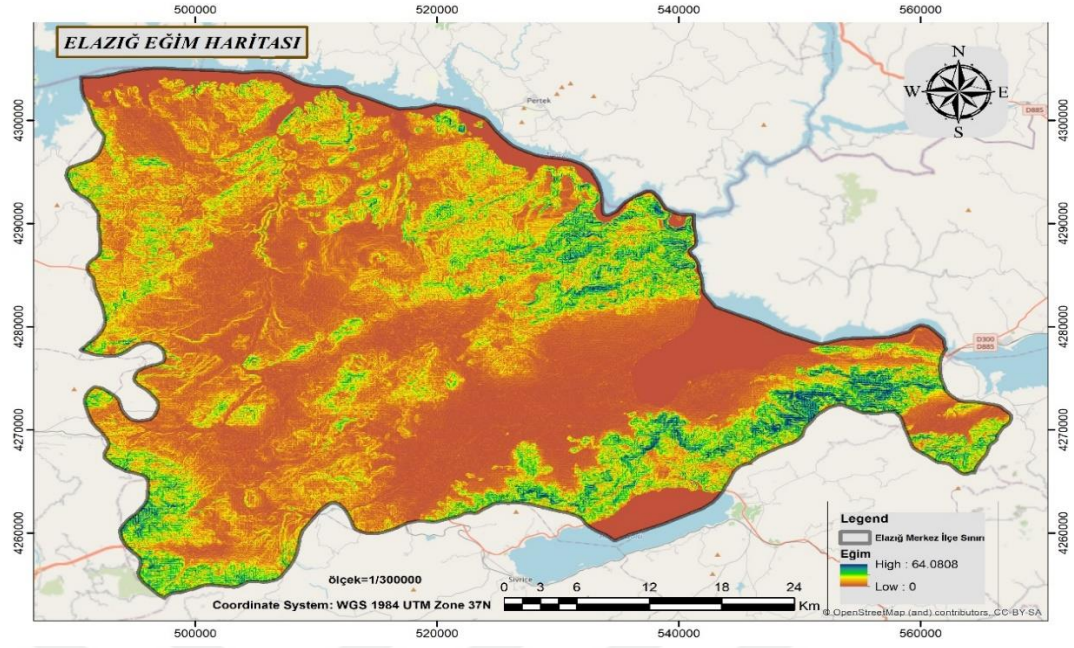
Şekil 15. Çalışma alanı sınıflandırılmış yerleşim merkezi haritası

Yakınlık analizleri yapılan birinci ve ikinci derece merkezlerin ‘reclassify’ komutu ile yeniden sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Birinci derece merkezin ikinci derece merkezlere göre etki alanı daha fazla olacak şekilde sınıflara ayrılıp puan değerleri atanmıştır.

5.5.5. Eğim

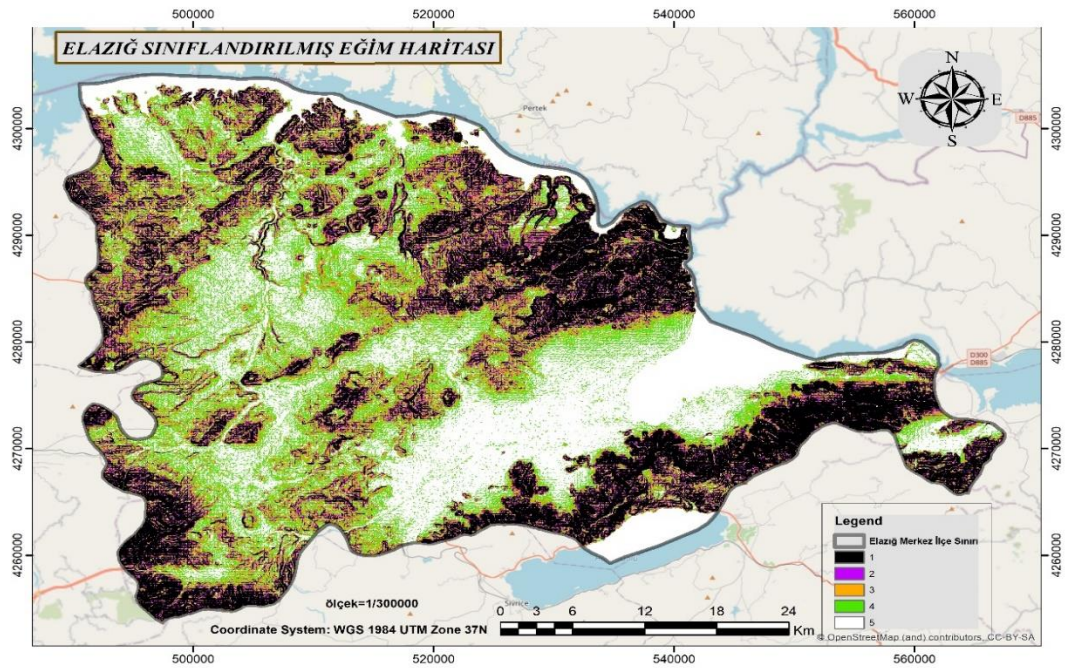
İnşaat aşamasında özellikle maliyeti etkilediği için eğim kriteri önem kazanmaktadır. Eğimin yüksek olduğu yerlerde inşaat, kazı ve bakım maliyetler artacağından ayrıca bu alanlarda heyelan erozyon tehlikesi yüksek olduğundan düz alanlar yani eğimin az olduğu yerler okul alanları için daha uygun yerlerdir(Kumar ve Shaikh 2013).

Çalışma iline ait eğim verisi daha önce hazırlanan DEM verisi kullanılmıştır. Eğim haritası hazırlanmış olan DEM verisi “Spatial Analyst Tools→ Surface→ Slope” komutları kullanılarak oluşturulmuştur(Şekil 16). Daha sonra eğim derecelerine göre Reclassify komutu ile 5 sınıfa ayrılmış ve puanlandırılmıştır(Şekil 17). Belirlenen değerler ve puanlar literatür taramasında elde edilen bilgiler kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 16. Çalışma alanı eğim haritası

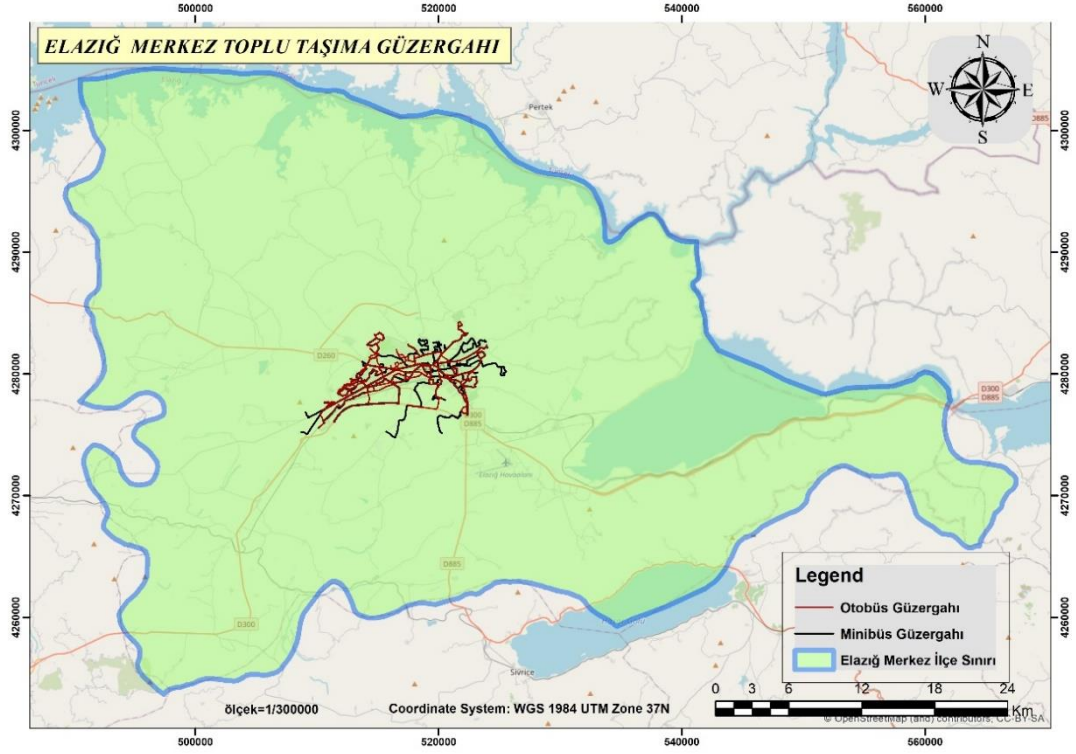
Bundan dolayı eğimin az olduğu yerler yüksek puan, eğimin yüksek olduğu yerler düşük puan verilmiştir. Eğitim alanları için uygun olmayan yerler 40° üzeri yerlerdir. Sınıflandırılmış eğim haritasında beyaz renkle gösterilen alanlar az eğimli siyah renkler ise çok eğimli alanları göstermektedir. Düşük eğim sınıflarına yüksek değerler, yüksek eğim sınıflarına da düşük ağırlık değerleri atanmıştır.



Şekil 17. Çalışma alanı sınıflandırılmış eğim haritası

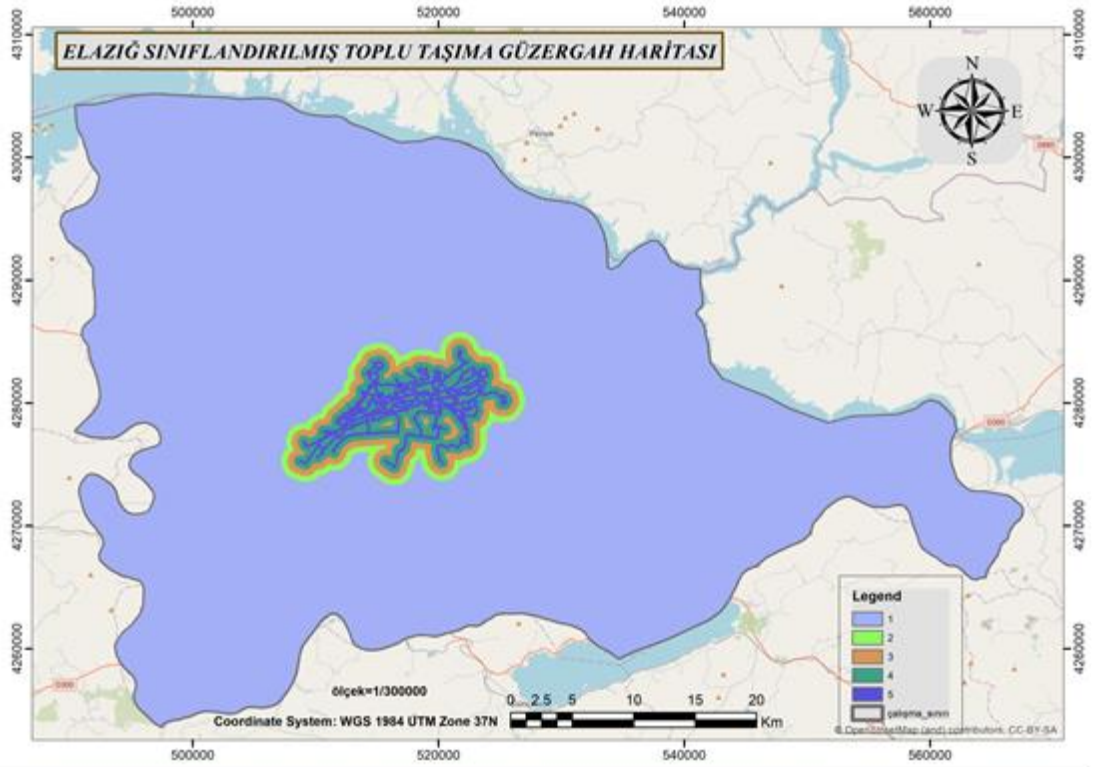
5.5.6. Toplu Taşıma Güzergâhı

Uygun okul alanlarının öğrenciler için erişebilir bir konumda olması için gerekmektedir. Bundan dolayı eğitim kurumlarının toplu taşıma güzergâhına yakın olması önemli bir kriterdir.



Şekil 18. Çalışma alanı toplu taşıma güzergâhı

Toplu taşıma güzergâhı otobüs ve minibüs hatları ayrı ayrı olmak üzere temin edilmiştir (Şekil 18). Temin edilen bu iki güzergah verileri ArcGIS ortamında birleştirilip Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır.

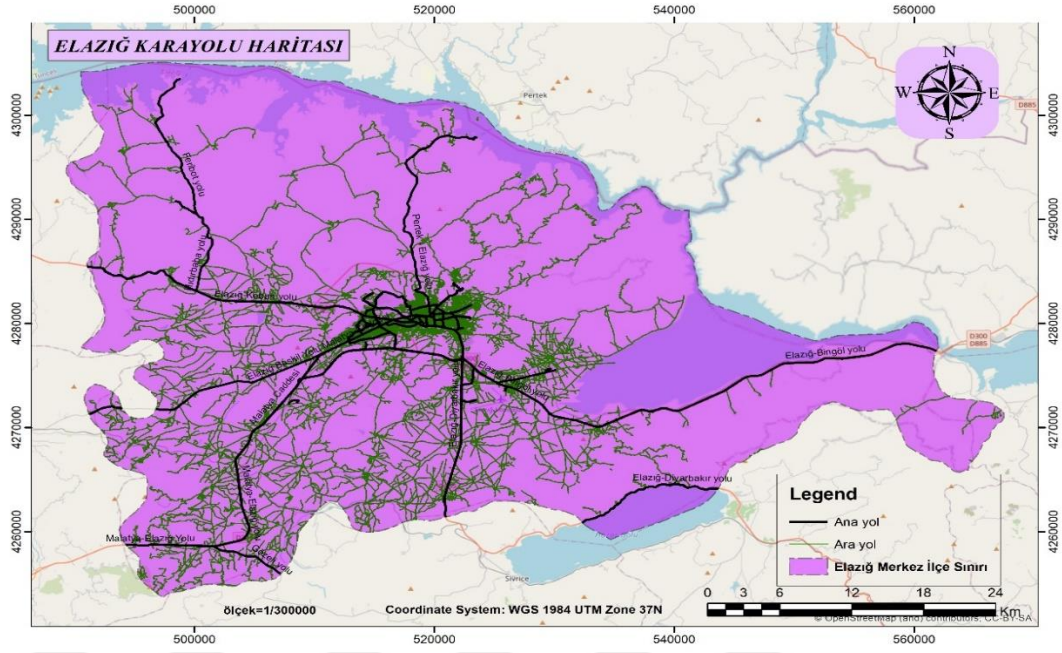


Şekil 19. Çalışma alanı sınıflandırılmış toplu taşıma güzergâhı haritası

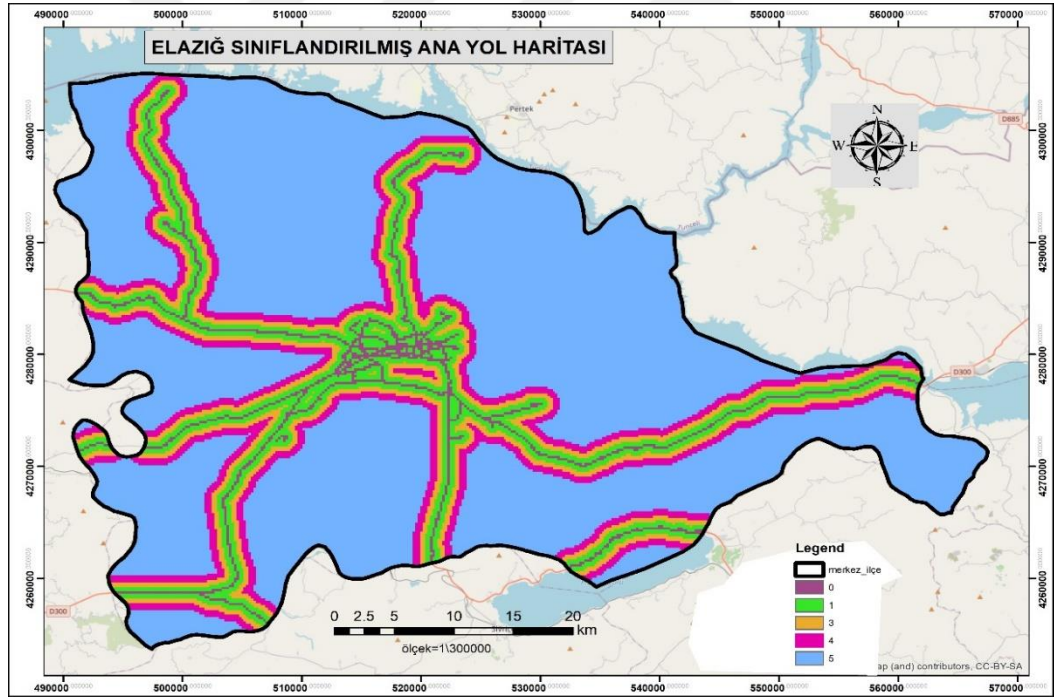
Öklid mesafe analizi yapılan toplu taşıma güzergâhı uygunluk analizinde kullanmak üzere 5 sınıfa ayırarak yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil 19).

5.5.7. Ana Yollara Olan Uzaklık

Yollara erişim okul yer seçimini etkileyen önemli bir kriterdir. Ana yollarda yoğun trafik gürültü ve hava kalitesizliğinden dolayı insan sağlığını olumsuz etkileyecek veya güvenlik sorunlarına neden olabileceğinden okulların ana yollara belirli bir mesafede olması istenir. Ancak okullara gidiş geliş sürelerinin de önemli olduğu düşünüldüğünde ana yollardan çok uzakta olmaması ve gerekli ara yolların bulunduğu alanlarda olması istenmektedir.



Şekil 20. Çalışma alanı ana yol haritası

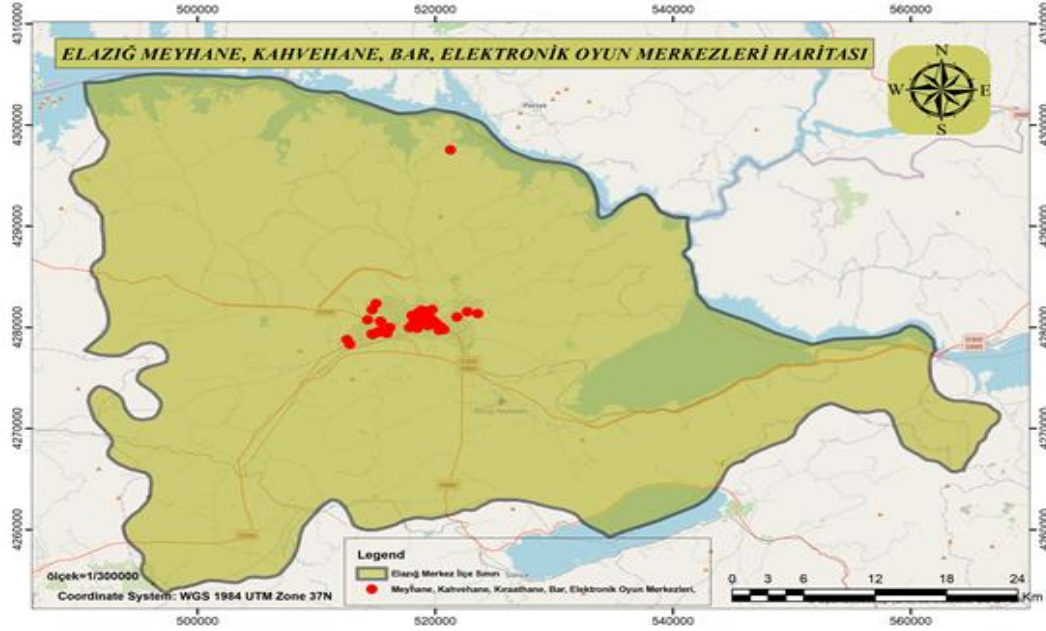


Şekil 21. Çalışma alanı sınıflandırılmış ana yol haritası

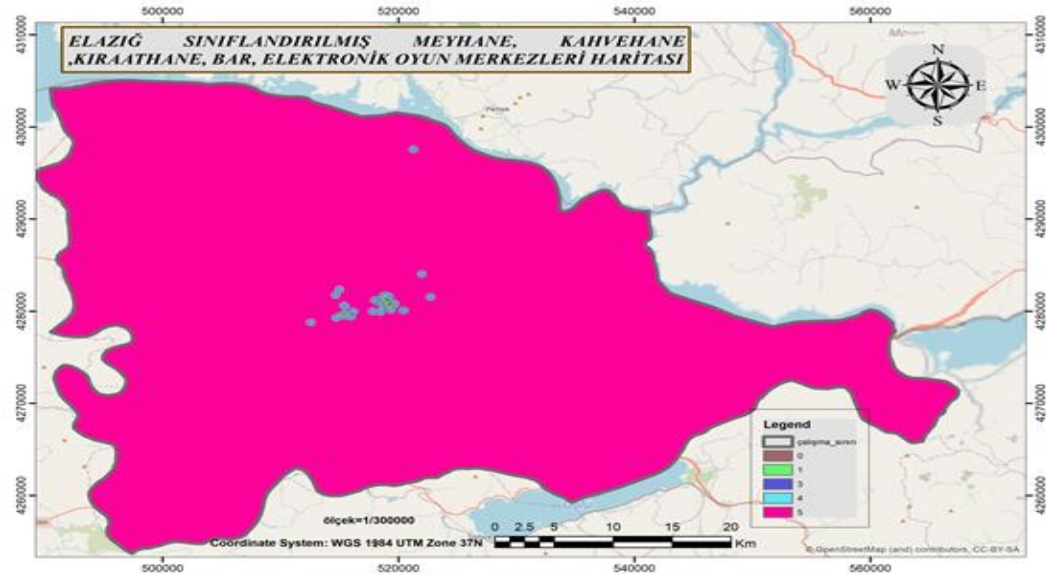
Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır. Daha sonra uygunluk analizinde kullanmak üzere 5 sınıf belirlenerek yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil 21). Eğitim alanları için uygun olmayan mesafe 0-50 metre aralığı olduğu için bu alanlara 0 puan değeri atanmıştır.

5.5.8. Meyhane, Kahvehane, Bar, Elektronik Oyun Merkezlerine Uzaklık

Çalışma alanında bulunan meyhane, kahvehane, bar, elektronik oyun merkezleri ArcGIS ortamında düzenlenerek nokta dosyası olarak sayısallaştırılmıştır(Şekil22).



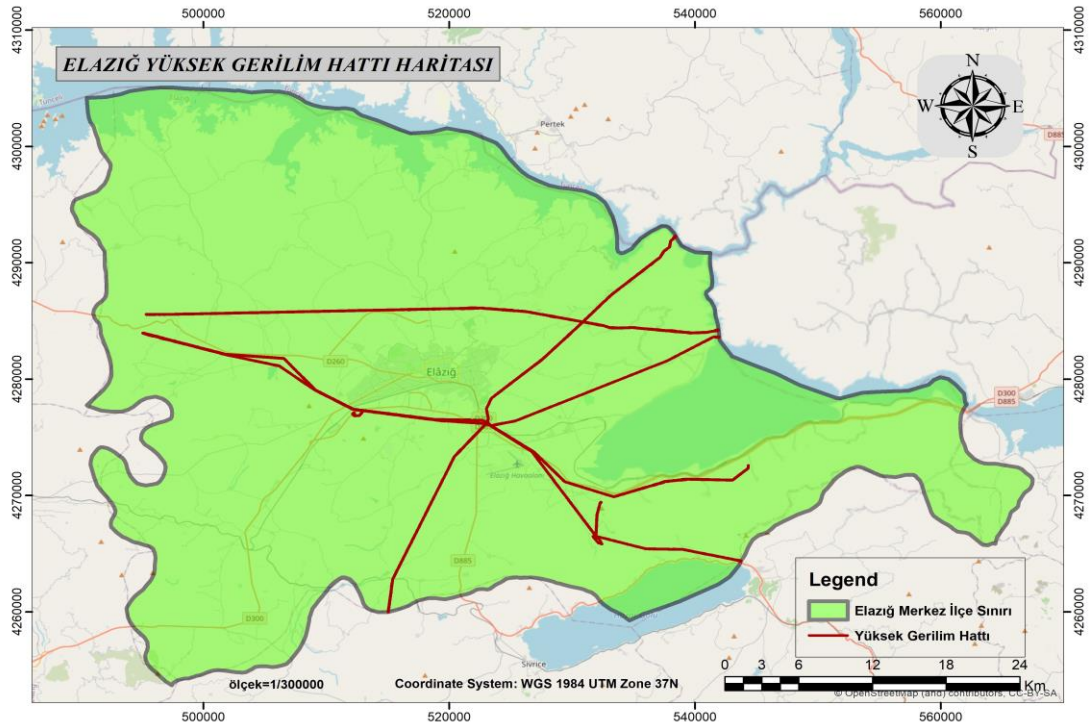
Şekil 22. Çalışma alanı meyhane-kahvehane-kırcaathane-bar- elektronik oyun merkezleri haritası



Şekil 23. Çalışma alanı sınıflandırılmış meyhane-kahvehane-kırcaathane-bar- elektronik oyun merkezleri haritası

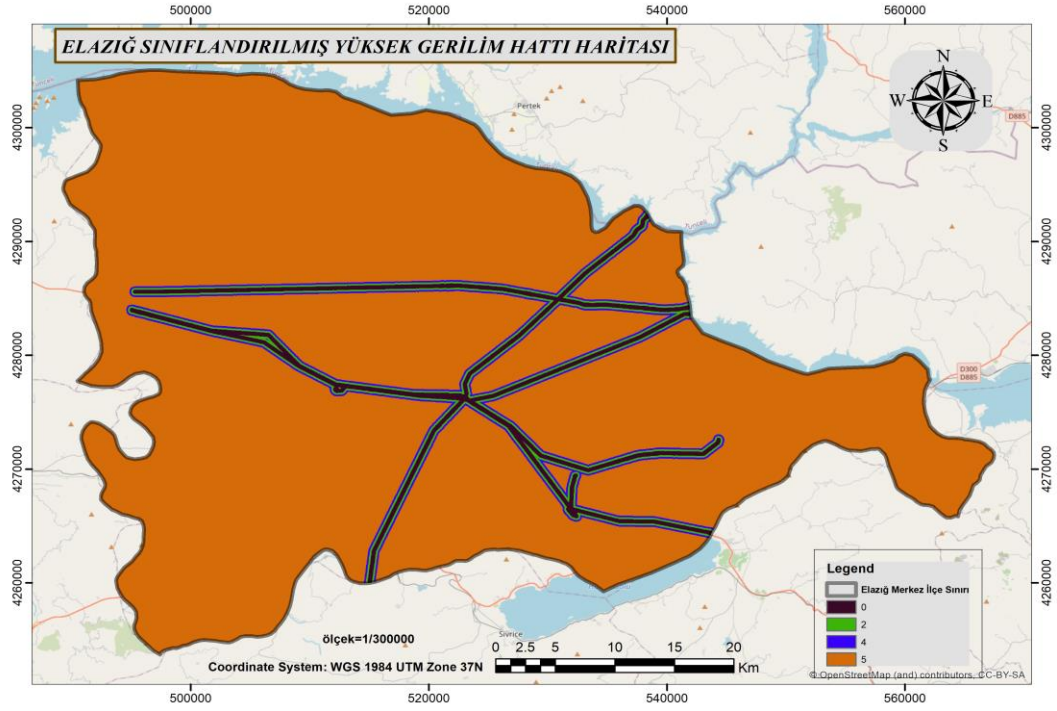
Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır. Daha sonra uygunluk analizinde kullanmak üzere 5 sınıfa ayırarak yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil23).

5.5.9. Yüksek/Orta Gerilim Hattı



Şekil 24. Çalışma alanı yüksek gerilim hattı haritası

Okul alanlarının öğrenci, öğretmen ve personelin güvenliği için yüksek elektrik hatlarından uzak olmaları gerekmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı Kurum Açma ve Kapatma Yönetmeliğinde okul alanı olarak planlanacak alanların bahçe duvarından 100 m uzaklıkta orta/yüksek gerilim hattı bulunmaması gerektiği bildirilmektedir. Çalışmamızda 200 metre koruma bandı olarak alınmış ve bu alanlara 0 ağırlık puanı verilmiştir. Uzaklık arttıkça da verilen ağırlık puanı yükselmiştir.



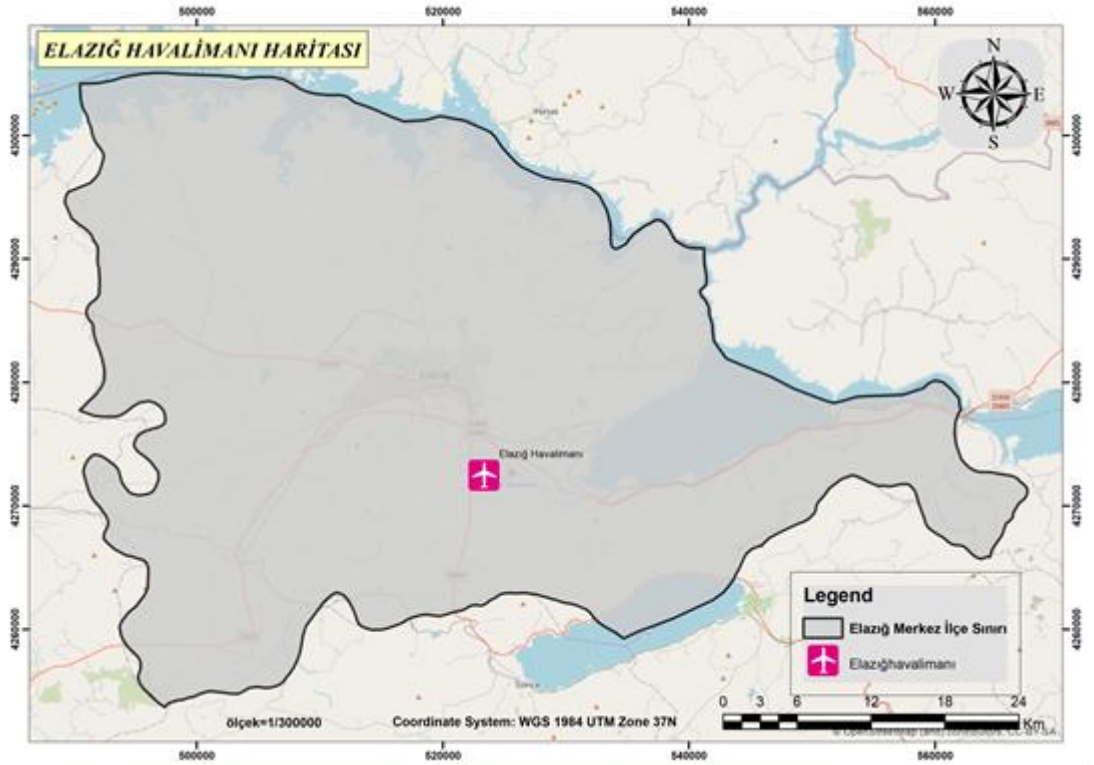
Şekil 25. Çalışma alanı sınıflandırılmış yüksek gerilim hattı haritası

Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır. Daha sonra uygunluk analizinde kullanmak üzere 4 sınıfa ayırarak yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil25).

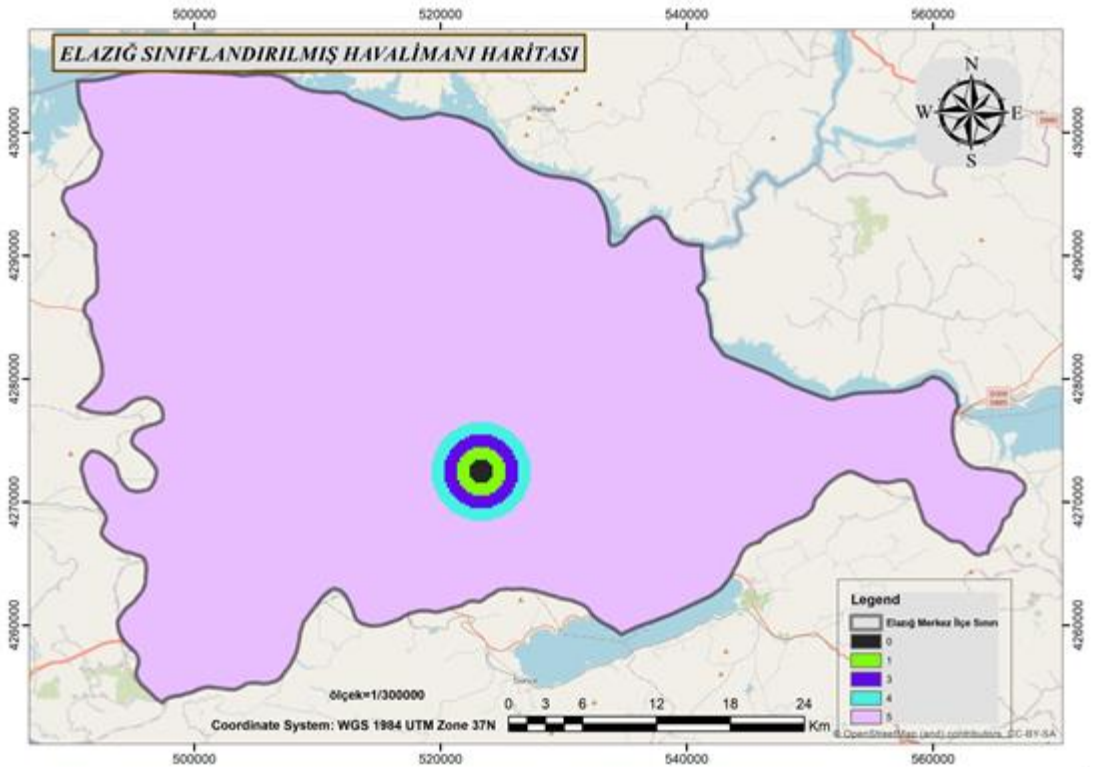
5.5.10. Havaalanlarına Yakınlık

Hava trafiğinden kaynaklı gürültüler belli bir etki alanı içerisindeki okul alanlarını olumsuz etkilemektedir.

Havaalanı verisi özel harita mühendislik bürosundan temin edilerek ArcGIS ortamına aktarılmıştır(Şekil26). Etki alanı belirlenerek Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır. Daha sonra uygunluk analizinde kullanmak üzere 5 sınıfa ayırarak yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil27).



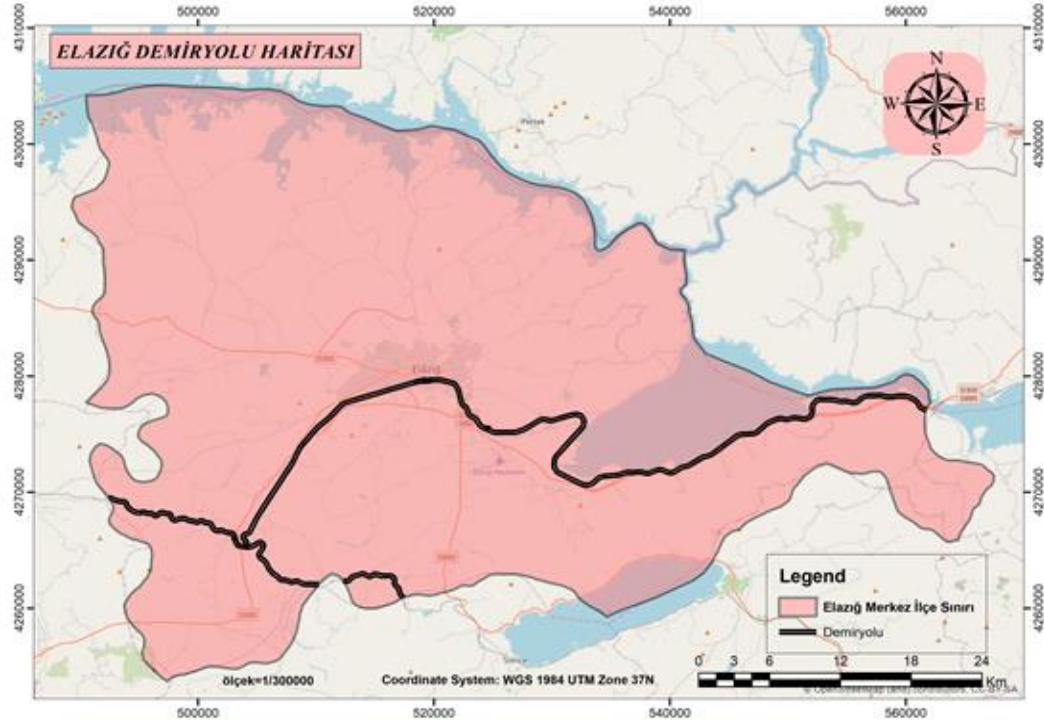
Şekil 26. Çalışma alanı havaalanı haritası



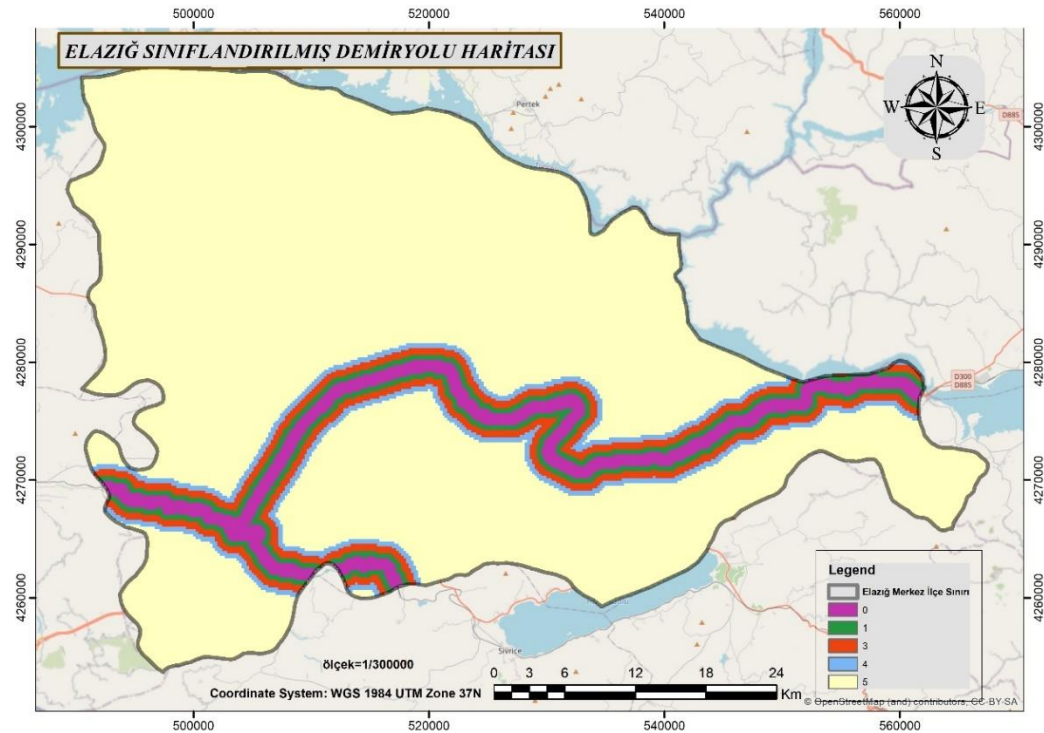
Şekil 27. Çalışma alanı sınıflandırılmış havaalanı haritası

5.5.11. Demiryoluna Yakınlık

Demiryolu verisi özel harita mühendislik bürosundan temin edilerek koordinat sistemi tanımlanarak ArcGIS ortamına aktarılmıştır(Şekil 28).



Şekil 28. Çalışma alanı demiryolu haritası

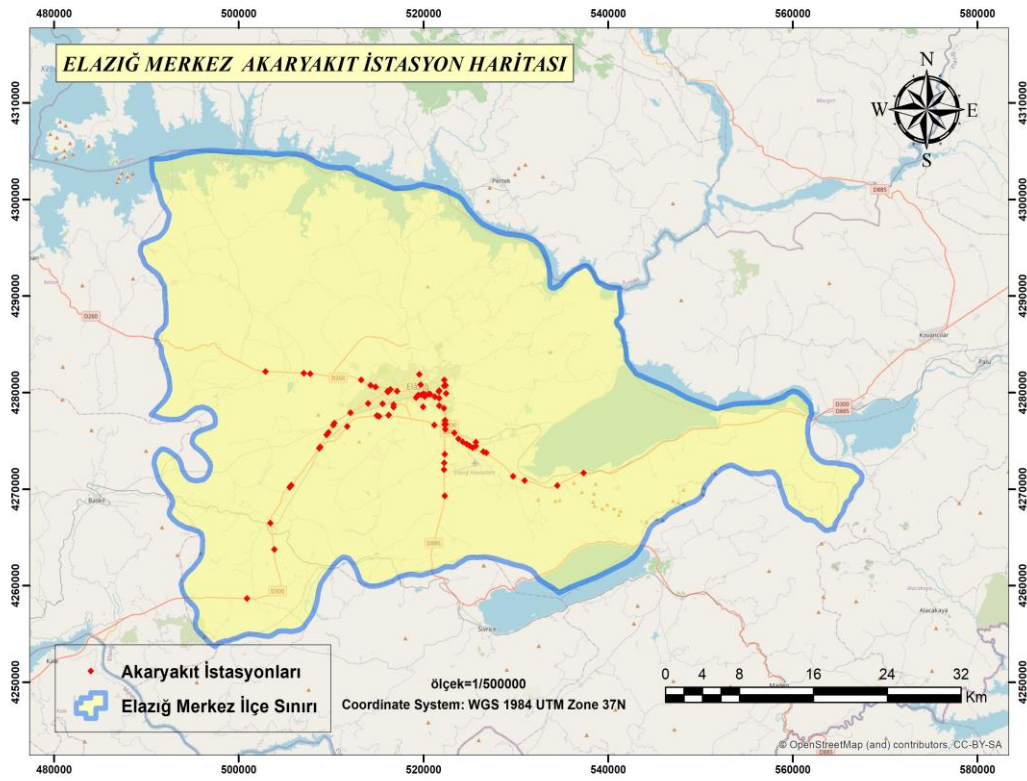


Şekil 29. Çalışma alanı sınıflandırılmış demiryolu haritası

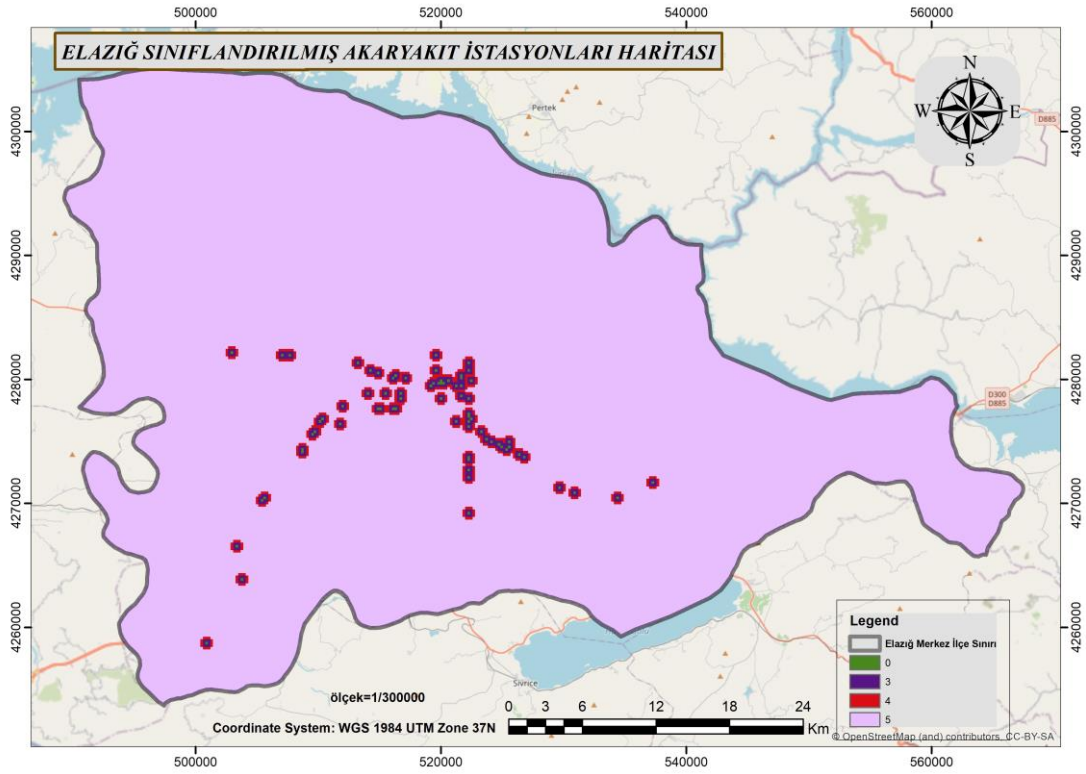
Etki alanını belirlemek için Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır. Daha sonra uygunluk analizinde kullanmak üzere 5 sınıfa ayırarak yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil 29).

5.5.12. Akaryakıt İstasyonlarına Yakınlık

Akaryakıt istasyonları verisi özel harita mühendislik bürosundan temin edilmiş ve ArcGIS ortamında güncelleştirilerek Spatial Analyst Tools-Distance-Euclidean Distance aşamaları yapılarak Öklid mesafe analizi yapılmıştır(Şekil 30). Daha sonra uygunluk analizinde kullanmak üzere 4 sınıfa ayırarak yeniden sınıflandırma yapıp puan değerleri atanmıştır(Şekil 31).



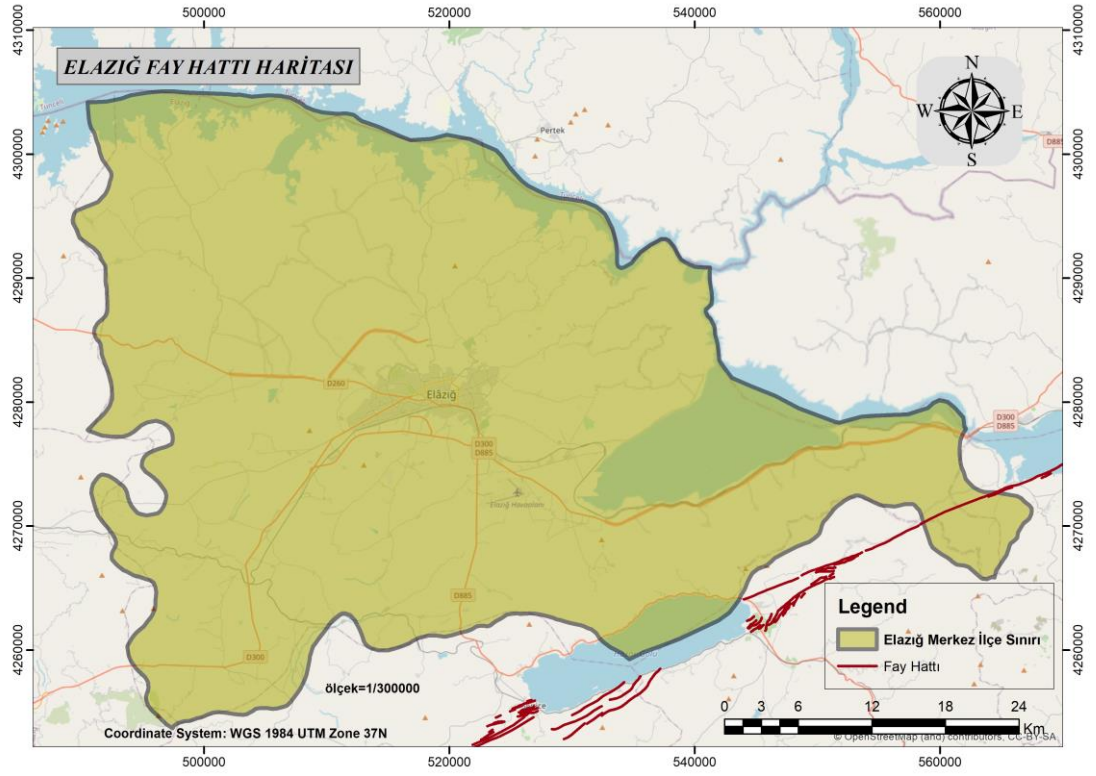
Şekil 30. Çalışma alanı akaryakıt istasyonları haritası



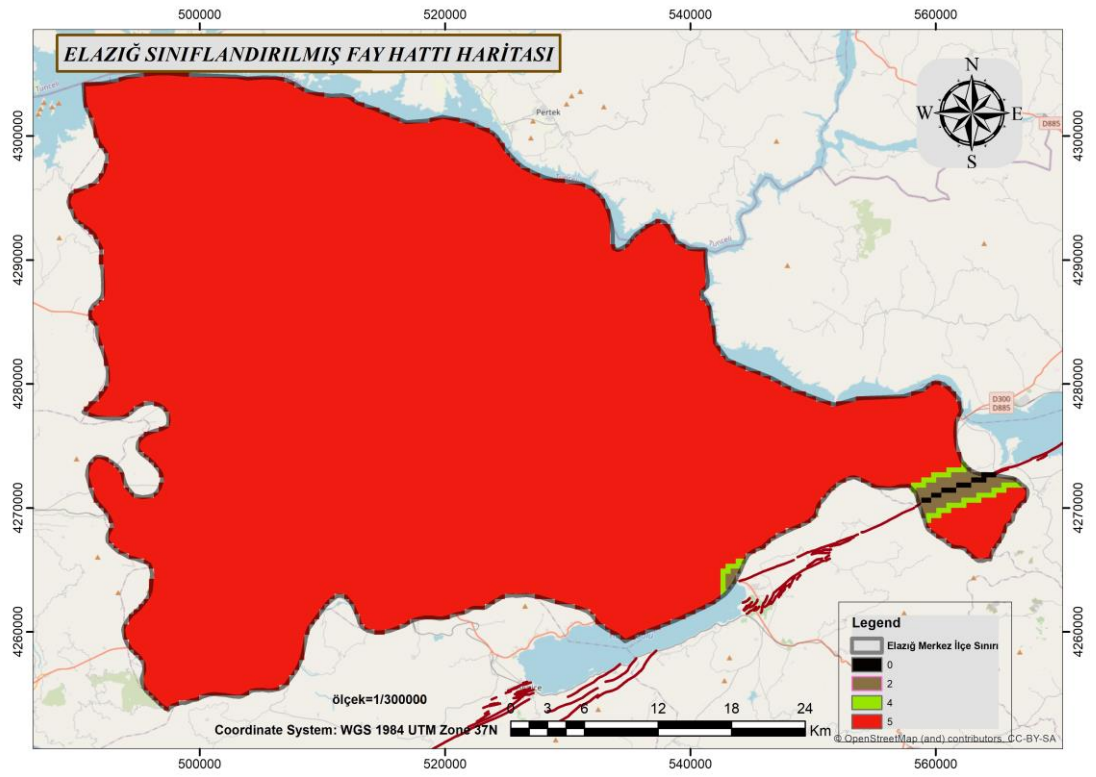
Şekil 31. Çalışma alanı sınıflandırılmış akaryakıt istasyonları haritası

5.5.13. Fay Hattı

Ülkemizin deprem bölgesi olmasının yanında son yıllarda yaşanan büyük depremler sonucunda insanlar, yapılar ve çevre üzerinde büyük ve kalıcı etkiler bırakmaktadır. Bu nedenle fay hatları yer seçim kriteri olarak büyük öneme sahiptir. Ancak seçilen çalışma alanı üzerinden fay hattı çok küçük bir alandan geçtiği için analize dâhil edilse de çok belirleyici olmamıştır(Şekil 32).



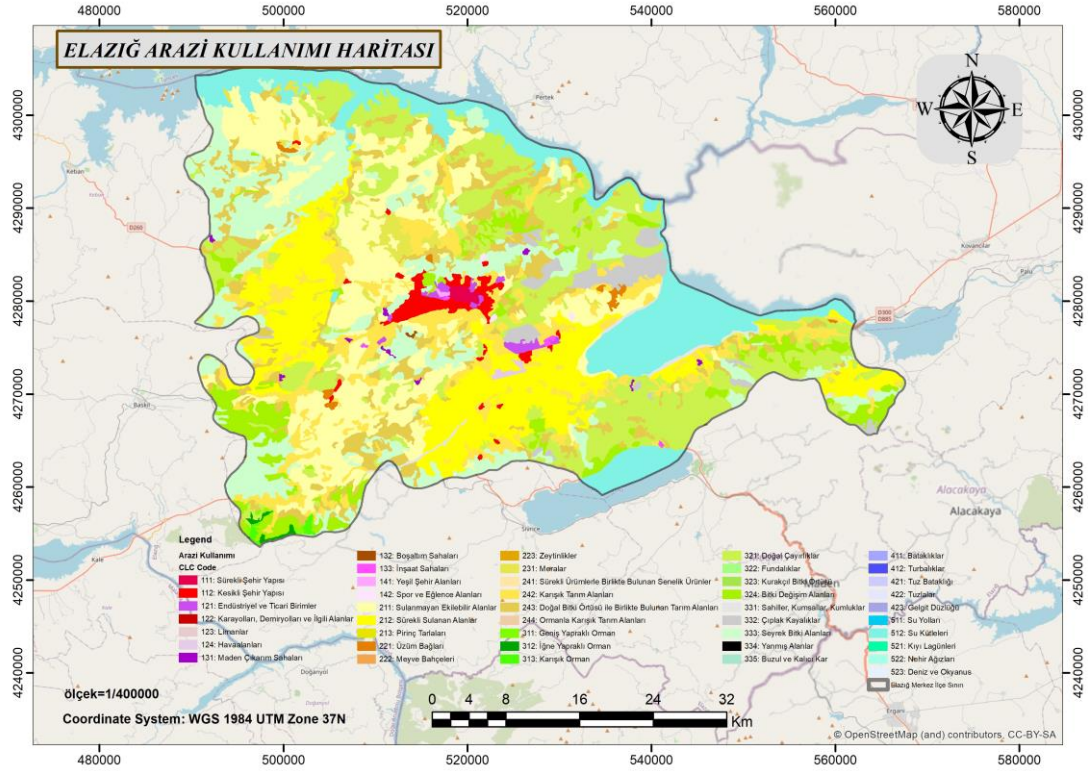
Şekil 32. Çalışma alanı fay hattı haritası



Şekil 33. Çalışma alanı sınıflandırılmış fay hattı haritası

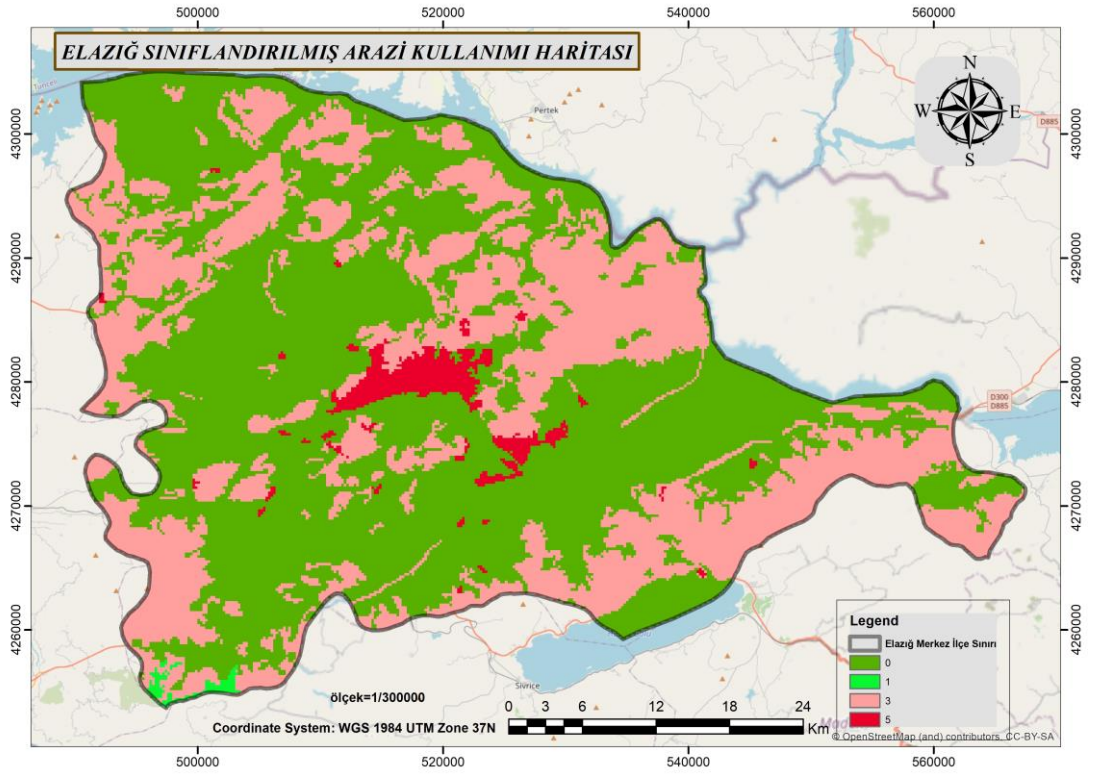
5.5.14. Arazi Kullanımı

Çevresel Verilerin Koordinasyonu Projesi kapsamında 2018 yılı CORİNE Elazığ İli Raporuna göre şehrin toplam yüzölçümünün % 2.5' i yapay alanlar,%49.04 ile tarımsal alanlar,% 37.79 Orman ve Yarı Doğal alanlar ve %10.68 ile su kütleleri oluşturmaktadır(Şekil 34).



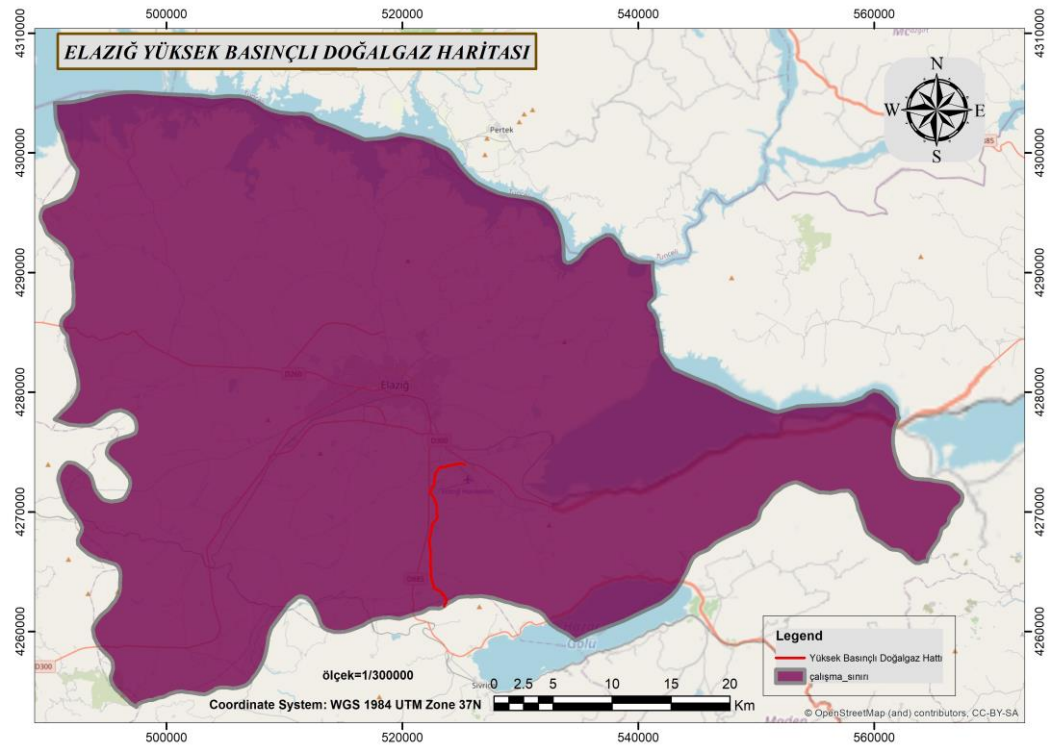
Şekil 34. Çalışma alanı arazi kullanım haritası

Arazi kullanım haritası uygunluk analizinde kullanılmak üzere yapay bölgeler, orman alanları, tarımsal alanları ve su yüzeyleri olmak üzere 4 sınıfa ayrılarak yeniden sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Yapay bölgelere en yüksek puan değeri, orman alanlarına ve yarı doğal alanlara düşük puan değeri atanmıştır. Yine korunması gereken tarımsal alanlara en düşük puan ve su alanlarına ise 0 puan değeri atanmıştır(Şekil 35).

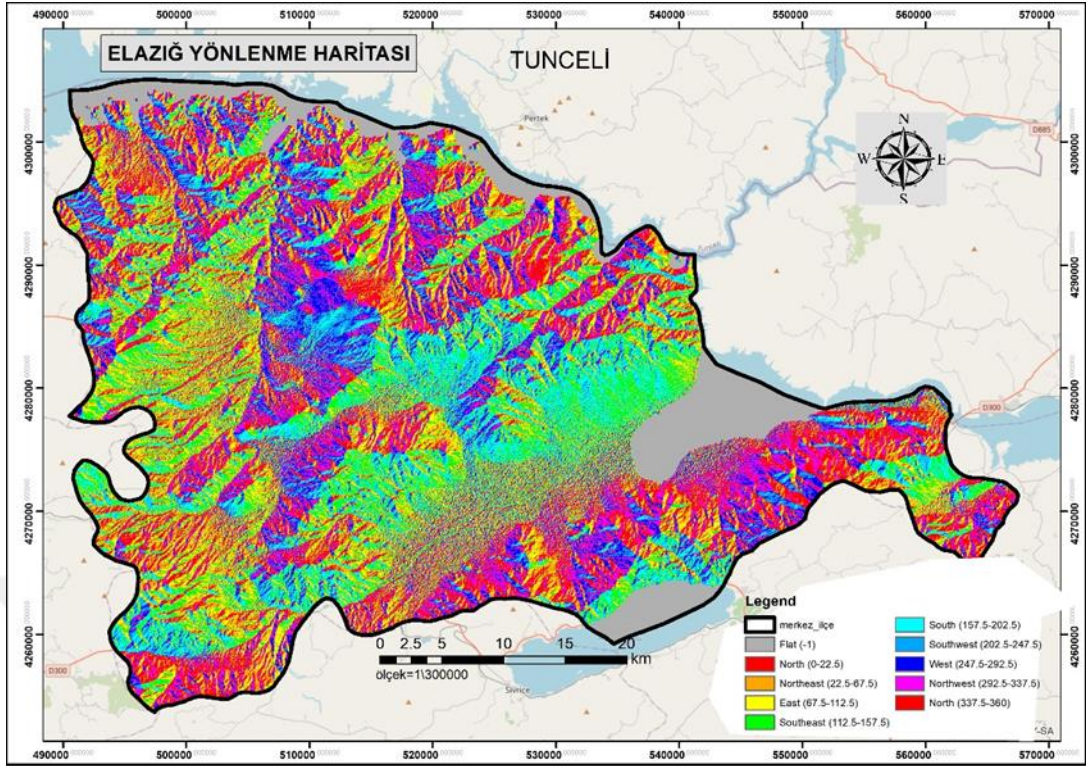


Şekil 35. Çalışma alanı sınıflandırılmış arazi kullanım haritası

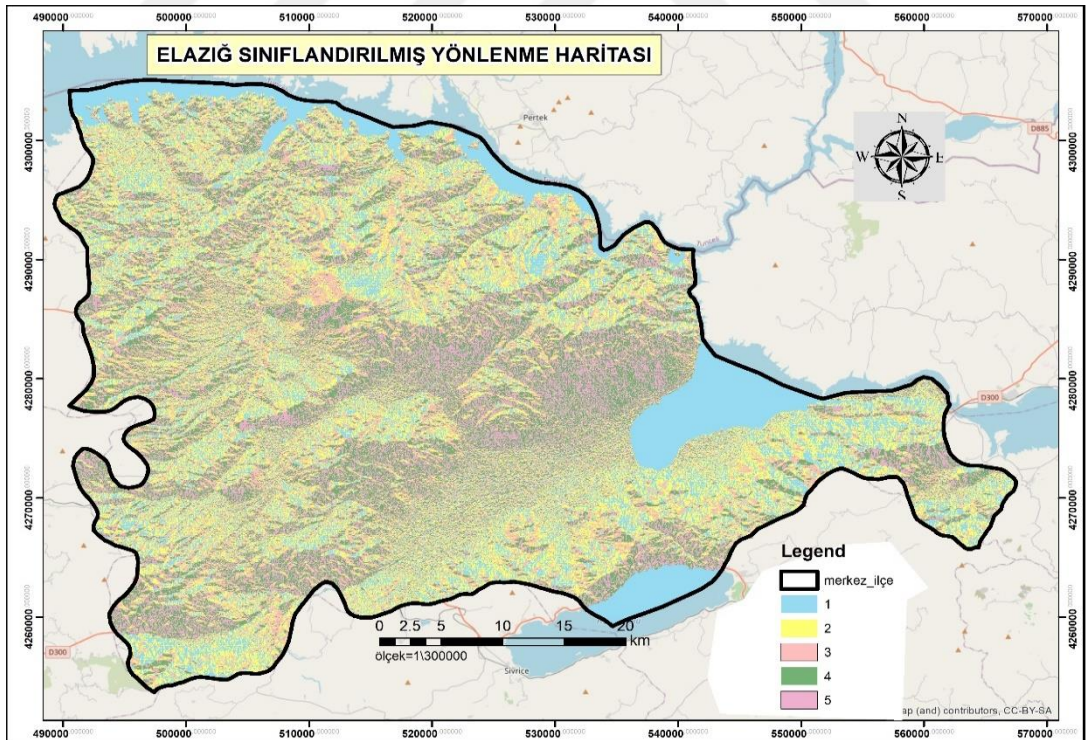
5.5.15. Yüksek Basıncılı Doğalgaz Hattı



Şekil 36. Çalışma alanı yüksek basınçlı doğalgaz haritası



Şekil 38. Çalışma alanı yönlenme haritası



Şekil 39. Çalışma alanı sınıflandırılmış yönlenme haritası

Çalışmada kullanılan tüm kriterlere ait ağırlık değerleri ve alt kriter ve puan değerleri tablo 16'da gösterildiği gibidir.

Tablo 16. Kriterlerin sınıf aralıkları ve ağırlık dereceleri(Kuru ve Terzi, 2018; Başeğmez, 2019)

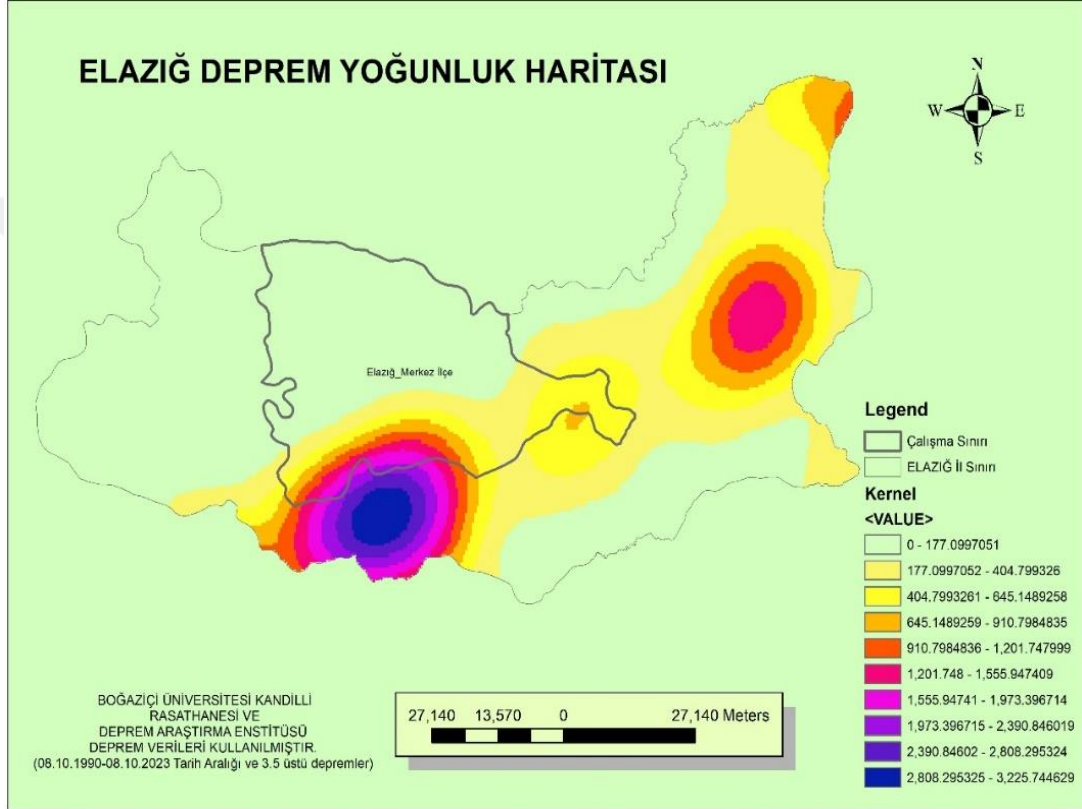
KRİTERLER	ALT KRİTERLER	PUAN	AĞIRLIK
NÜFUS ($m^2/kışı$)	0-0.50	1	% 19
	0.50-1.00	2	
	1.00-1.50	3	
	1.50-2.00	4	
	≥ 2.00	5	
MEVCUT OKULLARA OLAN UZAKLIK (metre)	0-500	1	% 16
	500-1000	2	
	1000-1500	3	
	1500-2000	4	
	≥ 2000	5	
DERE YATAKLARINA UZAKLIK(metre)	0-100	0	% 13
	100-200	1	
	200-400	2	
	400-600	4	
	≥ 600	5	
YERLEŞİM(ŞEHİR) MERKEZLERİNE YAKINLIK(metre)	0-500	5	% 8
	500-1000	4	
	1000-1500	3	
	1500-2000	2	
	≥ 2000	1	
YERLEŞİM(KÖY) MERKEZLERİNE YAKINLIK(metre)	0-500	5	% 3
	500-1000	4	
	1000-1500	3	
	1500-2000	2	
	≥ 2000	1	
EĞİM	0-5°	5	% 9
	5-10°	4	
	10-25°	3	
	25-40°	2	
	$\geq 40^\circ$	1	
TOPLU TAŞIMA GÜZERGÂHINA YAKINLIK(metre)	0-100	5	% 7
	100-500	4	
	500-1000	3	
	1000-1500	2	
	≥ 1500	1	
ANA YOLA UZAKLIK(metre)	0-100	0	% 6
	100-500	1	
	500-1000	3	
	1000-1500	4	
	≥ 1500	5	

Tablo 16 (Devamı).

KRİTERLER	ALT KRİTERLER	PUAN	AĞIRLIK
MEYHANA, BAR, KAHVEHANEYE UZAKLIK(metre)	0-100	0	% 4
	100-200	1	
	200-300	3	
	300-400	4	
	≥400	5	
YÜKSEK ORTA GERİLİM HATTINA UZAKLIK(metre)	200	0	% 3
	300	2	
	400	4	
	≥400	5	
ARAZİ KULLANIMI	Yapay Bölgeler	5	% 1
	Orman Alanları	3	
	Tarımsal Alan	1	
	Su Yüzeyleri	0	
GÜRÜLTÜ(HAVAALANI) (metre)	0-500	0	% 1
	500-1000	1	
	1000-1500	3	
	1500-2000	4	
	≥2000	5	
GÜRÜLTÜ(DEMİRYOLU) (metre)	0-50	0	% 1
	50-100	1	
	100-150	3	
	150-200	4	
	≥201	5	
FAY HATLARINA OLAN UZAKLIK	0-2000	0	% 2
	2000-2500	2	
	2500-3000	4	
	≥3000	5	
BENZİN İSTASYONLARINA UZAKLIK	0-100	0	% 2
	100-150	3	
	150-200	4	
	≥200	5	
YÜKSEK BASINÇLI DOĞALGAZ HATTINA UZAKLIK	0-100	0	% 1
	100-150	1	
	150-200	2	
	200-250	4	
	≥250	5	
YÖNLENME	S	5	% 1
	SE-SW	4	
	E-W	3	
	NE-NW	2	
	N	1	

5.6. Çalışma Alanının Deprem Tehlike Haritalarının Oluşturulması

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü 1990-2023 yılları arasında büyüklüğü 3.5 ve üstü deprem verileri kernel yoğunluk analizi ile Elazığ ili yoğunluk haritası oluşturulmuştur. Yoğunluk haritasında Sivrice, Palu Kovancılar ve Karakoçan bölgelerinin deprem yoğunluklarının fazla olduğu görülmektedir (Şekil 40).



Şekil 40. Elazığ deprem yoğunluk haritası

En Büyük Yer İvmesi (EBYİ-PGA)

Fayların geçmişte oluşturduğu depremlerin büyüklükleri ve mesafeler hesaplanarak En büyük yer ivmesi değerleri belirlenmektedir. Deprem anında yer yüzeyinin hangi hız ve miktarda sarsıldığının ifadesi ivme olarak bilinmektedir (Akkaya, 2013).

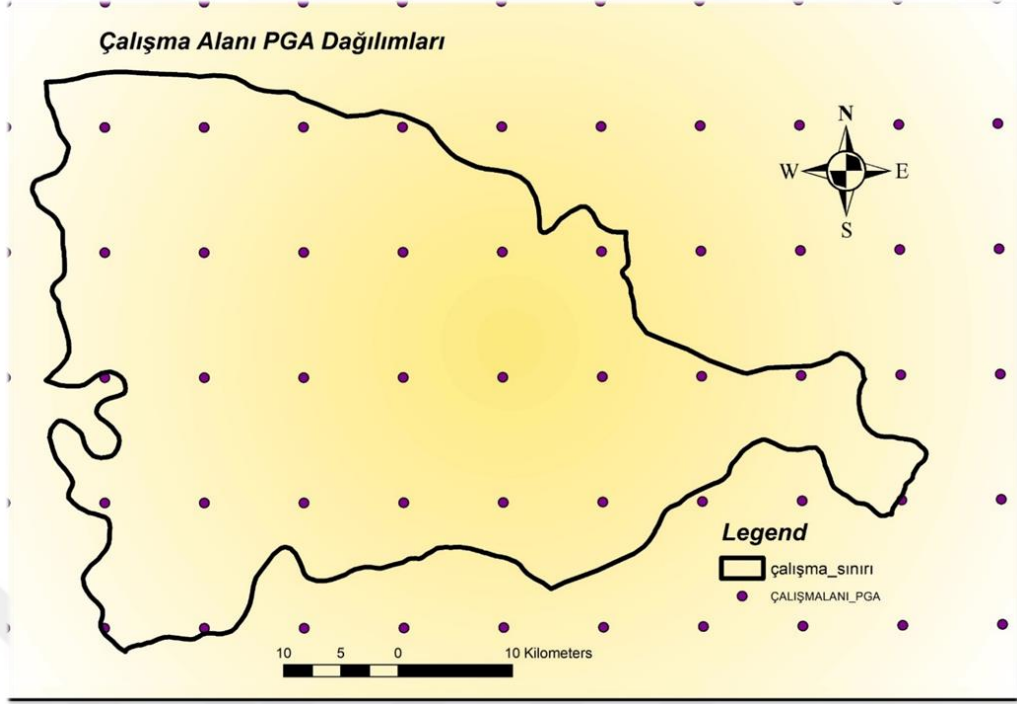
En büyük yer ivmesi çalışma alanının deprem tehlikesini gösteren ve değerlendirme yapılmasını sağlayan önemli bir etkidir. Depremlerin etkisinin incelenmesinde PGA kullanılmaktadır. (Bayrak, 2019)

PGA Değerleri İle Oluşturulan Deprem Tehlike Haritaları

Çalışma alanı için 50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip en büyük yer ivmesi değerleri, AFAD tarafından hazırlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası ekinde yer alan veriler kullanılarak Excel ortamında düzenlenmiştir(Şekil 41). Çalışma alanına göre düzenlenen PGA değerleri ArcGIS programına aktarılmıştır(Şekil 42). PGA değerleri baz alınarak sırasıyla Ters Uzaklık Ağırlıklı Enterpolasyon(Idw yöntemi), kriging yöntemi ve düzensiz üçgen ağı oluşturularak tüm çalışma alanı enterpole edilmiş ve ayrı ayrı deprem tehlike haritaları elde edilmiştir. Deprem haritaları incelendiğinde alanın güneydoğu bölümünün kuzey bölümlere göre daha yüksek PGA değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Fay hatları boyunca PGA değerlerinin artış gösterdiği görülmektedir. Aynı zamanda fay hatlarından uzaklaştıkça bu değerlerin düştüğü görülmektedir.

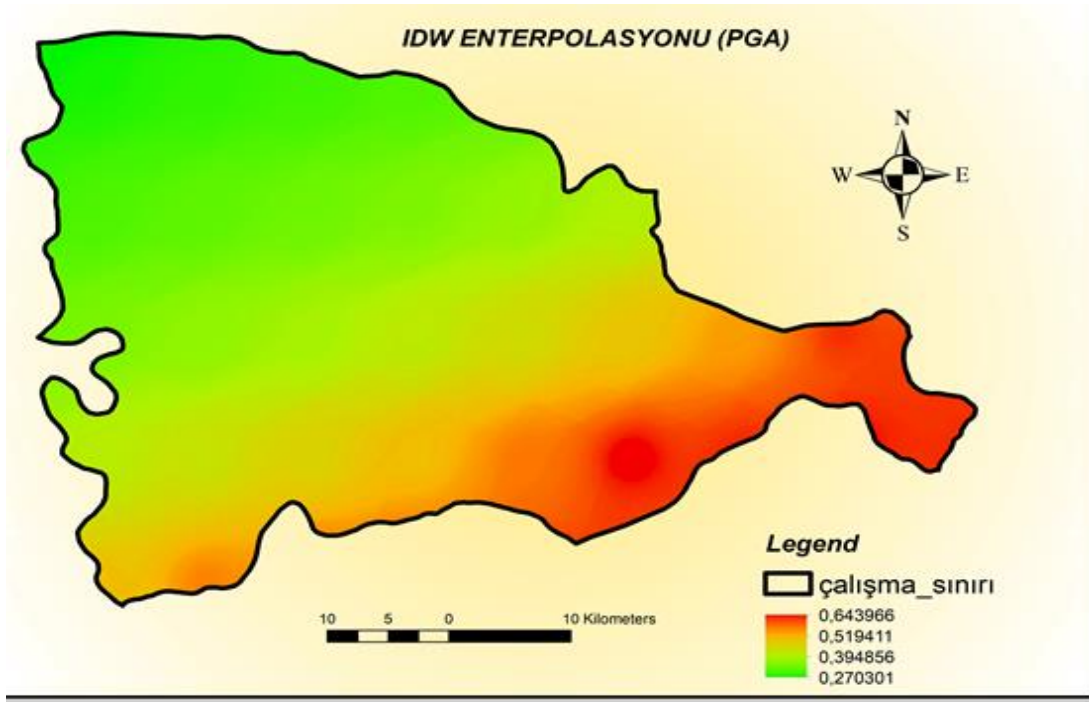
Koordinat		En Büyük Yer İvmesi (g) - PGA				Kısa Periyot (0.2 sn) için Spektral İvme (g) - S ₀				1.0 sn Periyot için Spektral İvme (g) - S ₁				En Büyük Yer Hızı (cm/sn) - PGV			
		50 Yılda Aşılma Olasılığı				50 Yılda Aşılma Olasılığı				50 Yılda Aşılma Olasılığı				50 Yılda Aşılma Olasılığı			
Boylam	Enlem	% 2	% 10	% 50	% 68	% 2	% 10	% 50	% 68	% 2	% 10	% 50	% 68	% 68	% 50	% 10	% 2
24.550	39.950	1.320	0.716	0.218	0.138	3.273	1.714	0.501	0.317	0.878	0.437	0.121	0.076	7.596	12.321	44.717	83.452
24.550	40.050	0.906	0.516	0.190	0.127	2.291	1.246	0.439	0.297	0.617	0.324	0.111	0.074	7.324	11.010	31.600	57.991
24.550	40.150	0.835	0.448	0.168	0.117	2.100	1.091	0.398	0.275	0.574	0.293	0.105	0.072	6.897	10.118	28.146	53.509
24.550	40.250	0.736	0.397	0.155	0.110	1.851	0.961	0.363	0.255	0.502	0.261	0.098	0.068	6.505	9.299	24.540	46.518
24.550	40.350	0.741	0.386	0.147	0.103	1.845	0.931	0.342	0.236	0.476	0.244	0.092	0.064	6.099	8.724	23.049	44.843
24.650	39.750	0.654	0.386	0.160	0.114	1.637	0.924	0.373	0.265	0.471	0.257	0.099	0.069	6.707	9.559	23.999	42.787
24.650	39.850	0.882	0.508	0.189	0.128	2.226	1.223	0.437	0.298	0.621	0.324	0.109	0.074	7.282	10.885	31.680	57.479
24.650	39.950	1.139	0.614	0.212	0.137	2.825	1.472	0.487	0.314	0.767	0.383	0.119	0.076	7.567	11.967	45.100	85.698
24.650	40.050	1.149	0.621	0.205	0.135	2.854	1.489	0.470	0.311	0.765	0.383	0.116	0.076	7.558	11.643	38.564	72.733
24.650	40.150	0.870	0.486	0.185	0.127	2.200	1.179	0.431	0.297	0.597	0.311	0.110	0.075	7.377	10.810	30.074	55.756
24.650	40.250	0.788	0.425	0.166	0.116	1.983	1.037	0.393	0.274	0.544	0.280	0.103	0.071	6.814	9.882	26.491	50.273
24.650	40.350	0.783	0.412	0.155	0.107	1.952	0.997	0.363	0.246	0.506	0.259	0.096	0.066	6.278	9.147	24.560	47.362
24.650	40.450	0.755	0.383	0.136	0.090	1.883	0.926	0.318	0.211	0.489	0.243	0.089	0.061	5.651	8.287	23.053	46.213
24.650	40.550	0.697	0.346	0.117	0.077	1.737	0.838	0.278	0.178	0.454	0.224	0.082	0.057	5.152	7.577	21.128	42.966
24.750	39.650	0.527	0.295	0.126	0.093	1.299	0.705	0.295	0.216	0.383	0.211	0.087	0.063	5.859	8.024	19.020	34.584
24.750	39.750	0.582	0.334	0.145	0.105	1.442	0.805	0.331	0.240	0.422	0.231	0.093	0.067	6.316	8.762	21.273	38.190
24.750	39.850	0.696	0.405	0.165	0.117	1.727	0.966	0.387	0.275	0.497	0.268	0.102	0.071	6.899	9.861	25.109	45.119

Şekil 41. Türkiye deprem tehlike haritası ekinde yer alan PGA değerleri



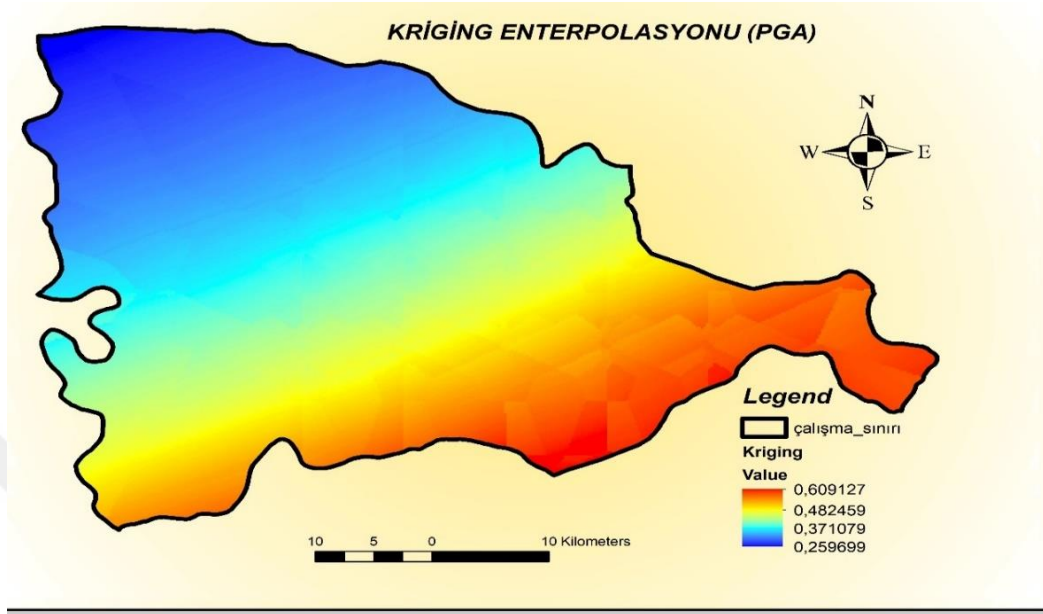
Şekil 42.Çalışma alanı PGA dağılımları

Idw yöntemi ile elde edilen harita incelendiğinde çalışma alanının PGA değerlerinin 0.2703 ile 0.6439 arasında değiştiği görülmektedir. Kırmızı renk ile temsil edilen bölgeler yüksek tehlikeli bölgeler ve yeşil renk ile temsil edilen bölgeler ise nispeten daha düşük tehlikeli bölgeler olarak görülmektedir(Şekil 43).



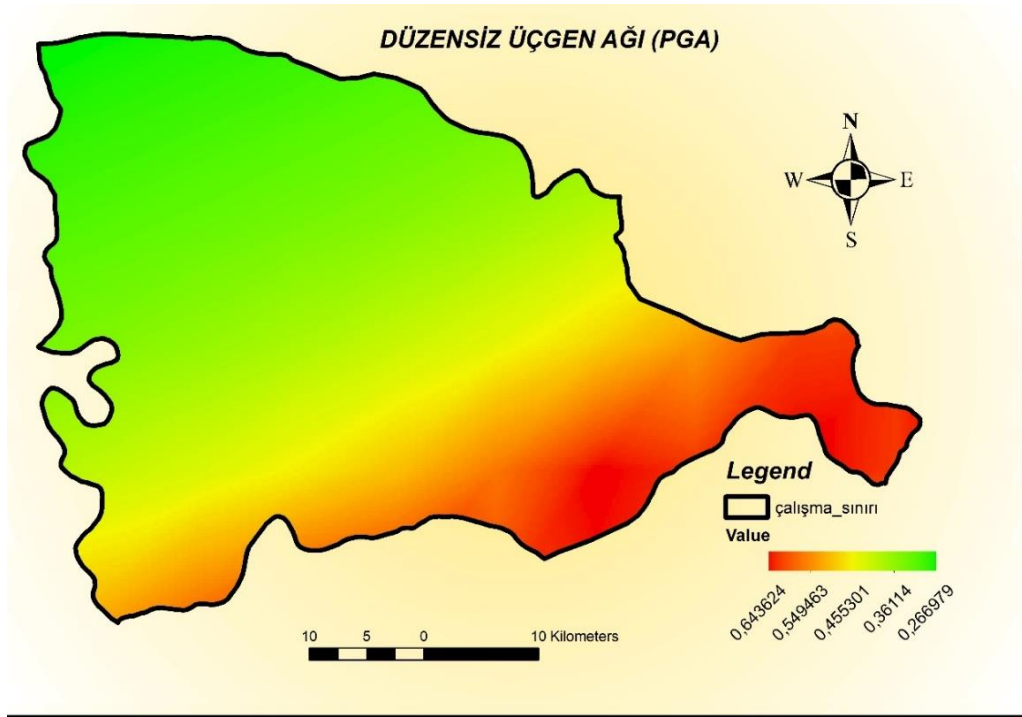
Şekil 43. IDW yöntemiyle elde edilen çalışma alanına ait PGA haritası

Kriging yöntemi ile elde edilen şekil harita incelendiğinde 0.2596 ile 0.6091 arasında değiştiği görülmektedir(Şekil 44).



Şekil 44. Kriging yöntemiyle elde edilen çalışma alanına ait PGA haritası

Düzensiz üçgen ağı oluşturularak ile elde edilen şekil harita incelendiğinde çalışma alanında aşılması muhtemel PGA değerlerinin 0.2669 ile 0.6436 arasında değiştiği görülmektedir(Şekil 45).

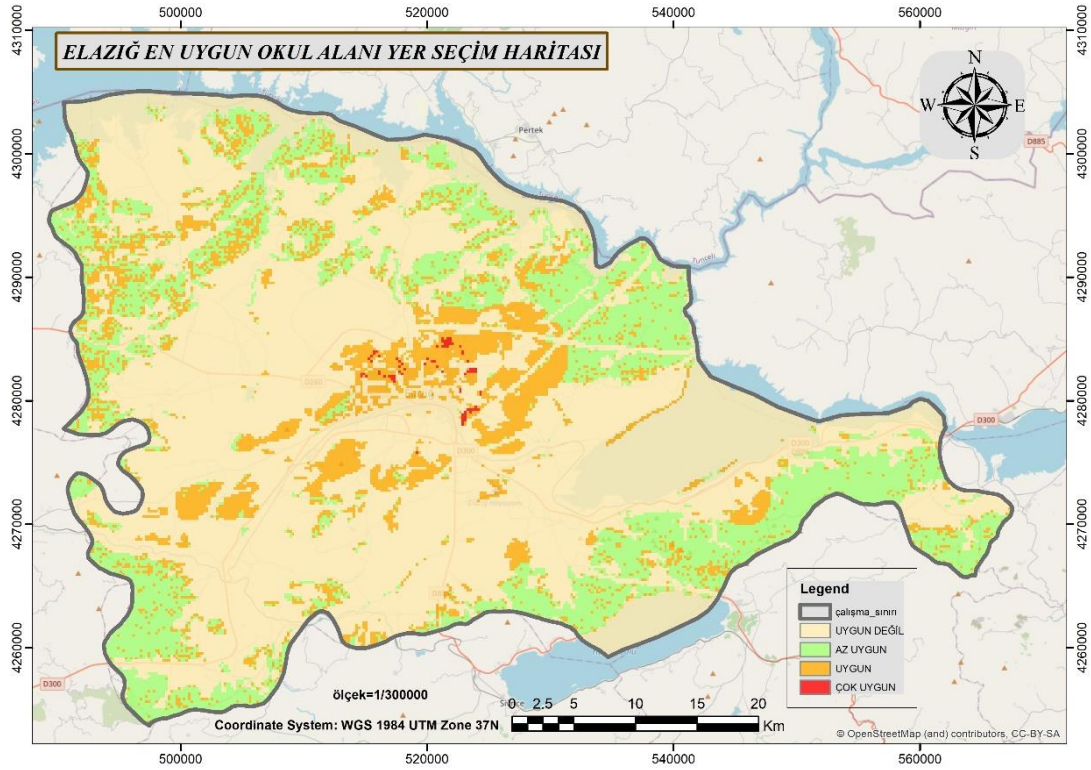


Şekil 45. Düzensiz üçgen ağı oluşturularak elde edilen çalışma alanına ait PGA haritası

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanı sınırları içerisinde en uygun okul yerinin belirlenmesi için 15 kriter kullanılmış ve ikili karşılaştırma matrisinde değerlendirilmiştir. Önceki adımlarda sınıflandırılmış raster veriler ile AHP yöntemiyle bulunan ağırlık değerleri kullanılarak weighted overlay analizi ile okul uygunluk haritası elde edilmiştir(Şekil46).

6.1. En Uygun Okul Alanı Yer Seçimi Analizinin Değerlendirilmesi

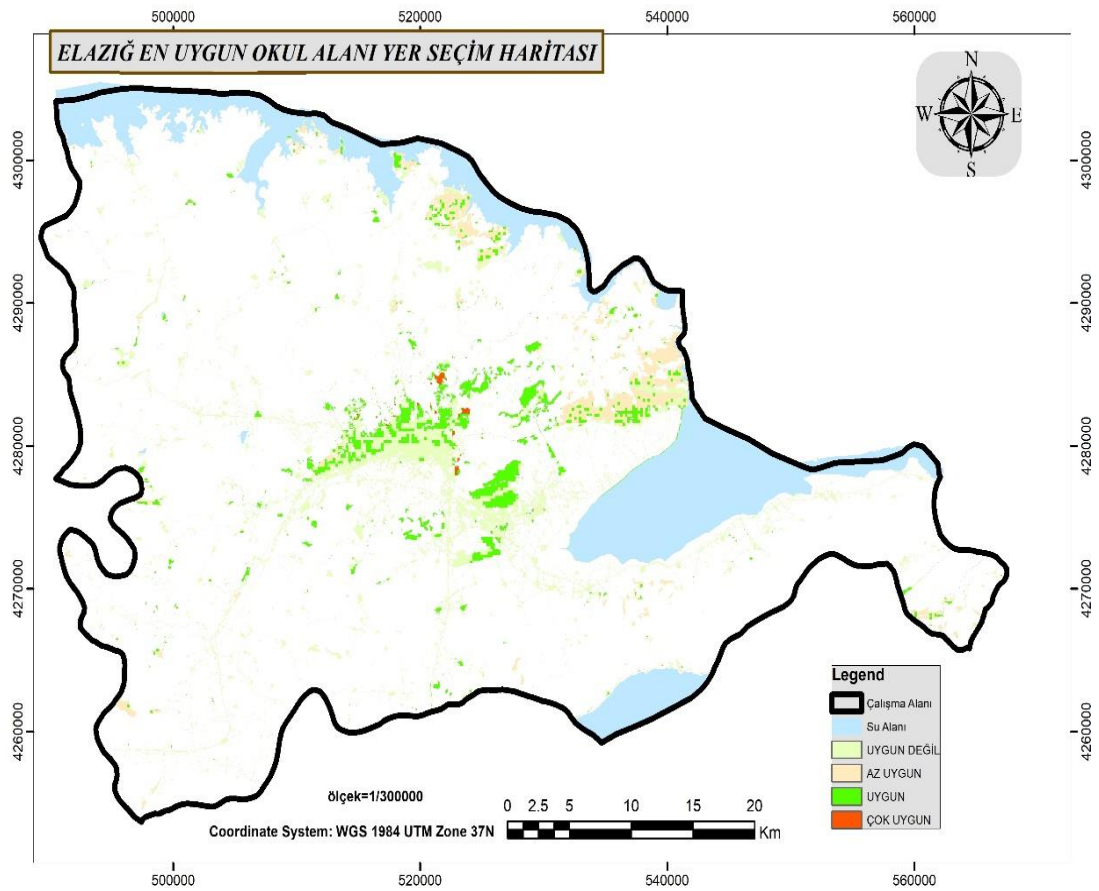


Şekil 46. Elazığ merkez ilçesi en uygun okul alanı yer seçim haritası

AHP yöntemiyle elde edilen ağırlık değerleri önem sırasına göre incelendiğinde; nüfus, mevcut okullara olan uzaklık, dere yataklarına olan uzaklık, yerleşim merkezlerine yakınlık, eğim, toplu taşıma güzergâhına yakınlık, ana yola uzaklık, meyhane kahvehane bar elektronik oyun merkezlerine uzaklık, yüksek orta gerilim hattına uzaklık, arazi kullanımı, gürültü, fay hatlarına uzaklık, benzin istasyonlarına uzaklık, yüksek basınçlı doğal gaz hatlarına uzaklık ve yönlenme olarak karşımıza çıkmıştır.

Kriterler içerisinde yer alan arazi kullanım kriterinde orman, tarım ve sulu alan olarak belirlenen alanlara 0 puan verilmiş ancak kullanılan bir diğer kriter olan eğim kriterinden dolayı bu alanların az eğimli olması sebebiyle yüksek puanlar alabilmektedirler. Bundan dolayı sonuç haritası oluşturulduktan sonra ayrıca korunması gereken alanlar haritada uygun olmayan alanlar olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen uygunluk haritasında, uygun okul alanları çok uygun, uygun, az uygun ve uygun değil olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Uygunluk haritasında kırmızı renkler çok uygun okul alanlarını göstermektedir.(Şekil47).



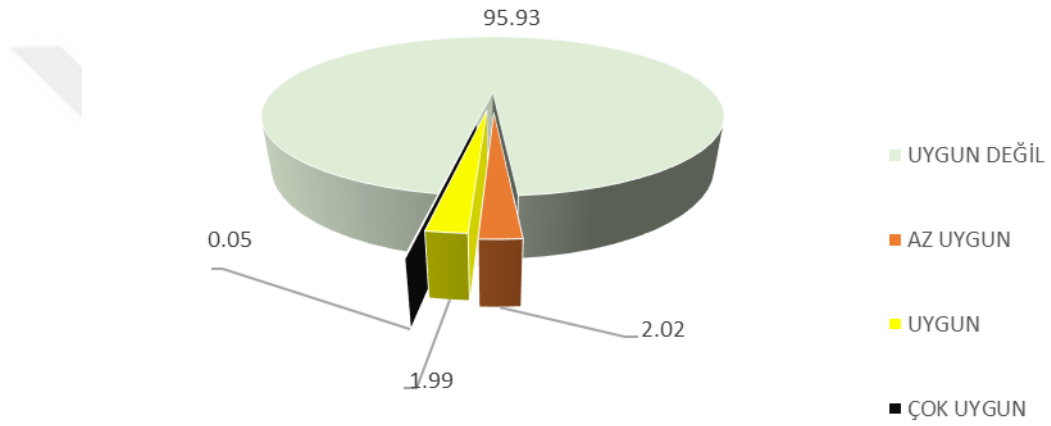
Şekil 47. Maskelenmiş en uygun okul alanı yer seçim haritası

AHP yöntemi ile belirlenen en uygun okul alanları yer seçimi haritasında çalışma alanının 95.93 ‘ü ile 216178.8639 ha büyüklüğünde uygun olmayan alan, çalışma alanının 2.02 ‘si ile 4549.991096 ha büyüklüğünde az uygun alan, çalışma alanının 1.99 ‘u ile 4492.818548 ha büyüklüğünde uygun alan ve çalışma alanının 0.05 ‘i 123.734334 ha büyüklüğünde çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir(Tablo 17).

Tablo 17. En uygun okul yer seçim analizi

UYGUNLUK DURUMU	ALAN(Ha)	YÜZDE(%)
UYGUN DEĞİL	216178.8639	95.93
AZ UYGUN	4549.991096	2.02
UYGUN	4492.818548	1.99
ÇOK UYGUN	123.734334	0.05
TOPLAM	225345.4079	100.00

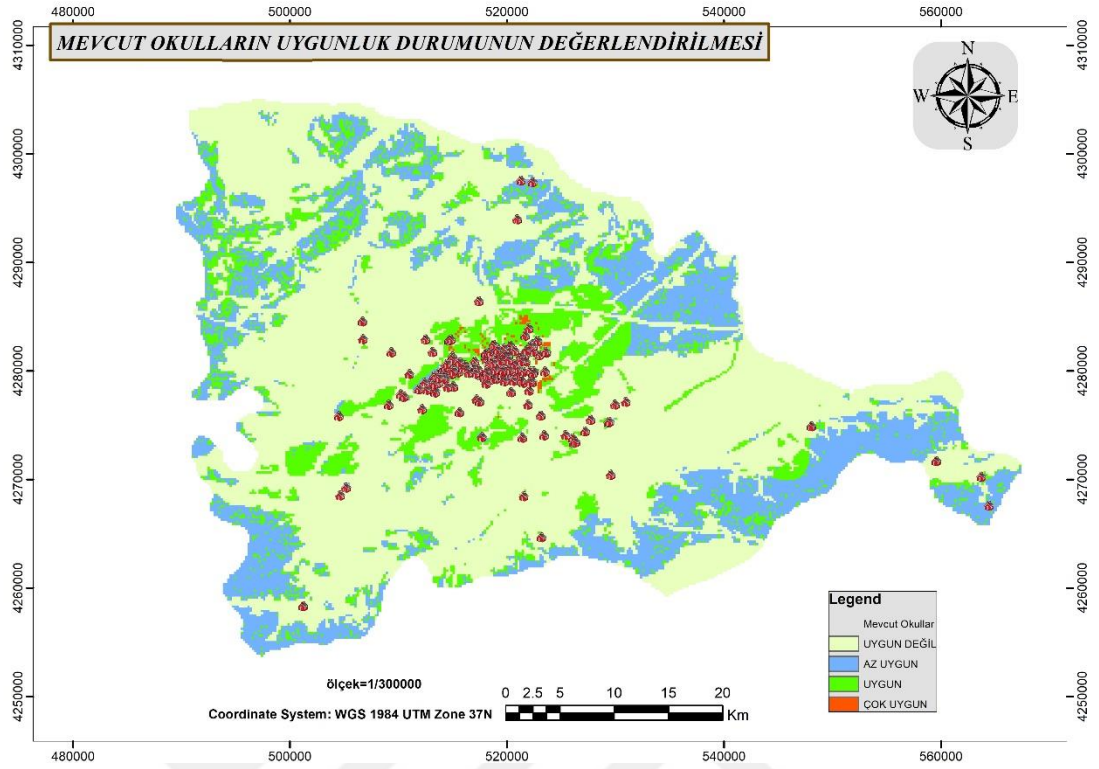
EN UYGUN OKUL YER SEÇİM ANALİZİ



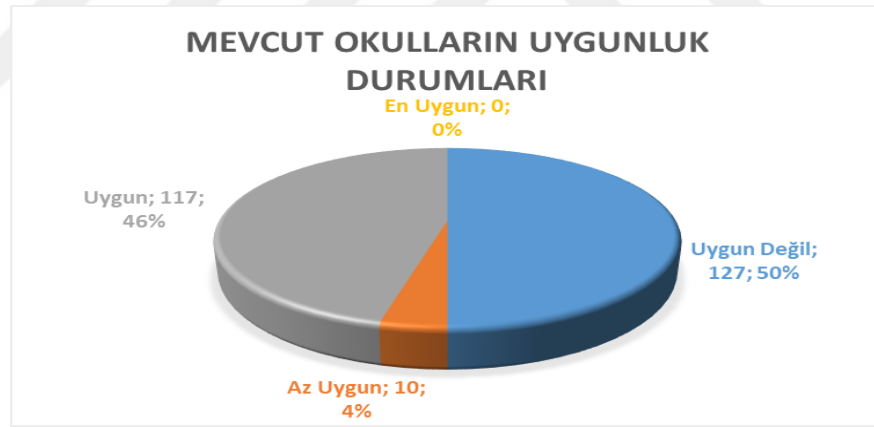
Şekil 48. Çalışma alanı uygunluk yüzdeleri

6.2. Mevcut Okulların Uygunluk Durumlarının Değerlendirilmesi

Çalışma alanı olarak seçilen Elazığ Merkez İlçesinde yapım süreci devam eden okullar haricinde 254 mevcut okul bulunmaktadır. Bu okulların uygunluk değerlendirilmesi en uygun okul yer seçimi analizi sonucunda oluşturulan sonuç haritası üzerinden yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda 254 adet mevcut okulun 117 adet okul olmak üzere %46'sı Uygun alanlarda, 127 adet okul sayısı ile %50 si Uygun Değil, 10 adet okul sayısı ile %4'ü Az Uygun alanlarda yer almakta ve en uygun alanlarda ise hiçbir okul bulunmamaktadır(Şekil 50)(Tablo 17).



Şekil 49. Mevcut okulların uygunluk durumlarının değerlendirilmesi



Şekil 50. Mevcut okulların yer seçim sonuçlarına göre dağılımı

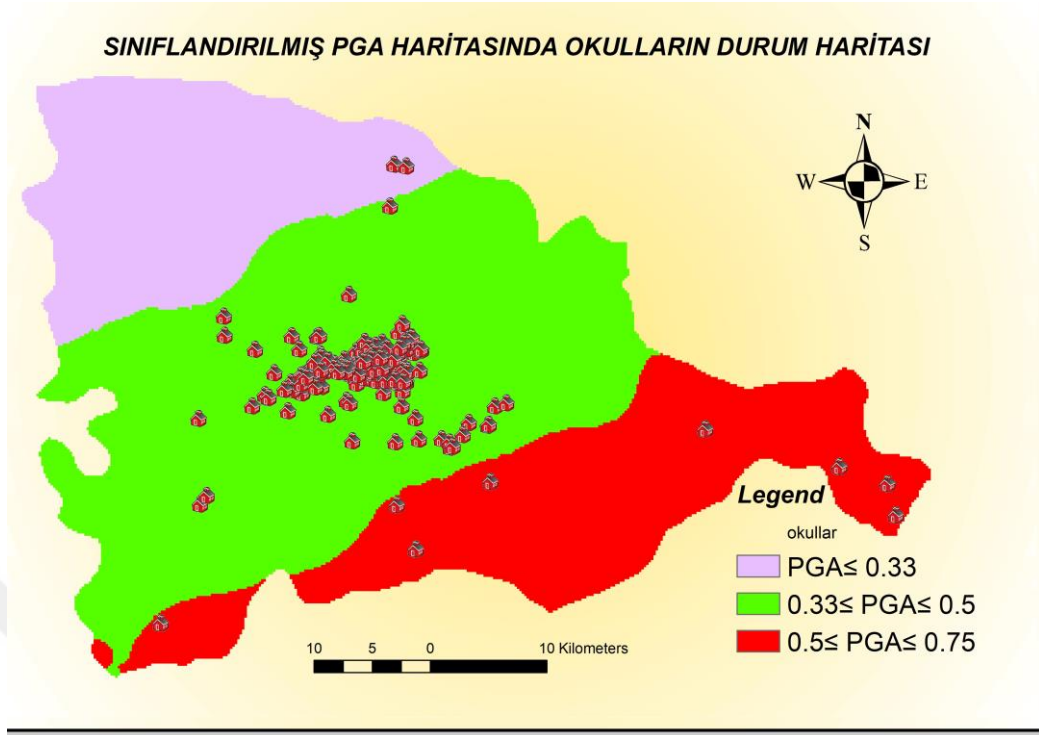
6.3. Deprem Etkisine Göre En Uygun Okul Alanlarının İncelenmesi

24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ ilinde 6.8 şiddetinde yaşanan depremde hasar alan okullar ilk bölümlerde detaylı olarak verilmiştir. Bu okullardan çalışma alanı içerisinde kalan okullar oluşturulan Deprem Tehlike Haritası kullanılarak PGA değerleri baz alınarak risk durumları hakkında inceleme yapılmıştır. Çalışma alanında depremden sonra ağır ve orta hasarlı eğitim kurumları yıkılmıştır. Bu okulların PGA değerlerinin 0.3421-0.4674 aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Elazığ depreminden etkilenen okulların PGA değerleri

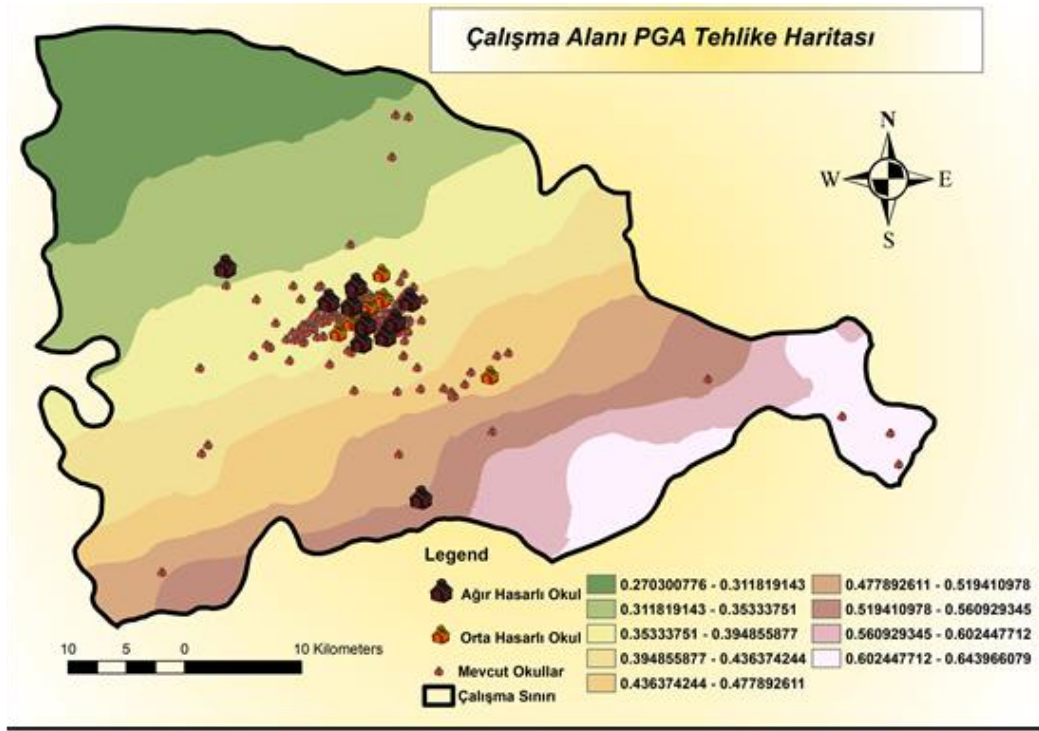
Okul Adı	Hasar Seviyesi	PGA Değeri(IDW)	Sınıf	PGA (Kriging)	Sınıf	PGA (TIN)	Sınıf
Elazığ Anadolu İmam Hatip Lisesi Eski Pansiyon Binası	Ağır	0.402115	4	0.404673	4	0.389599	4
Elazığ Lisesi	Ağır	0.407087	4	0.405888	4	0.393041	4
Elazığ Ortaokulu	Ağır	0.401508	4	0.403988	4	0.388661	4
Esentepe İlkokulu	Ağır	0.396796	4	0.398754	4	0.385949	3
İl Milli Eğitim Müdürlüğü	Ağır	0.401154	4	0.405332	4	0.391814	4
Korgeneral Hulusi Sayın Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ağır	0.407154	4	0.406632	4	0.394814	4
Mustafa Kemal Ortaokulu	Ağır	0.407154	4	0.406632	4	0.394814	4
Uzun Tarla Ortaokulu	Ağır	0.344435	2	0.349077	3	0.342098	2
Yedi göze İlkokulu	Ağır	0.518039	6	0.539709	8	0.541278	7
Aksaray İmam Hatip Ortaokulu	Orta	0.408938	4	0.410095	4	0.396587	4
Gazi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Orta	0.396486	3	0.396029	4	0.385535	3
Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi	Orta	0.399076	4	0.401849	4	0.387619	4
Şehit Coşkun Özcan Ortaokulu	Orta	0.45491	5	0.47905	6	0.461598	5
Mehmet Akif Ersoy İlkokulu	Orta	0.399076	4	0.401849	4	0.387619	4
Öğretmenevi ve Akşam Sanat Okulu	Orta	0.396181	4	0.396693	4	0.384597	3

IDW yöntemiyle elde edilen Deprem Tehlike Haritası PGA değerinin 0.33 gal ve daha küçük olan bölgeler, PGA değerinin 0.30-0.5 gal arasında olması beklenen bölgeler ve PGA değerinin 0.50-0.75 gal arasında olması beklenen bölgeler olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucu incelendiğinde okulların büyük bölümünün PGA değerinin 0.30-0.5 gal arasında olan bölümde olduğu orta riskli diyebileceğimiz sınıfta, 8 okulumuzun ise riskli deprem zemininde bulundukları görülmektedir(Şekil 51). Metin Doğan Ortaokulu, İçme İlkokulu-Ortaokulu, Bahçekapı İlköğretim Okulu, Yedigöze İlköğretim Okulu, Sakabaşı İlkokulu ve Kuyulu İlkokulu kırmızı renk ile temsil edilen riskli bölgede bulunan okullardır.



Şekil 51. Sınıflandırılmış PGA haritasında okulların durumu

Ağır ve orta hasarlı okul binaların oluşturulan PGA Tehlike Haritasında dağılımı şekil 52’de gösterildiği gibidir. Ağır hasarlı okullar siyah renkte, orta hasarlı okullar ise kırmızı renk ile gösterilmiştir.



Şekil 52. Ağır/Orta hasarlı okulların PGA tehlike haritasında konumları

Tablo 19. Çalışma sonucuna göre Elazığ'da bulunan tüm okulların PGA değerleri ve deprem risk durumları

OKUL ADI	PGA(IDW)	PGA(KRIGING)	PGA(TIN)	RİSK
Uzuntarla İlköğretim Okulu	0.344435	0.349077	0.342098	Orta Riskli
Elazığ Merkez	0.350787	0.361169	0.353956	Orta Riskli
Sevinç Behiç İlkokulu	0.353194	0.356508	0.348156	Orta Riskli
Şahinkaya İlköğretim Okulu	0.367791	0.370495	0.361564	Orta Riskli
Örençay Doktor Evleri İlköğretim Okulu	0.369587	0.391722	0.377239	Orta Riskli
Fırat Anadolu Lisesi	0.372229	0.376041	0.365723	Orta Riskli
Çaydaçıra Anaokulu	0.373179	0.376617	0.365723	Orta Riskli
Toki Fırat Ortaokulu	0.373179	0.376617	0.365723	Orta Riskli
Harput Ekrem Uzel İlköğretim Okulu	0.379711	0.389073	0.379136	Orta Riskli
Sarıçubuk İlkokulu	0.382837	0.382044	0.372245	Orta Riskli
Elazığ Ahmet Yesevi Sosyal Bilimler Lisesi	0.38294	0.392399	0.381803	Orta Riskli
Elazığ Özel Eğitim Uygulama Merkezi	0.383159	0.383405	0.373589	Orta Riskli
Ted Elazığ Koleji	0.383867	0.389461	0.378686	Orta Riskli
Mehmet Mihri Akıncı İlköğretim Okulu	0.384023	0.389051	0.378754	Orta Riskli
Abdullah Hakan Tangülü Özel Eğitim ve Mesleki Eğitim Merkezi	0.384172	0.385028	0.375053	Orta Riskli
Şehit Süleyman Budak Ortaokulu	0.384655	0.391122	0.381311	Orta Riskli
Hilalkent İlkokulu	0.385047	0.391659	0.381311	Orta Riskli
75. Yıl Anaokulu	0.385404	0.382267	0.375432	Orta Riskli
Çaba ilkokulu	0.385404	0.382267	0.375432	Orta Riskli
Necip Fazıl Kısakürek Anadolu Lisesi	0.385831	0.387688	0.378236	Orta Riskli
Elazığ Yahya Kemal Beyatlı Anadolu Lisesi	0.385945	0.390265	0.379807	Orta Riskli
Şehit Mehmet Akpınar İlkokulu	0.385975	0.390155	0.379927	Orta Riskli
Fatih Anadolu Lisesi	0.386005	0.392152	0.381943	Orta Riskli
Cemal Gürsel İlkokulu	0.386015	0.390717	0.379589	Orta Riskli
Şehit Hüseyin Göröl İmam Hatip Ortaokulu	0.386024	0.394783	0.386723	Orta Riskli
Barbaros Hayrettin Paşa Ortaokulu	0.38604	0.38415	0.376353	Orta Riskli
TOBB İlkokulu	0.386055	0.394227	0.383527	Orta Riskli
Türkiye Odalar Ve Borsalar Birliği İfo	0.386055	0.394227	0.383527	Orta Riskli
Şehit Cuma Dağ Ortaokulu	0.386057	0.394116	0.382855	Orta Riskli
Çubuk Bey Anadolu Lisesi	0.386103	0.388273	0.377298	Orta Riskli
Elazığ Anaokulu	0.386103	0.388273	0.377298	Orta Riskli
Şehit Faruk Demir İlkokulu	0.386128	0.394122	0.385852	Orta Riskli
Şht.Pyd.Bnb.Zafer Kılıç Anadolu İmam Hatip Lisesi	0.386143	0.385575	0.379661	Orta Riskli
Cumhuriyet Okulu	0.386169	0.386237	0.379118	Orta Riskli
Akd Kids	0.386237	0.389899	0.382047	Orta Riskli
Yahya Kemal Beyatlı Anadolu Lisesi	0.386237	0.389899	0.382047	Orta Riskli
Cumhuriyet Ortaokulu	0.386268	0.386796	0.379661	Orta Riskli
Elazığ Barış Pinari Anaokulu	0.386386	0.387355	0.380204	Orta Riskli
Özel Elazığ Altınoluk Anaokulu	0.386386	0.387355	0.380204	Orta Riskli
Harput Anaokulu	0.386418	0.391018	0.38259	Orta Riskli
Yazıkonak İlkokulu	0.470546	0.478243	0.460618	Orta Riskli
Elazığ Kanuni Sultan Süleyman Ortaokulu	0.474405	0.481955	0.464266	Orta Riskli

Tablo 19(Devamı).

OKUL ADI	PGA(IDW)	PGA(KRIGING)	PGA(TIN)	RİSK
Şehit Bayram-Nurgül Aladağ İlkokulu	0.386418	0.391018	0.38259	Orta Riskli
Şehit Eyyüp Oğuz (Fen Ve Sosyal Bilimler) Anadolu İmam Hatip Lisesi	0.386474	0.391234	0.38188	Orta Riskli
Metin Koloğlu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	0.386484	0.391357	0.379485	Orta Riskli
Mehmet Koloğlu Anadolu Lisesi	0.386531	0.387915	0.380204	Orta Riskli
Ahmet Kabaklı Fen Lisesi	0.386591	0.387253	0.380204	Orta Riskli
Cemil Meriç Fen Lisesi	0.386612	0.386592	0.379283	Orta Riskli
Elazığ VIP Uygur Ortaokulu	0.386612	0.386592	0.379283	Orta Riskli
Kaya Karakaya Güzel Sanatlar Ve Spor Lisesi	0.386771	0.389695	0.382409	Orta Riskli
Kaya Karakaya Anadolu Lisesi	0.386924	0.389034	0.380747	Orta Riskli
Elazığ Anadolu Ticaret Meslek Lisesi	0.386998	0.390255	0.382409	Orta Riskli
Yunus Emre İlköğretim Okulu	0.387032	0.391475	0.382409	Orta Riskli
İhsan Tangülü Ortaokulu	0.38713	0.386387	0.378132	Orta Riskli
İlksen Anaokulu Ve Kreş	0.387395	0.395698	0.386893	Orta Riskli
Koç İlkokulu	0.387433	0.38827	0.38074	Orta Riskli
Elazığ Bilim ve Sanat Merkezi	0.387487	0.387608	0.379905	Orta Riskli
Elazığ Bilim Ve Sanat Merkezi	0.387487	0.387608	0.379905	Orta Riskli
Elazığ Gençlik merkezi	0.387661	0.389491	0.38074	Orta Riskli
Yurtbaşı Akmezra İlköğretim Okulu	0.387888	0.387506	0.380009	Orta Riskli
İyiliğe Uçanlar Anaokulu	0.387969	0.400356	0.393997	Orta Riskli
Bahçelievler Ortaokulu	0.388186	0.389389	0.382616	Orta Riskli
Şehit Burhan Gaftar Ortaokulu	0.390803	0.399282	0.38877	Orta Riskli
Şehit Bünyamin Torğut İlkokulu	0.390803	0.399282	0.38877	Orta Riskli
Salim Hazardağı İlköğretim Okulu	0.391723	0.392516	0.382616	Orta Riskli
Bahçelievler İlkokulu	0.391792	0.390493	0.381782	Orta Riskli
Elazığ Bahçelievler Ortaokulu	0.391792	0.390493	0.380009	Orta Riskli
Özel Neşeli Ayaklar Anaokulu	0.392418	0.391189	0.38272	Orta Riskli
Fevzi Çakmak İlkokulu	0.39248	0.394206	0.381465	Orta Riskli
Balakgazi Anaokulu	0.39252	0.39404	0.381362	Orta Riskli
İmam Hatip Ortaokulu	0.39263	0.390525	0.380947	Orta Riskli
Koza Çocuk Akademisi	0.393074	0.391885	0.38272	Orta Riskli
Cemal Gürsel İlköğretim Okulu	0.393142	0.394725	0.381362	Orta Riskli
Yıldızbağları Ortaokulu	0.39355	0.395576	0.383342	Orta Riskli
Yıldızbağları Anaokulu	0.39362	0.396345	0.383445	Orta Riskli
Hazar Anadolu Lisesi	0.393748	0.395494	0.381465	Orta Riskli
Fırat Anaokulu	0.394075	0.39059	0.380216	Orta Riskli
Gönül İhsan Tangülü İlköğretim Okulu	0.394075	0.39059	0.380216	Orta Riskli
Atatürk Anadolu Lisesi	0.394264	0.396532	0.383031	Orta Riskli
Elazığ İlkokulu	0.394264	0.396532	0.383031	Orta Riskli
Hıdır Sever Anadolu Lisesi	0.39494	0.394637	0.384597	Orta Riskli
Murat İlkokulu	0.395335	0.397301	0.383134	Orta Riskli
Vali Mehmet Lütfullah Bilgin İlköğretim Okulu	0.395378	0.395996	0.385431	Orta Riskli
Mezre İlköğretim Okulu	0.395545	0.397384	0.3823	Orta Riskli

Tablo 19 (Devamı).

OKUL ADI	PGA(IDW)	PGA(KRIGING)	PGA(TIN)	RİSK
100. Yıl MTAL	0.395575	0.397467	0.384176	Orta Riskli
Şehit Cengiz Darbaş Anaokulu	0.395705	0.395333	0.384597	Orta Riskli
Necip Güngör Kısaparmak MTAL	0.395941	0.394669	0.383762	Orta Riskli
Akşam Sanat Okulu	0.396181	0.396693	0.384597	Orta Riskli
Aziz Gül Ortaokulu	0.396486	0.396029	0.385535	Orta Riskli
Gazi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	0.396486	0.396029	0.385535	Orta Riskli
Elazığ Belediyesi Anaokulu	0.396639	0.399191	0.385742	Orta Riskli
Yıldızbağları İlköğretim Okulu	0.396676	0.398671	0.385011	Orta Riskli
Elazığ Anadolu Lisesi	0.396796	0.398754	0.384176	Orta Riskli
Esentepe İlköğretim Okulu	0.396796	0.398754	0.385949	Orta Riskli
Toki Fırat İlkokulu	0.397361	0.400291	0.386157	Orta Riskli
Fatih Mehmet İlkokulu	0.397399	0.399439	0.384176	Orta Riskli
Mezre Ortaokulu	0.397766	0.399959	0.386784	Orta Riskli
Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu	0.397776	0.400208	0.386053	Orta Riskli
Balakgazi Anadolu Lisesi	0.39808	0.397421	0.386473	Orta Riskli
Namık Kemal İlkokulu	0.398096	0.400561	0.385846	Orta Riskli
Dr. Kadir Gökaltı Anaokulu	0.398325	0.401163	0.38668	Orta Riskli
Şehit Cüneyit Bankur İmam Hatip Orta Okulu	0.398342	0.399444	0.388246	Orta Riskli
Cumhuriyet İmam Hatip Ortaokulu	0.398448	0.400644	0.386784	Orta Riskli
İmam Efendi Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	0.398448	0.400644	0.386784	Orta Riskli
Elazığ Özel Eğitim Meslek Lisesi	0.398602	0.400727	0.386888	Orta Riskli
Ulukent Anaokulu	0.398602	0.400727	0.386888	Orta Riskli
Elazığ Öğretmen Sidika Avar MTAL	0.399076	0.401849	0.387619	Orta Riskli
Elazığ Öğretmenevi Ve Akşam Sanat Okulu	0.399076	0.401849	0.387619	Orta Riskli
Mehmet Akif Ersoy Lisesi	0.399076	0.401849	0.387619	Orta Riskli
Halit Hoca İmam Hatip Orta Okulu	0.399114	0.401329	0.387722	Orta Riskli
İsmet Paşa İlköğretim Okulu	0.399205	0.401412	0.386888	Orta Riskli
Genç Osman İşitme Engelliler İlköğretim Okulu	0.399784	0.402098	0.387826	Orta Riskli
Mehmet Ve İfakat Gülaçtı İlkokulu	0.399897	0.399326	0.388515	Orta Riskli
Halit Hoca İmam Hatip Ortaokulu	0.400069	0.400836	0.390957	Orta Riskli
Vali Tevfik Gür Ortaokulu	0.400069	0.400836	0.389184	Orta Riskli
Dumlupınar İlkokulu	0.400205	0.402617	0.387722	Orta Riskli
Dumlupınar Ortaokulu	0.400205	0.402617	0.387722	Orta Riskli
Şehit Önder Pınar Ortaokulu	0.400205	0.402617	0.387722	Orta Riskli
İMKB Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi	0.400352	0.398641	0.386991	Orta Riskli
Yöntem Temel Lisesi	0.400542	0.403219	0.388557	Orta Riskli
Esra Zafer Eşref Yıldırım Ortaokulu	0.400573	0.398182	0.387515	Orta Riskli
Gazi Kamil Ayhan İöo	0.400692	0.400397	0.388003	Orta Riskli
Gazi Ortaokulu	0.401247	0.403905	0.389495	Orta Riskli
Elazığ Gazi Ortaokulu	0.401508	0.403988	0.388661	Orta Riskli
Gazi Anaokulu	0.401508	0.403988	0.388661	Orta Riskli
Cumhuriyet Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	0.401539	0.40407	0.389599	Orta Riskli

Tablo 19 (Devamı).

OKUL ADI	PGA(IDW)	PGA(KRIGING)	PGA(TIN)	RİSK
Elazığ Lalegül Anaokulu	0.40175	0.399983	0.388765	Orta Riskli
Mehmet Zeki İöo	0.401965	0.401565	0.391061	Orta Riskli
Elazığ Erkek Anadolu İmam Hatip Lisesi	0.402115	0.404673	0.389599	Orta Riskli
Elazığ Spor Lisesi	0.402606	0.402925	0.392834	Orta Riskli
Kıbrıs Şehitleri İöo	0.402705	0.401548	0.388971	Orta Riskli
Naide Karakaya Anaokulu	0.402934	0.404948	0.391896	Orta Riskli
Atatürk Anaokulu	0.403592	0.402293	0.391165	Orta Riskli
Şair Hayri İöo	0.403592	0.402293	0.391165	Orta Riskli
Hacı Hulusi Yahyagil Anadolu İHL	0.403642	0.414401	0.403212	Orta Riskli
Hicret Anaokulu	0.404001	0.407667	0.395441	Orta Riskli
Şehit Nadir İpek Ortaokulu	0.404629	0.40634	0.395545	Orta Riskli
Hidayet Parla Anaokulu	0.405093	0.404184	0.392517	Orta Riskli
Harput Anadolu Lisesi	0.405675	0.402741	0.391579	Orta Riskli
Atatürk İlkokulu	0.405731	0.403827	0.391268	Orta Riskli
Şehit fethi Sekin Kızılay Anaokulu	0.405778	0.404686	0.392312	Orta Riskli
Şehit Musa Yılmaz İlkokulu	0.405778	0.404686	0.392312	Orta Riskli
İbrahim Özel Anaokulu	0.4062	0.407732	0.396483	Orta Riskli
17 Kasım İlköğretim Okulu	0.406929	0.408428	0.396483	Orta Riskli
Elazığ Lisesi	0.407087	0.405888	0.393041	Orta Riskli
Elazığ Halk Eğitim Merkezi Tuncay Küçüközer	0.407154	0.406632	0.394814	Orta Riskli
Elazığ İmam Hatip Ortaokulu	0.407154	0.406632	0.393041	Orta Riskli
Gönül Kazancı MTAL	0.407154	0.406632	0.394814	Orta Riskli
Mustafa Kemal Ortaokulu	0.407154	0.406632	0.394814	Orta Riskli
75. Yıl Anadolu Lisesi	0.407239	0.408066	0.395358	Orta Riskli
Doğukent Anaokulu	0.407239	0.408066	0.395358	Orta Riskli
Nahit Ergene Orta Okulu	0.407239	0.408066	0.395358	Orta Riskli
Hıdırbaba İlköğretim Okulu	0.407386	0.40738	0.395608	Orta Riskli
Nahit Ergene İlkokul	0.407579	0.408741	0.395358	Orta Riskli
Milli Egemenlik İöo	0.407585	0.405546	0.393352	Orta Riskli
Molla Bahri İmam Hatip Ortaokulu	0.407585	0.405546	0.393352	Orta Riskli
Elazığ Endüstri Meslek Lisesi	0.407762	0.40729	0.395752	Orta Riskli
Elazığ MTAL	0.407762	0.40729	0.395752	Orta Riskli
Elazığ Naide Karakaya İlkokulu	0.408116	0.406375	0.393248	Orta Riskli
Kaya Karakaya Ortaokulu	0.408116	0.406375	0.393248	Orta Riskli
Yücel İlkokulu	0.408193	0.407205	0.394918	Orta Riskli
Doğukent Ortaokulu	0.40821	0.406862	0.396063	Orta Riskli
Gazi Anadolu Lisesi	0.408676	0.407863	0.394918	Orta Riskli
Aksaray İmamhatip Ortaokulu	0.408938	0.410095	0.396587	Orta Riskli
Balakgazi Ortaokulu	0.408938	0.410095	0.396587	Orta Riskli
Vali Muharrem Göktayoğlu Anadolu Lisesi	0.408938	0.410095	0.396587	Orta Riskli
İbn-İ Sina İlkokulu	0.409111	0.408521	0.395856	Orta Riskli
Ziya Gökalp İlköğretim Okulu	0.409111	0.408521	0.395856	Orta Riskli
Yünlüce ortaokulu	0.475751	0.482704	0.46318	Orta Riskli

Tablo 19 (Devamı).

OKUL ADI	PGA(IDW)	PGA(KRIGING)	PGA(TIN)	RİSK
Tevfik Yaramanoğlu İlköğretim Okulu	0.409459	0.410753	0.397525	Orta Riskli
Şehit Sezer Aydemir İmam Hatip Ortaokulu	0.409711	0.409924	0.397629	Orta Riskli
60. Yıl İlköğretim Okulu	0.409844	0.409838	0.397732	Orta Riskli
Arif Nihat Asya Ortaokulu	0.409844	0.409838	0.397732	Orta Riskli
İstiklal İlkokulu	0.410073	0.410582	0.398567	Orta Riskli
Sanayi Anaokulu	0.410145	0.410497	0.397732	Orta Riskli
Şehit Mehmet Öter MTAL	0.410234	0.411326	0.397629	Orta Riskli
Yakup Şevki Paşa İlköğretim Okulu	0.410848	0.412643	0.399505	Orta Riskli
Elazığ Eğitim Uygulama Okulu Ve İş Eğitim Merkezi	0.411096	0.413216	0.401382	Orta Riskli
Elazığ Mesleki Eğitim Merkezi	0.411096	0.413216	0.401382	Orta Riskli
Halk Eğitim Merkezi	0.411585	0.416192	0.401175	Orta Riskli
Kazım Karabekir İöo	0.411875	0.409991	0.400417	Orta Riskli
Küçük Adımlar Anaokulu	0.411973	0.418167	0.40399	Orta Riskli
Kızılay Anaokulu	0.412102	0.420228	0.405763	Orta Riskli
Ziya Gökalp Ortaokulu	0.412129	0.423494	0.411079	Orta Riskli
Şehit Öğretmen Rüstem Şen İlköğretim Okulu	0.412232	0.422545	0.408322	Orta Riskli
Karşıyaka Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi	0.412473	0.417493	0.407511	Orta Riskli
Şht. Öğretmen Nadir Ozan İlkokulu	0.412506	0.413712	0.402952	Orta Riskli
Şehit Öğretmen Nadir Ozan İlköğretim Okulu	0.412515	0.412933	0.40194	Orta Riskli
Avukat İbrahim Gök İlkokulu	0.412605	0.418214	0.406499	Orta Riskli
Elazığ Merkez Karşıyaka Teknik Ve Endüstri Mesle Lisesi	0.412605	0.418214	0.408272	Orta Riskli
Halk Eğitim Gümüşkavak Kurs Merkezi	0.413585	0.437618	0.420876	Orta Riskli
Çatalçeşme İmkb İöo	0.414016	0.416536	0.404352	Orta Riskli
Gümüşkavak İlkokulu	0.414377	0.43925	0.420876	Orta Riskli
Akçakiraz Yüzbaşı İlköğretim Okulu	0.423042	0.451243	0.432907	Orta Riskli
Hankendi Çok Programlı Anadolu Lisesi	0.430436	0.441652	0.419363	Orta Riskli
Hankendi Ortaokulu	0.4308	0.438858	0.417285	Orta Riskli
Şehit Eyüp Emre Kan İlkokulu	0.4308	0.438858	0.417285	Orta Riskli
Altınçevre İlköğretim Okulu	0.437586	0.460752	0.443805	Orta Riskli
Yurtbaşı İbni Sina Orta Okulu	0.44386	0.470555	0.452868	Orta Riskli
Akçakiraz İlköğretim Okulu	0.44681	0.47015	0.449364	Orta Riskli
Zeycan Yıldırım MTAL	0.449697	0.472406	0.453242	Orta Riskli
Şeker İlkokulu	0.454892	0.480048	0.463942	Orta Riskli
Şehit Coşkun Özcan Ortaokulu	0.45491	0.47905	0.461598	Orta Riskli
Fatih İmam Hatip Ortaokulu	0.461423	0.472481	0.459841	Orta Riskli
Toki Yazı Konak Lisesi	0.463413	0.471807	0.455883	Orta Riskli
İçme İlk ve Ortaokulu	0.548171	0.557464	0.562019	Yüksek Riskli
Metin Doğan Ortaokulu	0.613813	0.574443	0.636827	Yüksek Riskli
Bahçekapı İlköğretim Okulu	0.53441	0.515203	0.520616	Yüksek Riskli
Kuyulu Ortaokulu	0.502633	0.506475	0.488813	Yüksek Riskli
Sakabaşı İlk Okulu	0.510086	0.517972	0.511452	Yüksek Riskli
Yedigöze İlköğretim Okulu	0.518039	0.539709	0.541278	Yüksek Riskli

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Okul alanlarının güvenli, sağlıklı, doğal tehlikelere karşı korunaklı olması ve ulaşılabilir olması gerekmektedir. Eğitim sürecinin daha verimli işlemesi, yaşanılacak olan doğal afetlere karşı tedbirli olunması ve ülkemizin kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması için eğitim alanlarının uygun konumda ve planlı bir şekilde yapılması gerekir. Böylece anaokulu ile başlayıp, ortaokul, lise, üniversite olarak devam eden eğitim öğretim süreciyle öğrencilere daha kaliteli mesleki beceriler kazandırılmasının yanında tutum ve davranışlarında da olumlu yönde gelişmesi sağlanmış olur. Ayrıca ülkenin refah düzeyi artırılmış olup ülke kalkınmasında pozitif büyüme sağlanmış olmaktadır.

Bu çalışmada, AHP ve CBS yardımıyla Elazığ'ın Merkez ilçesinde en uygun okul alanları yer seçimi analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca PGA değerleri kullanılarak farklı enterpolasyon yöntemleri ile çalışma alanı Deprem Tehlike Haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu harita üzerinden mevcut okul alanları ve depremde yıkılan okul alanlarının PGA değerleri bulunup risk durumlarına göre değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan tüm analizler sonuçları ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

Yapılan bu çalışmada CBS ve ÇKKV yöntemlerinden AHP, TOPSİS, ELECTRE yöntemleri detaylı araştırılmış ve en uygun okul alanlarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere 15 kriter mevzuat ve literatür araştırmaları sonucu belirlenmiş ve her kriter için veriler toplanarak ve Netcad, Google Maps, Excel programlarında düzenlenerek ArcGIS ortamında ortak koordinat sisteminde tanımlanmıştır. CBS analizlerinden eğim analizi, yönlenme analizi, Öklid mesafe analizi, hidroloji analizi ve yeniden sınıflandırma gibi analizler yapılmıştır.

Çalışma alanı için belirlenen kriterlerden nüfus %19, mevcut okullara olan uzaklık %16, dere yataklarına uzaklık %13, yerleşim merkezlerine(şehir-köy) yakınlık %11, eğim %9, toplu taşıma güzergâhına yakınlık %7, ana yollara uzaklık %6, meyhane-kahvehane-bar-elektronik oyun merkezlerine uzaklık %4, yüksek orta gerilim hattına uzaklık %3, arazi kullanımı %3, gürültü(havaalanı-demiryolu) %3, fay hatlarına olan

uzaklık %2, akaryakıt istasyonlarına uzaklık %2, yüksek basınçlı doğalgaz hattına uzaklık %1 ve yönlenme kriteri %1 olarak AHP yöntemine göre ağırlıklandırılmıştır. Nüfus, mevcut okullara yakınlık ve dere yataklarına yakınlık kriterleri yaklaşık olarak ağırlık değerlerinin yarısını alarak uygunluk analizi sonucunu en fazla etkileyen kriterler olmuştur. Yüksek basınçlı doğalgaz hattına uzaklık ve yönlenme kriteri en az etkileyen kriter olmuştur.

Çalışma sonucunda çalışma alanının yüzde 95.93 'ü uygun olmayan alan, çalışma alanının yüzde 2.02 'si az uygun alan, çalışma alanının yüzde 1.99 'u uygun alan ve çalışma alanının yüzde 0.05 'i çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir.

Farklı enterpolasyon yöntemleriyle oluşturulan Deprem Tehlike Haritasında PGA değerinin 0.33 gal ve daha küçük olan bölgeler, PGA değerinin 0.30-0.5 gal arasında olan bölgeler ve PGA değerinin 0.50-0.75 gal arasında olan bölgeler olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Mevcut okulların büyük bölümünün PGA değerinin 0.30-0.5 gal arasında olan bölümde olduğu orta riskli diyebileceğimiz sınıfta, 8 okulumuzun ise riskli deprem zemininde bulundukları görülmüştür. Elazığ depremi sonucunda ağır ve orta hasarlı olan okulların PGA değerlerinin 0.3421-0.4674 gal aralığında olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanı için oluşturulan Deprem Tehlike Haritaları kullanılarak okulların zemin risk durumları öngörülebilme ancak farklı etkenlerin oluşturduğu depremlerin okullar bağlamında net tespiti için sahada uzman kişilerin değerlendirmesi ve güncel verilerin toplanması gerekmektedir. Ayrıca bölgenin deprem riskinin okul alanların yapım süreci ile ilgili mevzuatlarda yer alması ve önemli bir kriter olarak uygulamalarda kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışma uygun okul alanlarının karar planlaması için kaynak teşkil edebilir ve altlık olarak kullanılabilir. Ülkemizin tümü için uygunluk analizleri yapılarak Milli Eğitim Bakanlığı 2019 yılında İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı tarafından hayata geçirilen MEB CBS programına entegrasyonu sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Abera, Y. G. (2019). *Use of multi-criteria decision analysis integrated with GIS and air pollution model inputs for schools site selection* (Doctoral dissertation).
- Ahmed Ali, K. (2018). Multi-criteria decision analysis for primary school site selection in Al-Mahaweel district using GIS technique. *Journal of Kerbala University*, 14(1), 342-350.
- Akdemir, A. (2019). *Alışveriş Merkezleri için Cbs Tabanlı En Uygun Yer Seçimi Analizi: Üsküdar İlçesi Örneği* (Master's thesis).
- Akdeniz, M. (2020). *Ankara ve Silivri depremselliği ve deprem kuvvetlerinin DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 ile karşılaştırılması* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Akkaya, İ. (2013). Yüksekova (Hakkari) bölgesinin depremselliği ve sismik tehlike analizleri. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 26(1), 37-51.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., ve Akcalı, E. (2009). Ankara için optimal hastane yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 69-86.
- Aydöner, C., ve Maktav, D. (2013). Deprem açısından yerleşim yeri uygunluk analizleri. *Journal of Aeronautics & Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(1).
- Balca, Y. (2007). *Düzenli depolama alanı belirlemede karar destek sistemi kullanımı* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Baser, V. (2020). Effectiveness of School Site Decisions on Land Use Policy in the Planning Process. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), 662.
- Başegmez, M. (2019). *Çok kriterli karar verme yöntemi ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak en uygun okul yerlerinin belirlenmesi: Uşak ili merkez ilçe örneği*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başegmez, M., Taşdemir, İ., ve Gül, Ç. (2017). Eğitim alanlarının yer seçim kriterlerinin belirlenmesinde yaşanan problemler ve çözüm önerileri. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 16, 188-194.
- Başegmez, M., Taşdemir, İ., ve İkikardeş, K. Eğitim alanlarının yönetilmesinde web tabanlı cbs tasarımı.
- Bayrak, E. (2019). Doğu Anadolu Bölgesi İçin En Büyük Yer İvmesi Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 676-681.

- Bukhari, Z., Rodzi, A. M., ve Noordin, A. (2010). Spatial multi-criteria decision analysis for safe school site selection. *International Geoinformatics Research and Development Journal*, 1(2), 1-14.
- Bülbül, S., ve Köse, A. (2011). Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(Özel), 71-97
- Cengiz, D. (2012). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine karşılaştırmalı analiz.
- Coppock, J. T., ve Rhind, D. W. (1991). The history of GIS. *Geographical information systems: Principles and applications*, 1(1), 21-43.
- Çakmak, Y. (2011). Elazığ'dan Esintiler. *Çayda Çıra Yayıncılık, Elazığ*.
- Dadfar, N. A. (2014). *Suitability analysis of a new high school in the city of Calabasas* (Doctoral dissertation, California State University, Northridge).
- Dinçer H. ve Görener A. 2011. "AHS ve VIKOR Tekniği ile Dinamik Performans Analizi: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama", İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10 (19)
- Dramowiz, K. 1993. "Addressing GIS personnel requirements: A model for education and training." *Computer, Environment and Urban Systems*, 17, 49-59.
- Düzgün, Ş. , (2011). Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş, Türkiye Bilimler Akademisi, Ulusal Açık Ders Malzemeleri, (<http://www.acikders.org.tr/course/view.php?id=30>)
- Ersoy, M., (2012). Kaynak Envanter ve Analizinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı: Uludağ Milli Parkı Örnekleme. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Evren, R., ve Ülengin, F. (1992). *Yönetimde çok amaçlı karar verme*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Figueira, J. R., Greco, S., Roy, B., ve Słowiński, R. (2013). An overview of ELECTRE methods and their recent extensions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 20(1-2), 61-85.
- Fitzpatrick, C., ve Maguire, D. J. , 2000. GIS in schools: Infrastructure, methodology and role. In: GIS: A sourcebook for schools (ed D. R. Green), pp. 61-62. Taylor & Francis.
- Jamal, I. (2016). Multi-criteria GIS analysis for school site selection in Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast, Tajikistan. *Master Thesis in Geographical Information Science*.

- Karabıçak, Ç., Boyacı, A. İ., Akay, M. K., ve Özcan, B. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve karayolu şantiye yeri seçimine ilişkin bir uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 106-121.
- Keleş, N. (2022). Okul Yeri Seçiminde Kullanılan Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemiyle Önemlerinin Belirlenmesi. *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, 135-154.
- Keleş, Ö. G. D. M. K., ve Tunca, M. Z.(2015) Hiyerarşik Electre Yönteminin Teknokent Seçiminde Kullanımı Üzerine Bir Çalışma.
- Kent, S. (2014). İnşaat sektöründe AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemiyle malzeme tedarik zinciri yönetimi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kılıç, A. K. (2019). *Analitik hiyerarşi süreci (AHS) ve veri zarflama analizi (VZA) yöntemlerinin birlikte kullanımı: OECD ülkelerinin eğitim performansları üzerine bir uygulama* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Kuru, A. ve Terzi, F. (2018). Determination of New Development Area in Kırklareli by GIS Based Weighted Overlay Analysis . *International Journal of Environment and Geoinformatics* , 5 (3) , 244-259 . DOI: 10.30897/ijegeo.427330
- Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., Pariazar, M., Zaeri, M. S. (2007), ‘‘Project Selection By Using Fuzzy AHP And TOPSIS Technique’’, *International Journal Of Human And Social Sciences*, Cilt.1, S.3, ss.135-140
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International journal of geographical information science*, 20(7), 703-726.
- Morgan, J. M., ve Fleury, B. B. (1993). Academic GIS education: assessing the state of the art. *Geo Info Systems*, 3(4).
- Nyimbili, P. H., ve Erden, T. (2020). A hybrid approach integrating entropy-AHP and GIS for suitability assessment of urban emergency facilities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(7), 419.
- Özgen, N. (2008). Yapılandırıcı Öğretimde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Kullanımı ve Yüksek Öğretim Kademelerindeki Coğrafya Derslerinde Uygulanabilirliği. *Journal of International Social Research*, 1(5).
- Özmen, B. (2012). Türkiye deprem bölgeleri haritalarının tarihsel gelişimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 55(1).

- Öztürk, D., ve Batuk, F. (2007). Çok sayıda kriter ile karar vermede kriter ağırlıkları. *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1), 86-98.
- Price, M. H. (2010). Mastering ArcGIS (pp. 73-89). McGraw-Hill.
- Rao, R. V. (2008). Evaluation of environmentally conscious manufacturing programs using multiple attribute decision-making methods. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 222(3), 441-451.
- Saaty, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 102, 251-318.
- Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T.L., 1991a. Modelling the Graduate Business School Admission Process, Socio-Economic Planning Science, Vol. 25, pp. 155–162.
- Saaty, T.L., 1991b. Some Mathematical Concepts of The Analytic Hierarchy Process, Behaviormetrika, No. 29, pp. 1-9.
- Samad, A. M., Hifni, N. A., Ghazali, R., Hashim, K. A., Disa, N. M., ve Mahmud, S. (2012, March). A study on school location suitability using AHP in GIS approach. In *2012 IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications* (pp. 393-399). IEEE.
- Sertel, S. (2016). 1927 Nüfus Sayımı Sonuçlarına Göre Elazığ Nüfusu. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(1), 303-316.
- Shapter, T. (1849). The History of the Cholera in Exeter in 1832. London: John Churchill.
- Sunkar, M. (2011). Kayabeyli'nin (Baskil/Elazığ) Yer Değiştirmesinde Etkili Olan Doğal Olaylar. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(24), 237-253.
- Sunkar, M. (2011). 8 Mart 2010 Kovancılar-Okçular (Elazığ) depremi; yapı malzemesi ve yapı tarzının can ve mal kayıpları üzerindeki etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (56), 23-37.
- Talam, P. K., ve Ngigi, M. M. (2015). Integration of GIS and Multicriteria Evaluation for School Site Selection - A Case Study of Belgut Constituency. *Proceedings of the Sustainable Research and Innovation (SRI) Conference*, (pp. 138-149).
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht/Boston/London

Turoğlu, H. (2000). Coğrafi Bilgi Sisteminin Temel Esasları, Acar Yay. İstanbul.

URL-1. https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu_02.06.2023.pdf (28 Mart 2023)

URL-2. <https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-ve-hatay-depremleri-raporu> (29 Mart 2023)

URL-3. <http://www.elazig.gov.tr/elazig-tarihi> (11 Ocak, 2022).

URL-4. <https://www.elazig.bel.tr/kent-rehberi/tarih/216/> (26 Ocak, 2022).

URL-5. <https://nip.tuik.gov.tr/> (26 Ocak, 2022).

URL-6. http://elazig.meb.gov.tr/dosyalar/onemli_belgeler/2019_2023_Stratejik_Plan.pdf (1 Ocak, 2023).

URL-7. Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi Sayısal Verileri <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/> (1 Ocak, 2023).

URL-8. <https://fs.hacettepe.edu.tr/etkinlik/2023/03-Mart/rapor.pdf> (1 Nisan, 2023).

URL-9 <https://www.sondakika23.com/elazig-da-depreme-dayanikli-modern-okullarda-ders-zili-calacak/114991/>

URL-10. https://www.jmo.org.tr/genel/jeoloji_harita.php?kod=9004 (12 Ağustos, 2023).

URL-11. <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=19788&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (13 Şubat, 2023).

URL-12. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.4.222.pdf> (13 Şubat, 2023).

URL-13 <https://www.mevzuat.gov.tr/ File/GeneratePdf? mevzuatNo= 23698 & mevzuatTur =KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5>

URL-14. <http://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/926.pdf> (10 Şubat, 2023).

URL-15. <http://iegm.meb.gov.tr/www/egitim-yapilari-asgari-tasarim-standartlari-kilavuzu-2015/icerik/298> (13 Şubat, 2023).

Uslu, A., Kızıloğlu, K., İşleyen, S. K., ve Kahya, E. (2017). Okul yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemine dayalı AHP-TOPSIS yaklaşımı: Ankara ili örneği. *Politeknik Dergisi*, 20(4), 933-943.

- Ünal, G. (2008). Lojistikte Hizmet Sağlayıcısı Seçiminde AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Ünaldık, S. B. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemi ile yer seçimi kararı üretiminde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı. *Yapı Bilgi Modelleme*, 1(2), 46-52.
- Wang Y., Liu J. ve Elhag T. (2008), “An Integrated AHP-DEA Methodology For Bridge Risk Assessment”, *Computers & Industrial Engineering*, 54(3): 513-525.
- Wanke, P., Barros, C. ve Macanda, NPJ (2016). Angola Bankalarında Verimliliği Tahmin Etmek: İki Aşamalı TOPSIS ve Sinir Ağları Yaklaşımı. *Güney Afrika Ekonomi Dergisi* , 84 (3), 461-483.
- Wikle, T. A. (1998). Continuing education and competency programmes in GIS. *Int. J. Geographical Information Science*, 5, 491-507.
- Yacan, İ. (2016). *Eğitim kalitesinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin bulanık AHP ve Bulanık Topsıs yöntemi ile değerlendirilmesi* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yılmaz, M., (2019). Türkiye Ve Abd’deki Coğrafya Bölümlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Eğitiminin Karşılaştırılması (Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi)
- Yomralıoğlu, T. , (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri(Temel Kavramlar ve Uygulamalar), Seçil Ofset, İstanbul.
- Yoon, K.P. ve Hwang, C. “Multible Attribute Decision Making: An Introduction”, Sage University Paper Series on Quantitative Applications in The Social Science,. Thousand Oaks.CA:Sage. (1995). S. (07-104)
- Yurdakul, M., ve İç, Y. (2003). An illustrative study aimed to measure and rank performance of Turkish automotive companies using TOPSIS Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik TOPSIS yöntemini kullanan bir örnek çalışma. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 18(1).
- Yücel, U. (2015). *Atıksu Arıtma Tesisleri İçin Uygun Alanların Cbs Destekli Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Zor, K. (2020). Denizli ili ilköğretim ve ortaöğretim okul binalarının yer seçimi.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ŞEN, Mehmet Sait

Uyruğu :

Doğum tarihi ve yeri :

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Lise	Elazığ Lisesi, Elazığ	2009
Lisans	Erciyes Üniversitesi(Harita Müh.)	30.06.2015
Yüksek Lisans (Tezsiz)	Eskişehir Teknik Üniversitesi (Uzaktan algılama ve CBS)	06.02.2019