

DOI: 10.26650/JGEOG2022-987351

COĞRAFYA DERGİSİ
JOURNAL OF GEOGRAPHY
 2022, (44)

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/jgeography/home>


Kırsal Konutların Yer Seçiminde FO, AHS ve LR Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi, Keban Çayı Havzası (Elazığ) Örneği

Comparative Analysis of Frequency Ratio, Analytical Hierarchy Process, and Logistic Regression Methods in Selecting the Location of Rural Dwellings: the Case of Keban Stream Basin (Elazığ)

Fethi Ahmet CANPOLAT¹ , Ahmet TOPRAK² ¹Dr. Öğretim Üyesi, Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi Coğrafya Bölümü, Elazığ, Türkiye²Arş. Gör. Dr., Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi Coğrafya Bölümü, Elazığ, Türkiye

ORCID: F.A.C. 0000-0002-6084-7735; A.T. 0000-0001-6790-1856

Öz

Türkiye’de kırsal alanlar, kentler kadar olmasa da önemli bir dönüşüm süreci içindedir. Bu süreçte kırsal alanlar arazi kullanımı, iktisadi yapı ve yaşam tarzları gibi birçok açıdan değişmektedir. Değişimin önemli göstergelerinden birisi de kırsal konutlardır. Kentsel saçaklanmaya benzer şekilde yerleşim özeklerinden uzaklaşan kırsal konutlar, yerleşme dokusunun giderek daha gevşek/dağınık hale gelmesine neden olmaktadır. Böylece mevcut tarım/hayvancılık arazileri ve tabii unsurlar da değişip dönüşmektedir. Kırsal alanların bir bütün olarak yaşadığı değişim/dönüşüm süreci literatürde ‘yeni kırsallık’ olarak kavramsallaştırılmaktadır. Yeni kırsallığın göstergelerinden mobilitenin/hareket serbestliğinin artmasıyla ortaya çıkan, yılın farklı dönemlerinde kırdada ve kentte kalınan ‘ikili yaşam’ biçimi ile kırsaldada ‘kentsel yaşam tarzının’ benimsenmesinin etkisiyle, sayfiye evlere ve kırsaldada ikinci konuta yönelik talep artmıştır. Böylece kentlere yakın araziler başta olmak üzere ve genel olarak kırsal alanlarda ana ulaşım akslarına yakın kesimlerde daha fazla konut yapılmaktadır. Yeni yapılan bu konutların yerlerinin seçiminde coğrafi verilerin kullanılmasıyla, uygunluk analizleri yapmak ve projeksiyonlar oluşturmak mevcut tarım alanlarının geleceği ve kırsal planlanma açısından önemlidir. Farklı metodlar üzerinden yapılan yer seçimi analizleri, hem metodların birbirlerine göre avantajlarını göstermekte hem de daha doğru analizlerin yapılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada yer seçimi uygunluk analizleri için Lojistik Regresyon (LR), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Frekans Oran (FO) metodları kullanılmıştır. Çalışma sahası olan Keban Çayı Havzası, Elazığ ilinin kuzeybatısında, Keban ilçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Havza yaklaşık 187 km²’lik bir yüzölçümüne sahiptir. Sonuç haritalarına göre havzada yeni kırsal konut yapımına çok uygun, ortalama 12,5 km² arazi olduğu tespit edilmiştir. Her modelin kendine göre avantajları olsa da, LR ve FO metodlarının, AHS’ye göre daha uygun sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yer seçimi, Kırsal Konut, Frekans Oran, Analitik Hiyerarşi, Lojistik Regresyon

ABSTRACT

Rural areas in Turkey are undergoing significant transformations, but not as much as cities. Rural areas are evolving in many aspects, including land use, economic structure, and lifestyles. Rural housing is one of the most important indicators of change. The migration of rural dwellings from settlement centers causes the settlement pattern to loosen and disperse, similar to urban sprawl. Thus, existing agricultural/livestock lands and natural elements are changing and transforming. The change/transformation process that rural areas undergo as a whole is conceptualized as “new rurality” in the literature. The adoption of the “dual lifestyle” and the “urban lifestyle” in the countryside, which are indicators of the new rurality, has increased the demand for “country residence” and “second homes” in the countryside. Thus, more housing is being built in areas near major transportation axes, particularly near cities and in rural areas. Making suitability analyses and creating projections by employing geographical data in the selection of the locations of these newly built houses is important for the future of existing agricultural areas and rural planning. Performing site selection analyses with different methods demonstrates the advantages of one method over the others and provides more accurate analyses. In this study, logistic regression (LR), analytical hierarchy process (AHP), and frequency ratio (FO) methods were used for site selection suitability analysis. The study area, Keban Stream Basin, is located in the northwest of Elazığ, within the borders of the Keban district. The basin has a surface area of approximately 187 km². According to the results on the maps, the basin has an average land area of 12.5 km², which is suitable for new rural housing construction. Although each model has its advantages, the LR and FO methods produced more suitable results than the AHP method.

Keywords: Site selection, Rural Dwellings, Frequency Ratio, Analytical Hierarchy, Logistic Regression

Başvuru/Submitted: 26.08.2021 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 06.01.2022 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 11.02.2022 •

Kabul/Accepted: 23.02.2022 • **Published Online/Online Yayın:** 14.04.2022



Sorumlu yazar/Corresponding author: Fethi Ahmet CANPOLAT / facanpolat@firat.edu.tr

Atıf/Citation: Canpolat, F. A., & Toprak, A. (2022). Kırsal konutların yer seçiminde FO, AHS ve LR yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi, Keban Çayı Havzası (Elazığ) örneği. *Coğrafya Dergisi*, 44, 131-149. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-987351>



EXTENDED ABSTRACT

Many city dwellers whose income levels have increased have begun to purchase summer residences. This circumstance creates a mobile lifestyle in the form of a dual lifestyle, which is one of the indicators of the new rurality. The location of newly built or soon-to-be-built houses in rural areas is becoming increasingly important because it effects to agricultural lands. The literature on location analysis and site selection studies is extensive. In this context, there are many studies on topics such as “estimation of urban development areas” (Nowak ve Walton, 2005 vb.), “location of settlement function areas” (Gao ve Cai, 2017 vb.), and “rural land planning” (Ran ve Bo, 2013 vb.). In general, this study has a similar perspective to the abovementioned research areas.

The study area, the Keban stream basin, is located within the borders of the Keban district in Elazığ province. The basin has an area of approximately 187 km². It also has a maximum altitude of 2125 m, a minimum altitude of 699 m, and an average altitude of 1323 m.

Three different methods were used comparatively to create location analysis and site selection suitability maps. The raster images of the variables are 5 × 5 m in size and are in the ED_1950_UTM_Zone_37N projection. Operations of the analytical hierarchy process (AHP) and frequency ratio (FO) methods were performed in Excel and finalized in the ArcMap software. The data were transferred to the SPSS software for logistic regression (LR), and the resulting map was produced in ArcMap software.

The dependent variable used in the models was the 114 newly built rural dwellings in the last 10 years. These data were obtained manually by comparing old and new satellite images from Google Earth. The independent variables used in the models and their intended uses are as follows: (1) altitude was used because it is one of the most important variables limiting agriculture and livestock activities in rural areas. (2) Topographic roughness index (slope derivative) was used because places with the best topographic conditions are preferred in order to keep the cost of residential construction in rural areas as low as possible. This index was added to the models because it contributed more than the slope. (3) Aspect was used because the areas facing south have a more advantageous structure in terms of the temperature conditions of the dwellings in summer and winter. (4) Distance to highways was used because highways, particularly main highways, are the most important attraction factors for newly built rural dwellings. (5) The distance to the settlement areas was used because of the existing administrative limitations and because the areas suitable for new housing construction are vacant lands at a certain distance from the villages. (6) Distance to streams was used because it is important for both irrigation and utility water. (7) Distance to water sources was used because it is very important depending on the water requirement.

The following results were obtained from maps produced by the FO method, which is the first of the three models created to project the locations of the newly built rural dwellings. Agricultural lands and flat plains near the Elazığ-Keban highway were discovered to be very suitable. Later, agricultural lands that run parallel to rivers and are close to other highways come to the fore during site selection.

The AHP method produced results that were similar to those of the other two methods. However, the areas that were marked as very suitable and suitable on the map were significantly larger than those of the other two methods. This situation is directly related to data distribution and classification in the produced map.

According to the LR model, the most suitable areas for newly built rural dwellings are areas that are close to highways, have adequate water resources, and have low topographic roughness. Compared to the other two models, the LR model’s most significant flaw is that it incorrectly identifies some areas that are not suitable for settlement but are close to highways as suitable because of the high coefficient assigned to highways.

According to the results of the accuracy analysis of the produced maps, the LR model had the highest prediction/prediction ratio, while the AHP model had the lowest. The main factor in the divergence of the AHP method is the margin of error in the estimates based on expert opinion on the effect of independent variables. The FR and LR methods have a more objective process in this context. Although the area under the curve value of the resulting suitability map was similar to that of the others, the LR model was discovered to be the model that best explained the location selection of newly built rural dwellings in the basin.

According to field observations, the effects of newly built houses on agricultural lands are generally positive. Of course, some of the agricultural lands are occupied by residences and their annexes and are no longer used for agriculture (approximately 25 da for the 2010–2020 period), but these lands have evolved into a more active situation than in the past. It has been determined that these lands, which were idle or not used optimally because of various reasons (inheritance, migration, population aging, etc.), are now being processed regularly for the construction of houses.

1. GİRİŞ

Kırsal alanlar, II. Dünya Savaşından sonra başlayan küreselleşme süreçlerinin de hızlandırdığı dönüşümlerle karşı karşıya kalmıştır. Bu dönüşüm süreci kırsallığın tüm parametreleri üzerinde kendini göstermiştir. Böylece kırsal alanların üretim dinamiklerinde, kentlere entegrasyonunda, demografisinde, kültürel yapısında, devletin rolünde, mevcut aktörlerin toplumsal ve siyasi rolünde önemli değişimler ortaya çıkarmıştır. Sonuçta kırsal ve kentsel arasındaki sınırlar giderek daha bulanık hale gelmiştir (Ortiz-Guerrero, 2013:49,50). Bu etkiyi ve değişen kırsallığı ifade etmede “Yeni Kırsallık” kavramı kullanılmaktadır. 1990’lı yılların başlarında ilk olarak kullanılmaya başlanan yeni kırsallığın temel göstergeleri ilk olarak iktisadi faaliyetlerdeki değişimle açıklanmasına rağmen daha sonra nüfus, yerleşme ve bunlara bağlı diğer unsurlar da eklenmiştir (Canpolat ve Hayli, 2018:2232). Söz konusu değişim unsurlarından biri de kırsal konutlardır. Hem mimari özellikleri hem de konumları itibarıyla değişime uğrayan yeni kırsal konutlar, tarım alanları üzerinde giderek daha fazla etkili olmaktadır. Dolayısıyla bu durum, kırsal konutların konumlarının doğru seçilmesini gerektirmektedir.

Yer seçimi konusu, ‘lokasyon teorisi’ ile doğrudan bağlantılıdır. Bu teori ile ilgili çalışmalara, J. H. von Thünen’in 1826 yılında yayımladığı ‘The Isolated State’ yayının öncülük ettiği belirtilmektedir (O’Kelly ve Bryan, 1996:457). Coğrafya içinde lokasyon teorisi, bireysel/toplu ekonomik faaliyetlerin konumunun açıklanması ve bazen tahmin edilmesiyle ilgili tarihsel ve entelektüel olarak çeşitli teori ve teknikleri kapsamaktadır (Gregory vd., 2009:426). Lokasyon teorisinde konum kararlarının, insanlar, şirketler veya devlet kurumları tarafından nasıl ve neden alındığı temel bağlamı oluşturur. Bu bağlam, aynı zamanda karar verme ve hizmet tahsisi için ilgili faktörlerin ve motivasyonların incelenmesine gerekçe sağlar (Murray, 2009:270). Lokasyon teorisi ayrıca yer seçiminin toplumsal, ekonomik, kültürel, siyasi ve mekânsal etkileşimleri ile sonuçlarıyla da ilgilenmektedir (Gorter ve Nijkamp, 2015:287).

Lokasyon teorisi, çeşitli lokasyon analiz metotlarıyla uygulamaya dökülür. Lokasyon analizinde nerede sorusu, temel çıkış noktasını oluşturmaktadır. Daha sonra etkili faktörler ve sonuçlarıyla bu analizin içeriği genişletilmektedir. “Lokasyon analizleri ile ilgili çalışmalar mekânsal bilginin ve mekânsal eylemlerin araştırılması, tanımlayıcı değerlendirme (tasvir) ve normatif çalışmalar olmak üzere 3 alanda yoğunlaşmaktadır. Bu uygulamalar Coğrafi Bilgi Sistemleri ve diğer kartografik

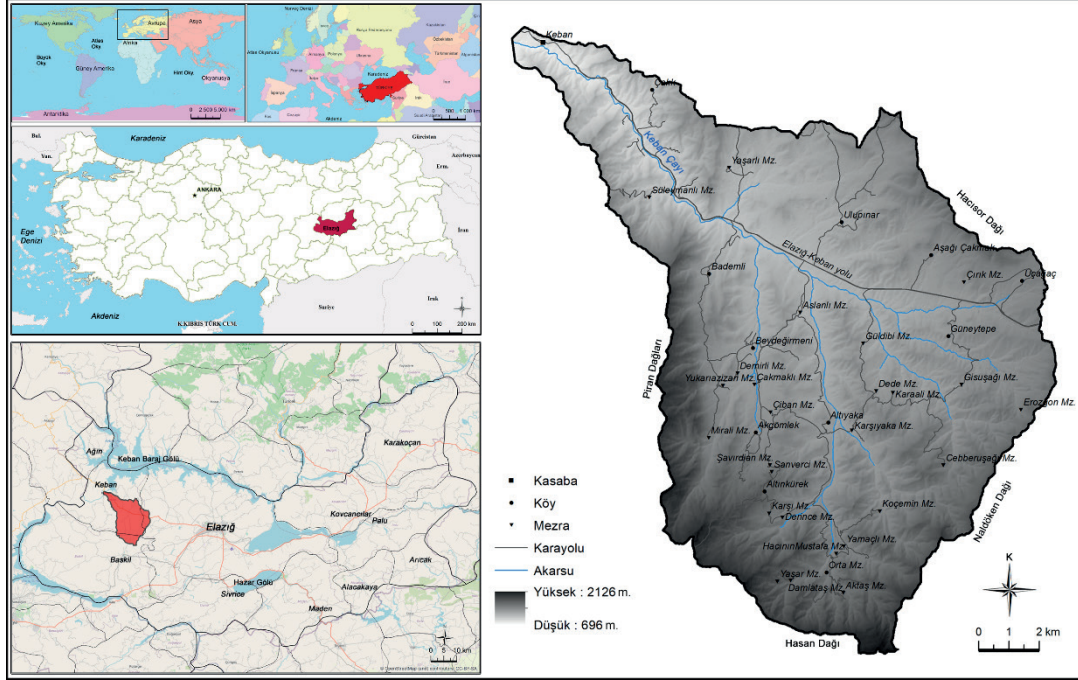
yaklaşımlarla, bir kent veya bölge özelinde mekânsal karakteri keşfetmek için kullanılmaktadır” (Murray, 2009:270). Söz konusu keşfin amacı fayda/maliyet açısından veya diğer beklentiler açısından en uygun konumu tespit edebilmektedir.

Lokasyon analizi ve yer seçimi çalışmaları literatürde oldukça geniş yer tutmaktadır. Bu kapsamda kentsel gelişme alanlarının tahmini (Nowak ve Walton, 2005 vb.), yerleşme fonksiyon alanlarının yer seçimi (Gao ve Cai, 2017 vb.), kırsal arazi planlama (Ran ve Bo, 2013 vb.) çalışmaları konularında çok sayıda farklı çalışma bulunmasına rağmen doğrudan kırsal konutların yer seçimine dair bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte bu çalışma, söz konusu diğer araştırmalarla genel olarak benzer bir perspektife sahiptir.

Kırsal alanlarda da konut alanlarının artmasında ve yer seçiminde farklı bölgeler için farklı süreçler ve olaylar etkili olmaktadır. Bu çalışmanın örneklem sahası olarak belirlenen Keban Çayı Havzasında konut sayılarının artmasında, yeni kırsallık göstergelerinden olan mobilitenin/hareket serbestliğinin ve gelir seviyesinin artmasıyla ortaya çıkan kentte ve kırdaki ‘ikili yaşam’ sürdürme isteği en temel motivasyon olarak gösterilebilir. Yine ek gelir elde etmek için hem kentte hem de kırdaki çalışarak ‘çoklu iktisadi faaliyet’ yapısının oluşması yeni konutların yapılmasını veya mevcut eski konutların yenilenmesini teşvik etmektedir. Ayrıca 31 Aralık 2017’den önce yapılan konutlara yönelik getirilen imar barışı affıyla kırsal alanlarda konut yapımına yönelik ilginin artması ile 24 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen Elazığ depremi sonrasında insanların olası bir afette kendilerini güvence altına almak istemesinin, kırsal alanlarda konut yapımını teşvik eden önemli nedenler olarak gösterilebilir.

Araştırma sahası olan Keban Çayı Havzası, Elazığ iline bağlı Keban ilçesi sınırları içinde ve yaklaşık 187 km²’lik bir yüzölçümüne sahiptir. Havzada maksimum yükselti 2126 m. iken, minimum 696 m. ve ortalama 1323 m.’dir. Fırat Nehrine dökülen Keban Çayı’nın Havzası güneyde Hasan Dağı ve uzantılarıyla, batıda Piran Dağlarıyla, doğuda Naldöken Dağı tarafından, kuzeyden ise Hacısor Dağı ve uzantıları tarafından sınırlandırılmıştır. Havzadaki dağlar, yöredeki asıl orojenik sisteme ters olarak uzanmaktadır (**Şekil 1**).

Keban’da yıllık ortalama toplam yağış 425 mm ve ortalama sıcaklık 14,6°C’dir. Havzanın güneyinde D-B yönünde uzanan Hasan Dağı’nın kuzeye bakan yamaçları gölge etkisi nedeniyle, güneye göre daha zengin bitki örtüsüne sahiptir. Bölge daha çok batı-doğu yönünde ilerleyen hava kütlelerinden yağış almaktadır.



Şekil 1: Keban Çayı Havzasının Lokasyonu.
Figure 1: Location map of Keban Stream Basin.

Piran Dağı'nın doğu yamacı yağış duldasında kaldığı için bitki örtüsü seyrek. Hacısor ve Naldöken Dağı'nın batıya bakan yamacı da yağışa dönük olduğu için bitki örtüsünce zengindir (Özdemir ve Sunkar, 2003: 132,133).

Elazığ-Keban karayolu üzerinde yer alan havzada, Keban ilçe merkezinin oluşturduğu kasaba yerleşmesi dışında, 11 köy ve bu köylere bağlı 26 mezra yerleşmesi bulunmaktadır. Havzanın da yer aldığı Keban ilçesinde nüfus 2007-2020 yılları arasında 7000 civarında olmuştur. 2020 sayımı ile 6546 kişilik nüfusun ADNKS'ye kayıtlı olduğu görülmektedir (TÜİK, 2021). Ancak havzada yer alan köylerin genel olarak kente yakınlığı, kentlerde ikamet eden ancak havzayla sıkı ilişkisi olan hane sayısı dolayısıyla nüfusu arttırmaktadır.

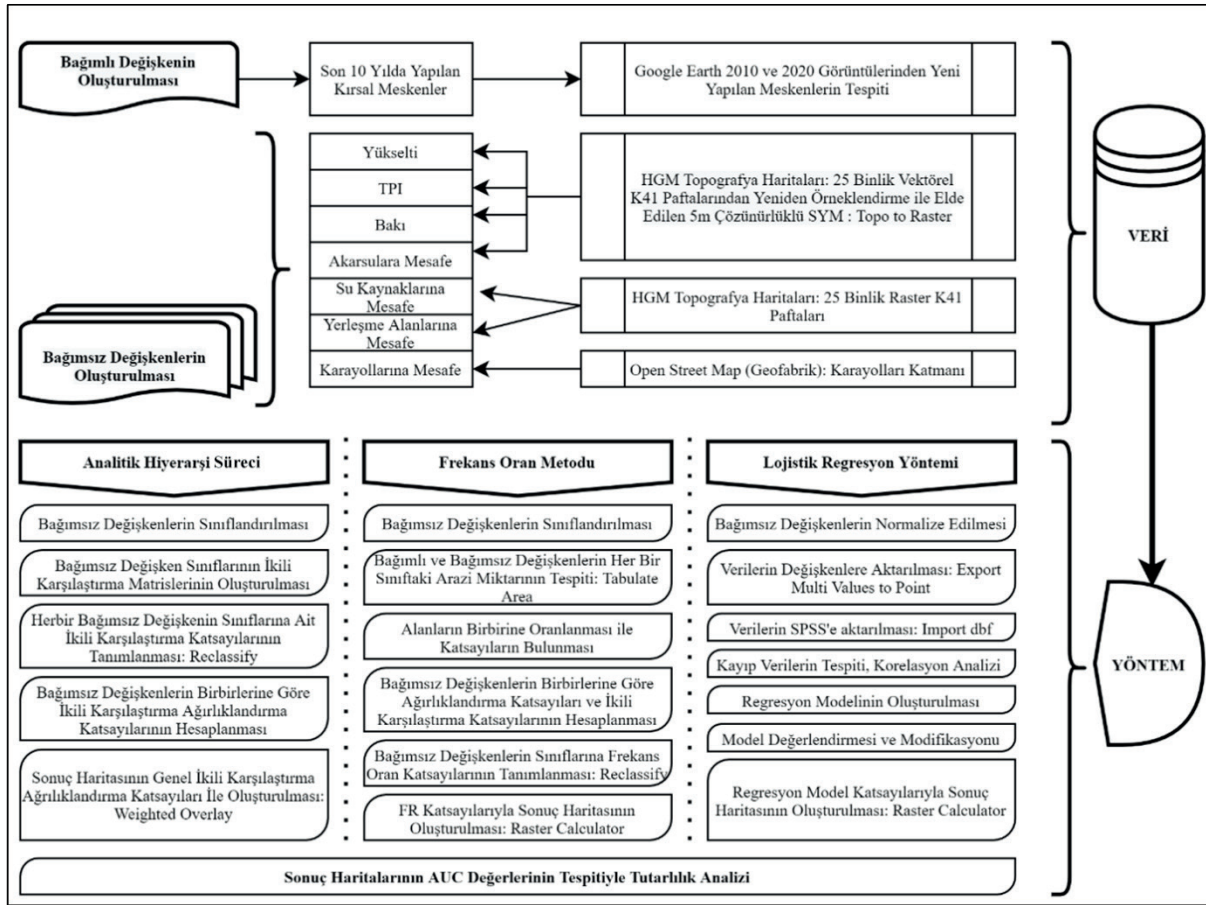
2. VERİ VE YÖNTEM

Türkiye'de başta büyükşehirlerle yakın alt kentleşme alanları olmak üzere, kentlere yakın kırsal alanlarda konut yapımında ve mevcut kırsal konutların yenilenmesinde devam eden bir büyüme gözlenmektedir (Datta ve Young, 2007; Emekli, 2014). Keban Çayı Havzasında Elazığ kentine yakın konumda yer alan bir kırsal alana karşılık gelmektedir. Elazığ kentinin özellikle batı ve kuzey yönündeki büyüme akslarındaki kırsal alanlarda daha belirgin olan konut sayılarındaki artış, kırsal karakterin baskın olduğu havzada nispeten azalmaktadır.

Ancak son yıllarda devam eden ve özellikle imar barışı ve depremler (2010 Palu depremi ve 2020 Ocak Elazığ Depremi) sonrası artış gösteren konut inşaa faaliyetleriyle, yeni yapılan konutların lokasyon seçiminde etkili olan parametrelerin tespit edilmesi ve uygun yer analizi yapma hedefi, bu çalışmanın ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Araştırmanın bağımlı değişkenini son 10 yılda yapılan 114 adet kırsal konutun konumları oluşturmaktadır (Şekil 3). Bu verinin temini için ilk olarak HGM Küre uygulamasından güncel tüm konutlar işaretlenmiştir. Daha sonra Google Earth Pro içindeki geçmiş uydu görüntüleri ile karşılaştırılarak, yeni yapılan konutlar tespit edilip işaretlenmiştir. Son olarak doğrulama için çakıştırma işlemi yapılmıştır. Bağımsız değişkenler ise ağırlıklı olarak, doğal çevre koşullarını yansıtan parametrelerden oluşturulmuştur. Bu durum konut yapım maliyetinin yanı sıra, konutların genellikle mevcut tarım alanları üzerinde inşa edilmesinin yani uygun fiziki ortam koşulların bulunduğu alanlar olması nedeniyledir. Beşeri ortam değişkenlerinden ise karayollarına ve yerleşme özeklerine mesafe bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır (Şekil 2, Tablo 1).

Havzada lokasyon analizi ve yer seçimi uygunluk analizini etkileyen faktörlerden sayısal yükselti modeli Harita Genel Müdürlüğü'ne (HGM) ait 25 binlik vektörel paftalara ait



Şekil 2: Yöntem İş-Akış Şeması.

Figure 2: Method, work-flow chart.

münhanilerin enterpole edilmesiyle oluşturulmuştur. Elde edilen bu veriden daha sonra akarsular, topografik pürüzlülük indeksi (eğim türevi) ve bakı değişkenleri oluşturulmuştur. Su kaynaklarına olan mesafe HGM K41 paftasında yer alan su kaynaklarının sayısallaştırılması ile elde edilmiştir. Yerleşmeye alanlarına mesafe, bütün yerleşme alanlarının çizilmesiyle; karayollarına mesafe ise Open Street Map verileri (GEOFABRİK, 2021) kullanılarak elde edilmiştir (Tablo 1).

Lokasyon analizi ve yer seçimi uygunluk haritalarının oluşturulmasında üç farklı yöntem, karşılaştırmalı olarak kullanılmıştır. Yöntemlerde kullanılan değişkenlere ait tüm raster görüntüler ED_1950_UTM_Zone_37N projeksiyonunda ve 5*5 m boyutundadır. “Analitik hiyerarşi yöntemi” ve “Frekans oran metoduna” ait işlemler Excel’de yapılarak Arcmap yazılımında sonuç haritaları oluşturulmuştur. Lojistik regresyonda ise değişkenlere ait raster veri değerleri öncelikle SPSS yazılımına aktarılmış ve burada regresyon analizi ile elde edilen katsayılar kullanılarak Arcmap yazılımında sonuç haritası üretilmiştir (Şekil 2).

2.1. Frekans Oran Metodu (FO)

Frekans oran metodu, ilk olarak heyelan duyarlılık ve afet risk analizi çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır (Lee ve Pradhan, 2007; Yalçın, 2008). Ancak zamanla kentsel büyüme ve yer seçimi konularında da kullanılmaya başlamıştır (Park vd., 2012; Aburas vd., 2017). Metodun çıkış noktası, bir bölgede afetin meydana geldiği yerlerin mekânsal parametrelerine bakılarak, benzer değerlere sahip alanların tespitine dayanmaktadır. Aynı durum bağımlı değişkenin afet yerine, konut veya uygun yerlerin tespiti olarak değiştirilmesiyle diğer konulara uyarlanabilmektedir.

Metodun ilk aşamasında modeldeki bağımsız değişkenler, mekânsal özelliklerine uygun olarak sınıflara ayrılır. Daha sonra bağımlı değişkenin bulunduğu alanlar, bağımsız değişkenlere ait sınıflarla kesişen alanları bulmak için çapraz tablolama yapılır. İkinci aşamada, arazideki her bir bağımsız değişkene ait sınıfların toplam alanları bulunur ve bağımlı değişkene ait alanlarla frekans oran katsayıları hesaplanır. Elde edilen bu katsayılarla

Tablo 1: Bağımsız Değişkenlerin Veri Kaynakları ve Sınıflandırılma Teknikleri**Table 1:** Data sources and classification techniques of Independent Variables

Bağımsız Değişkenler	Sınıflar	Veri	Teknik	Aralıklandırma Metodu
Yükselti (m)	1. < 1061, 2. 1062-1251, 3. 1252-1436, 4. 1437-1666, 5. > 1667	HGM SYM (5m x 5m çözünürlük) HGM Münhani (10 m)-Yeniden Örneklemeyle	Resample Yeniden Örnekleme ile 5 m	Natural Break (Jenks)
TPI (Eğim Türevi)	1. < 8, 2. 8,01-12, 3. 12,01-17, 4. 17,01-22, 5. 22,01-28 6. > 28	HGM SYM (5m x 5m çözünürlük) HGM Münhani (10 m)-Yeniden Örneklemeyle	Riley, S.J., De Gloria, S.D., Elliot, R. (1999)	Natural Break (Jenks)
Bakı (°)	1. Batı, 2. Kuzey, 3. Doğu, 4. Güney	HGM SYM (5m x 5m çözünürlük) HGM Münhani (10 m)-Yeniden Örneklemeyle	aspect = 57.2 * atan2 ([dz/dy], -[dz/dx]) https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-aspect-works.htm	Manual
Akarsulara Mesafe (m)	1. < 49, 2. 50-113, 3. 114-201, 4. > 202	HGM SYM (5m x 5m çözünürlük) HGM Münhani (10 m)-Yeniden Örneklemeyle	Euclidian Distance https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/euclidean-distance.htm	Quantile
Su Kaynaklarına Mesafe (m)	1. < 238, 2. 239-446, 3. 447-677, 4. 678-984, 5. > 985	HGM 25 binlik paftalar HGM K41 a3, b3, b4, c1, c4, d2 paftaları	Euclidian Distance	Natural Break (Jenks)
Karayolu Mesafe (m)	1. < 50, 2. 51-100, 3. 101-200, 4. 201-400, 5. > 401	Open Street Map Karayolu Verileri Geofabrik: http://download.geofabrik.de/europe/turkey.html	Euclidian Distance	Manual
Yerleşmelere Mesafe (m)	1. < 460, 2. 461-894, 3. 895-1328, 4. 1329-1894 5. > 1895	HGM 25 binlik paftalar HGM K41 a3, b3, b4, c1, c4, d2 paftaları	Euclidian Distance	Natural Break (Jenks)

bağımsız değişken sınıfları ağırlıklandırılmış olarak yeniden sınıflandırılır. Son olarak bağımsız değişkenlerin birbirlerine göre önem derecesini gösteren ikili karşılaştırma katsayıları ve önceki aşamada oluşturulan ağırlıklandırılmış raster veriler kullanılarak hedef harita üretimi gerçekleştirilir.

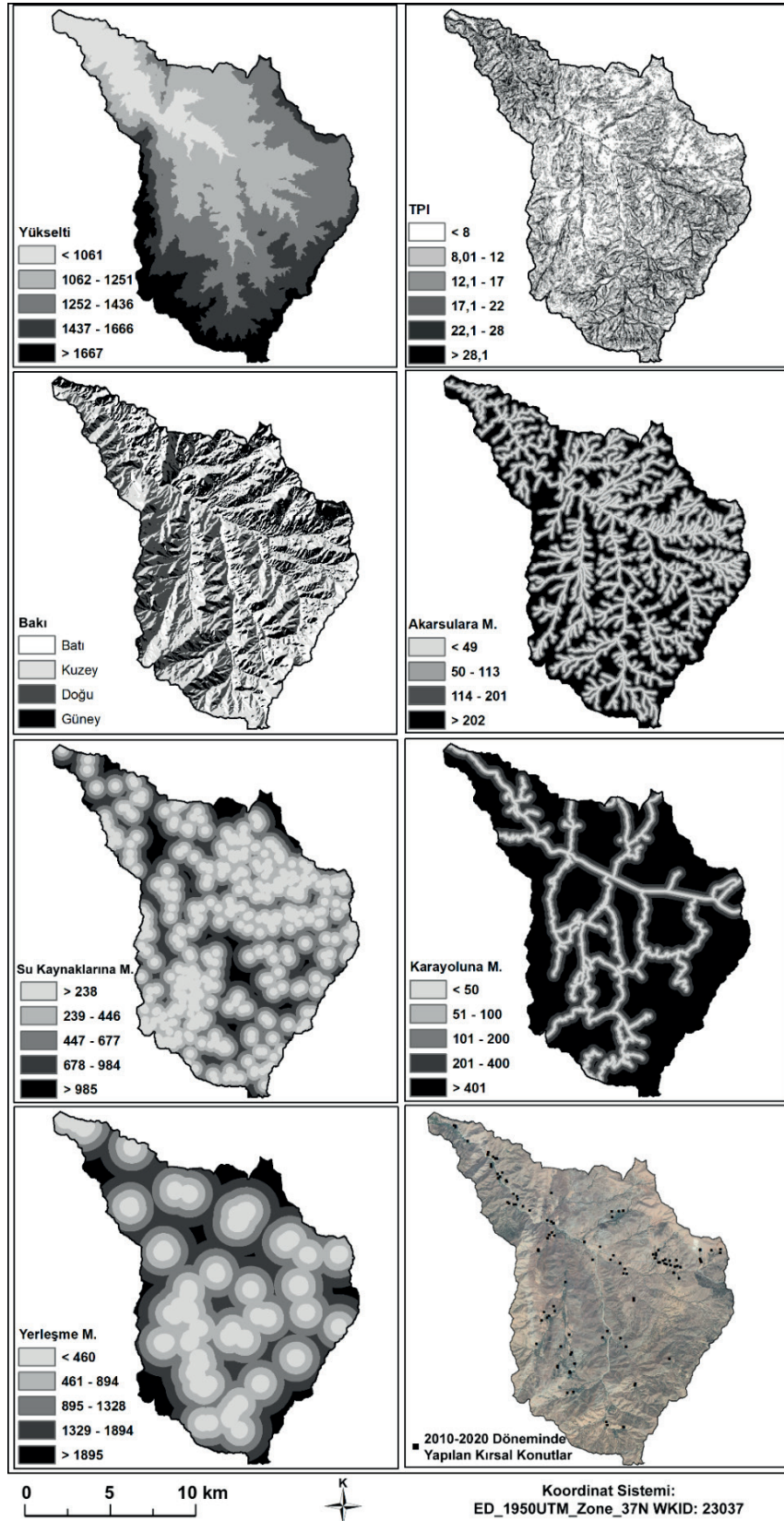
Frekans oranı formülü $FR = PLO/PIF$ şeklindedir. Burada FR frekans oranını, PLO bağımlı değişkeni etkileyen bir faktörün her bir alt kategorisi içinde bağımlı değişken varlığının toplam alan içindeki yüzdesini, PIF bağımlı değişkeni etkileyen her bir bağımsız değişkene ait kategorinin yüzdesini ifade etmektedir.

2.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik hiyerarşi süreci, karmaşık dünyamızda karar vermeye yardımcı olan bir karar verme modelidir. Karar hedeflerine ulaşmak için kriterleri, kısıtlamaları ve alternatifleri bir hiyerarşi içinde tanımlamayı ve düzenlemeyi içeren üç

parçalı bir süreçtir. Süreç, unsurlar arasındaki ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesini ve tüm düzeylerde ikili karşılaştırmaların sonuçlarının çözüm algoritması kullanılarak sentezlenmesini içerir (Saaty, 1980:110).

Metotta ikili karşılaştırma temel bir ölçme biçimidir. Bu işlem, özellikle herhangi bir anda karar verme aşamasında sadece ikili veri gruplarının birbirleriyle olan ilişkisine yöneldiğinden karar vermenin karmaşıklığını önemli derecede azaltmaktadır (Erden ve Coşkun, 2011:42). İkili karşılaştırma yargıları için 1'den 9'a kadar bir ölçek kullanılır. Bu sadece bir sayı ataması değildir. Belirli bir özelliğe göre karşılaştırılan öğelerin görece önemini belirler. Rakamlar, birinin diğerine göre tercih gücünü gösterir. İkili karşılaştırmalar yapılırken, yargıların doğruluğu ve dolayısıyla türetilen ölçek, öğelerin sıraya göre azalan veya artan düzende sıralanmasıyla geliştirilebilir (Saaty, 1980:110, 111).



Şekil 3: Kırsal Konutların Yer Seçimi Analizinde Kullanılan Bağımsız Değişkenler ve 2010-2020 Döneminde Yapılan Kırsal Konutlar.
Figure 3: Independent Variables Used in Location Analysis of Rural Houses and Rural Dwellings Built in the Period of 2010-2020.

Analitik hiyerarşi sürecinin sürecinin sekiz ana kullanımı vardır. Bunlar arasında lokasyon analizi ve yer seçimi (Min, 1994, Vasiljević vd. 2012, Erden ve Coşkun, 2011; Uyan, 2013), afet-risk analizi (Millet ve Wedley, 2002; Vojtek ve Vojtekova, 2019), uygunluk ve planlama analizleri (Yousef vd. 2011; Dağlı ve Çağlayan, 2016) coğrafi bilgi sistemleri tabanlı olarak çalışılanlar arasında gösterilebilir.

Analitik hiyerarşi yönteminde ilk aşamada, modeli oluşturacak her bir bağımsız değişkenin kendi içlerinde önem sırasına göre sınıflara ayrılması gerekmektedir. Bu işlemle değişkenlerin kendi sınıfları içinde birbirlerine göre öncelikleri belirlenmektedir. Daha sonra bağımsız değişkenlerin birbirlerine göre önem ve öncelik sırasının oluşturulduğu, ana ikili karşılaştırma matrisi yapılmaktadır. Böylece değişkenlerin birbirlerine göre önceliklerini gösteren katsayılar elde edilmektedir. Yöntemi uygulamada kritik bir aşama olarak, hem değişkenlerin sınıflandırılması hem de birbirlerine göre önceliklerinin belirlenmesinde araştırmacının veya uzman görüşünün dikkatli bir şekilde uygulanması çok önemlidir. Son olarak hem değişkenlerin sınıfları arasında hem de ana karşılaştırma matrisinde tutarlılık oranları hesaplanmalıdır.

2.3. Lojistik Regresyon Metodu (LR)

Lojistik regresyon, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında bir tahmin/kestirim ilişkisi oluşturulmasını sağlar. Çok değişkenli analiz modellerinden biri olan lojistik regresyon, bir belirleyici değişken kümesinin değerlerine dayanarak sonucun varlığını veya yokluğunu tahmin etmek için kullanılır. Modelin coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılışında diğer iki yöntemde olduğu gibi lokasyon analizi ve yer seçimi (Alsharif ve Pradhan, 2014; Nong ve Du, 2011), afet-risk tahmin ve analizleri (Dai vd., 2001; Lee ve Dan, 2005) ile uygunluk ve planlama çalışmaları (Hu ve Lo, 2007; Park vd. 2011, Akın vd., 2014) konuları ön plana çıkmaktadır. Problemin durumuna göre genellikle uygun (1), uygun değil (0); riskli(1), risksiz(0) ve var (1), yok (0) şeklinde ikili (binary) olarak bağımlı değişkenin ifade edilebildiği problemlere uygulanmaktadır. Örneğin çeşitli mekânsal unsurlar (konut, tarım arazisi, fabrika, ulaşım tesisi vb.) açısından bir sahanın uygun olup olmadığı, yerleşim yerine dönüşüp dönüşmeyeceği veya bir afetin olup olmadığı durumlarda bu metod kullanılabilir.

Lojistik regresyon (LR) yöntemi analitik hiyerarşi sürecinden farklı olarak, değişkenler arasındaki ağırlıklandırma objektif olarak yapılmaktadır. LR yöntemi her bir bağımsız değişkenin nispi önemi ve bağımsız değişkenler arasındaki etkileşim ve

önem hakkında fikir sağlar (Pallant, 2020:190). Bu bağlamda problemin konusuna göre hangi mekânsal unsurun daha önemli olduğunu belirlemeye çalışan 'indirgemeci yaklaşıma' objektif gerekçeler sunmaktadır.

Matematiksel olarak lojistik regresyon olasılık, odds ve odds'un logaritmasına dayanır. Lojistik regresyon, odds'un yani bir olayın olma olasılığının, olmama olasılığına bölümünün, doğal logaritmasıdır. Katsayıları tahmin etme, maksimum olasılığı bulmaktır. Buradaki amaç, gözlenen sonuç frekansları tahminini en üst düzeye çıkarmak için, belirleyicilerin en iyi doğrusal kombinasyonunu bulmaktır. (Tabachnick ve Fidell, 2014:484). Optimum kombinasyon için, eş doğrusallık problemi olmayan değişkenlerin kullanılmasıyla ve ilgisiz değişkenlerin modelden çıkarılmasıyla mümkün olmaktadır.

LR metodu $\ln(p/(1-p)) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_i x_i$ formülüyle ifade edilmektedir. Eşitliğin sol tarafında doğal logaritması alınan $p/1-p$, regresyonu yapılan olayın meydana gelme olasılığını (bu çalışmada konutların o lokasyonda bulunma olasılığı), sağ taraftaki $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_i$ bağımsız değişkenleri ve onlara ait elde edilen regresyon katsayılarını ifade etmektedir (Bektaş ve Hınıs, 2008:29).

LR metodunda modelin geçerliliği ve güvenilirliği için özellikle coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarında sürekli sayısal veri formunda olması önemlidir. Arazi kullanımı, bakı, toprak türü gibi değişkenlerin modele dahil edilmek istenildiği durumlarda ya "dummy değişken" şeklinde her bir kategoriye ikili formda (var/1, yok/0) olarak kullanılmalı veya uygunluk yaklaşımı gibi bir yöntemle modele girilmesi gereklidir (Patriche ve ark., 2015: 2232). Bu çalışmada arazi kullanımı, toprak, litoloji gibi kategorik değişkenlerin konutların konumları üzerindeki etkisinin düşük olması nedeniyle kullanılmamıştır.

2.4. Keban Çayı Havzasında Kırsal Konutların Yer Seçimini Etkileyen Parametreler

Kırsal alanlarda konut yapımında temel ihtiyaçlar olan yol, su ve elektrik dışında, maliyeti doğrudan etkileyen ve dolayısıyla yer seçiminde aslında temel belirleyici olan tarım alanlarının konumu en önemli değişkenlerdir. Bu çalışmada yol için karayollarına mesafe, su için akarsu ve su kaynaklarına olan mesafe bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Elektrik dağıtım hatları, ilgili kurumun (Fırat Aksa A.Ş.) veri paylaşımını reddetmesi nedeniyle değişkenlere dâhil edilememiştir. Ancak elektrik dağıtım şebekesinin büyük ölçüde karayoluna paralel seyretmesi modellere katkısının fazla olmayacağını

düşündürmektedir. Tarım alanlarına olan mesafenin çalışmaya dâhil edilmemesinin temel sebebi ise aşırı uyum (overfitting) problemi nedeniyle, diğer değişkenlerin etkisini büyük ölçüde ortadan kaldırmasıdır.

Geleneksel yer seçimi kuramlarına göre hane halkı yer seçimi kararları, arazi kullanımı, konut hizmetleri tercihi ve ulaşım maliyetleri arasındaki ilişkilerle belirlenmektedir. Konut alanı yer seçimi araştırmaları, ekonomik yaklaşımların yanı sıra toplumsal davranış kalıplarının ele alınması sonucu, konut seçimi, konut pazarı ve hareketlilik temaları içinde geliştirilmektedir (Kocatürk ve Bölen, 2005:18). Dolayısıyla konutların yer seçiminde mekânsal değişkenler kadar bireysel, toplumsal ve ekonomik şartlar yönlendirici ve belirleyici olmaktadır. Ancak bu çalışmada söz konusu değişkenlerden bireysel ve toplumsal faktörler, modellere dahil edilmemiştir. Çünkü bu değişkenlerin analizi için ayrı araştırma ile söz konusu faktörlerin tespit edilmesi ve nitel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışma sahasında kırsal konutların yer seçimi üzerinde etkili olduğu düşünülen ve mekânsal bağlamda değerlendirilebilecek parametreler şunlardır:

Yükselti: Kırsal yerleşmelerin ve dolayısıyla kırsal konutların canlılığını devam ettirebilmeleri, iktisadi açıdan sürdürülebilir bir yapıda olmalarına bağlıdır. Yükselti ise kırsal bölgede tarım ve hayvancılık faaliyetlerini kısıtlayan en önemli değişkenlerden biridir. Yükselti yağış ve sıcaklık dışında toprağın kalınlığını, türünü etkileyebilen dolayısıyla arazinin hangi amaçla kullanılacağını ve hangi verimliliğe sahip olacağını etkilemektedir. Yeni yapılan kırsal konutların yaklaşık yarısı havzanın 700-1100 metreleri arasında ve diğer önemli bir bölümünün de 1100-1300 metre basamağında toplandığı görülmektedir. Ayrıca yeni yapılan kırsal konutların tamamına yakınının yer aldığı mevcut tarım alanlarının dağılımında da, bahsi geçen etkileri nedeniyle önemli bir etkisi bulunmaktadır. Mevcut tarım alanlarının yaklaşık dörtte üçünden fazlası (2600 hektardan, 2200 hektarı) 700-1300 m. arasında toplanmıştır.

Topografik Pürüzlülük İndeksi (Eğim Türevi): Kırsal alanlarda konut yapımında maliyeti yükseltmemek için mevcut koşulların optimum olduğu yerler öncelikle tercih edilmektedir. Bu durum, araziye modifiye etmenin zorluğu, maliyeti ve süresiyle büyük ölçüde ilgilidir. Eğim, diğer fiziki ortam koşullarıyla birlikte drenaj durumu, toprağın derinliği, türü ve yapısı, ile arazinin aşınma ve yarıma süreci üzerinde etkili olan

bir değişkendir. Modelleri oluştururken, özellikle lojistik regresyon denemelerinde eğimin önemi beklenenden daha düşük çıkması nedeniyle, arazinin eğime bağlı oluşturduğu engebeliliği belirleyen, topografik pürüzlülük indeksi kullanılmıştır. “İndis, öncelikle merkezi bir hücre ve onu çevreleyen hücrelerin değerlerindeki farkı hesaplar. Ardından, hepsini pozitif hale getirmek için fark değerlerinin karesini alır ve karelerin de ortalamasını alır. Son olarak bu ortalamanın karekökü alınarak indeks sonucu üretilir. Üretilen değer raster veri üzerindeki herhangi bir nokta ile çevresindeki alan arasındaki, ortalama değişime karşılık gelir” (Riley, 1999:24). İndis eğim temelinde oluşturulduğu için modellerden eğim değişkeni çıkarılmıştır. Nitekim eğimle birlikte yapılan denemelerde eş doğrusallık problemi nedeniyle, eğimin modele neredeyse hiç katkı sağlamadığı tespit edilmiştir.

Baki: Konutların yaz ve kış mevsimindeki sıcaklık koşulları açısından güney bakılı alanlar daha avantajlı bir yapıya sahiptir. Ayrıca güney sektörlü araziler vejetasyon süresi ve don olayları bakımından daha elverişli olmaları iktisadi açıdan önemini arttırmaktadır. Kategorik bir değişken olarak Baki'nın AHS ve FR metodunda kullanılması bir problem olmazken, lojistik regresyonda kullanımı için sürekli bir veri gibi dönüştürülmesi veya dummy değişken olarak kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada baki, yoğunluk yaklaşımı ile sürekli bir veriye dönüştürülerek değişkenlere dâhil edilmiştir.

Karayollarına Mesafe: Elazığ-Keban karayolu yeni yapılan kırsal konutlar için en önemli çekim unsurlarından biridir. Nitekim bu konutların yaklaşık yarısı söz konusu ana karayolu hattına 200 metre mesafe içinde yapılmıştır. Ayrıca havzadaki diğer yeni yapılan konutların tamamına yakını köy yollarına 100 metre mesafe içinde inşa edilmiştir. Az sayıda konut ise köydeki tarla yollarına yakın bir konumda yer almaktadır. Karayolunun konutların yer seçiminde etkili olması, ulaşım dışında enerji talebiyle de ilgilidir. Bu durum genel olarak elektrik dağıtım ağının yollara paralel bir dağılım göstermesine bağlıdır.

Yerleşme Alanlarına Mesafe: Yeni yapılan kırsal konutların kuruluş yerleri üzerinden önemli bir etken de mevcut yerleşme alanlarına olan mesafedir. Bu durum iki açıdan etkili olmaktadır. Bunlardan ilki idari kısıtlamalar ile ilgilidir. Yani konutun, köy yönetsel alanı içinde ve yerel yönetimlerin ruhsat/izin vereceği alanlar olması gerekmektedir. İkinci olarak mevcut yerleşme alanları içinde konut yapımına uygun arazi olmadığından, yerleşmeye kısmen yakın ve ulaşım açısından elverişli yerler, köyden tamamen soyutlanmadan konut yapımı için çekici olmaktadır.

Akarsulara Mesafe: Su ve suya bağlı özellikler hem kırsal konutlar için hem de sulama ve kullanma suyu açısından hayati öneme sahiptir. Havzadaki sürekli veya mevsimlik akarsuların vadi yapısı genellikle çentik vadi tipinde olması nedeniyle, akarsulara çok yakın sahalar yüksek eğim özelliği göstermesi nedeniyle kırsal konut yapımı için uygun değildir. Ancak su ihtiyacı kırsal konutların akarsulardan çok uzağa kurulmasını da engellemektedir.

Su Kaynaklarına Mesafe: Kırsal konutların yer seçiminde başta içme suyu olmak üzere sulama suyu ihtiyacına bağlı olarak gerek doğal pınarlar gerekse artezyen su kaynakları vazgeçilmez cazibe unsurlarıdır. Havzada köy içindeki merkezi su depolarına bağlı bir su ulaştırma şebekesi bulunmasına rağmen, köy dışında inşa edilen bu konutlar için yeni yapılacak konutun, mutlaka bir su kaynağına yakın olması gerekmektedir. Nitekim konut yapımı için uygun görülen tarım arazilerinde eğer su kaynağı yoksa artezyen kuyuları açılarak öncelikle su problemi çözülmeye çalışılmaktadır.

3. KEBAN ÇAYI HAVZASINDA YER SEÇİMİ UYGUNLUK ANALİZİ

Yer seçimi uygunluk analizi, farklı kriterleri uygulayarak mevcut olasılıklar arasından en uygun yeri/lokasyonu belirlemeye yarayan farklı süreç ve prosedürlerin bütünü için kullanılmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri içinde bu kapsamda en basitinden ikili karşılaştırmayla başlayan ve çok kriterli karar analizleri ile yaygınlaşan, makine öğrenmesi ve yapay zekâ uygulamalarıyla daha hassas hale gelen çok sayıda model bulunmaktadır. “Bir CBS uygunluk modeli tipik olarak ‘En iyi yer neresidir?’ sorusuna cevap verir. Bu yer yeni bir yol, yeni bir konut alanı veya bir fabrika için en iyi yeri bulmayı içeriyor olabilir” (Kaiser vd., 2006:107). Model için önemli olan yer uygunluğunu etkileyen en önemli değişkenleri tespit edebilmek ve bunları modele ekleyebilmektir. Bu çalışmada söz konusu modellerden çok kriterli karar analiz yöntemlerinden frekans oran ve analitik hiyerarşi süreci ile temel düzey makine öğrenmesi modellerinden lojistik regresyon modeli kullanılmıştır.

3.1. Frekans Oran Metodu

Frekans oran metoduna göre yeni yapılan kırsal konutların yer seçiminde en etkili olan değişken yükselti iken, bunu yerleşme ve karayollarına mesafe takip etmektedir. Topografik pürüzlülük indeksi lojistik regresyonda en etkili ilk üç değişken arasında iken, burada en sonda yer almaktadır (**Tablo 2, Şekil 4**).

Modele göre yükselti açısından 1061 m. ve altındaki alanlar diğer yükselti sınıflarına göre, tercihte yarıdan fazla bir etkiye sahiptir. Benzer şekilde yerleşmelere 460 m. ve daha az mesafeye sahip alanlar; karayollarına 50 m. ve daha az mesafeye sahip araziler bu değişkenlerin diğer sınıflarına göre, yarıya yakın bir oranda, kırsal konutların yer seçiminde daha fazla belirleyici olmaktadır. Akarsulara mesafede çok yakın alanlardan ziyade, yakın alanlar daha belirleyici olurken, kaynaklara mesafede yine en yakın alanlar daha fazla tercih edilmektedir. Bakı değişkeninde güney ve doğu yönlü araziler ön plana çıkarken, topografik pürüzlülük indeksinde pürüzlülüğün en düşük olduğu alanlar tercih edilmektedir.

Sonuç haritasına göre yeni yapılacak kırsal konutlar için en uygun araziler arasında ilk olarak dikkati çeken sahalar, Elazığ-Keban karayoluna yakın tarım arazileri ile boş ve parçalı düzlüklerdir. İkinci olarak akarsulara paralel olarak devam eden karayollarının uzandığı alanlarda yer alan tarımsal araziler, yani az eğimli düzlükler yer seçiminde ön plana çıkmaktadır. Ulupınar köyünde Mercan Deresi, Aşağı çakmak köyündeki Büyükçay ve Derince köyündeki Nahal Deresi boyunca bu tür araziler dikkati çekmektedir. Son olarak karayollarının önemine bağlı olarak köyler ve bağlıları arasında uzanan yolların çevresinde tarım arazileri veya çeşitli düzlüklerin bulunduğu sahalar yeni yapılacak konutların yer seçimi için en uygun alanlar arasında bulunmaktadır (**Şekil 4**).

Yeni yapılacak kırsal konutlar için uygun ve kısmen uygun araziler ise en uygun olarak tespit edilen alanların periferisinde, kademeli olarak uzanmaktadır. Uygun olmayan alanlar ise Piran Dağları, Hacısor Dağı ve uzantıları ile Naldöken Dağı çevresindeki yükseltinin ve eğimin fazla olduğu engebeli arazilerden oluşmaktadır. Ayrıca bu kütlelerin havza içindeki uzantıları ve Keban Çayı'nın parçalamış olduğu arazilerin yüksek eğimli kesimleri yer seçiminde uygun olmayan alanlara karşılık gelmektedir (**Şekil 4**).

3.2. Analitik Hiyerarşi Süreci

Planlamacıların yer seçiminde en uygun yeri tespit etmesi, karmaşık bir mekânsal problemdir. Bu problemin çözümünde coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte uygulanan AHS, etkin analiz ve sonuç üretme kapasitesi nedeniyle önemli alternatiflerden biridir.

Uzman görüşüne dayalı olarak oluşturulan AHS modelinde değişkenlerin önem sıralaması, arazi gözlemleri ile birlikte Frekans oran metodu ve Lojistik regresyon modellerine ait

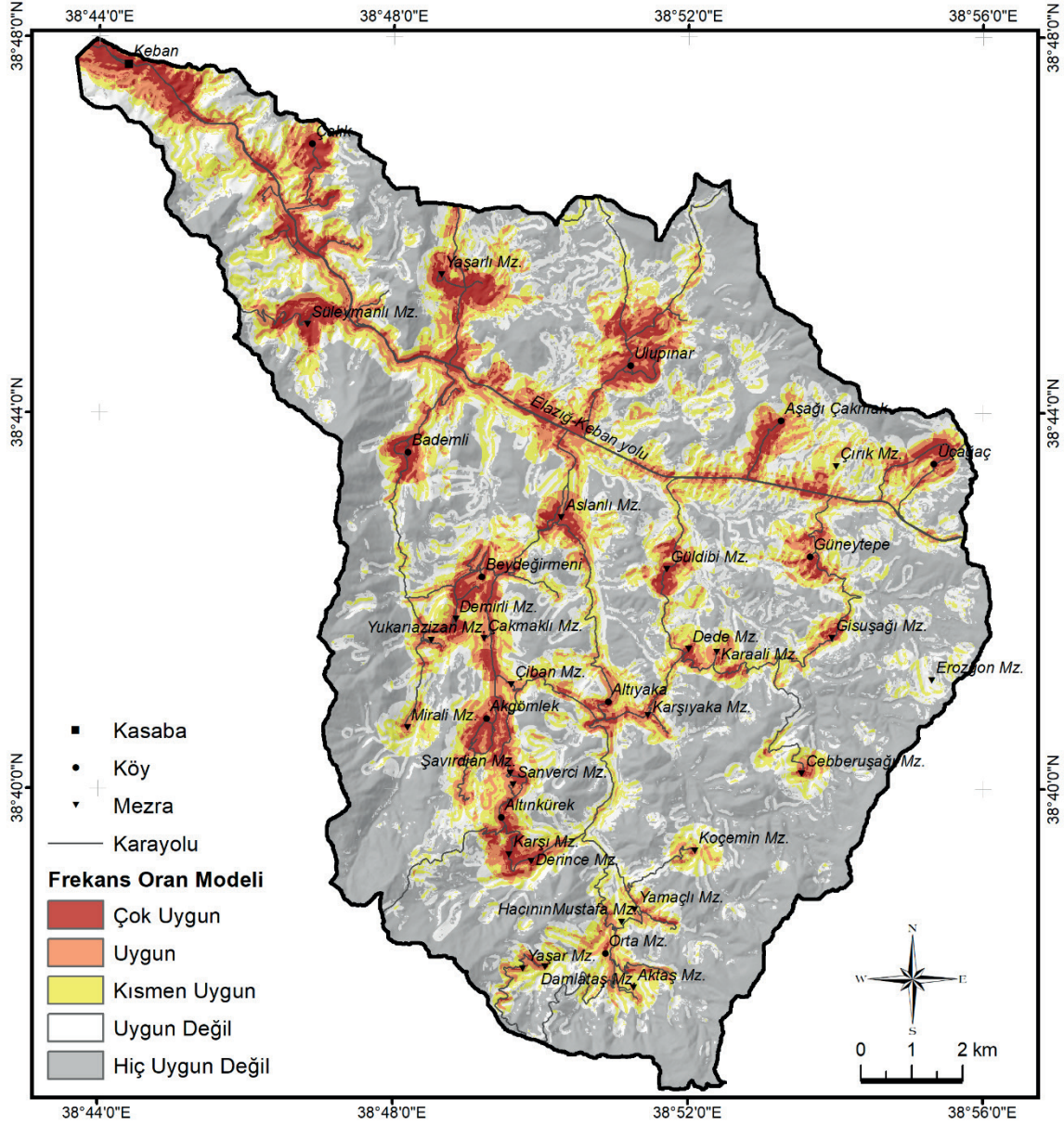
Tablo 2: Frekans Oran Katsayısı Hesaplama Matrisi.
Table 2: Frequency Ratio Coefficient Calculation Matrix.

Değişkenlerin Sınıflarına Ait Katsayılar							
Değişkenler	Faktör Sınıfı	İlgi Alanı Grid Sayısı	İlgi Alanı Yüzdesi (%)	Toplam Sınıf Alanı	Toplam Sınıf Yüzdesi (%)	Oran	FO
Yükselti	1	7875	30,3	878351	11,7	2,6	0,50
	2	9700	37,4	2220383	29,6	1,3	0,24
	3	5225	20,1	2311756	30,8	0,7	0,13
	4	3150	12,1	1329807	17,7	0,7	0,13
	5	0	0,0	762495	10,2	0,0	0,00
Yerleşmelere Mesafe	1	10500	40,5	1415531	18,9	2,1	0,47
	2	7800	30,1	2111531	28,1	1,1	0,24
	3	3950	15,2	2057979	27,4	0,6	0,12
	4	3700	14,3	1427032	19,0	0,7	0,17
	5	0	0,0	490719	6,5	0,0	0,00
Karayollarına Mesafe	1	10100	38,9	612729	8,2	4,8	0,42
	2	7600	29,3	519563	6,9	4,2	0,38
	3	5750	22,2	913638	12,2	1,8	0,16
	4	2050	7,9	1500506	20,0	0,4	0,04
	5	450	1,7	3956356	52,7	0,0	0,00
Akarsulara Mesafe	1	7150	27,6	1696652	22,6	1,2	0,30
	2	11900	45,9	1948597	26,0	1,8	0,44
	3	5150	19,8	1944898	25,9	0,8	0,19
	4	1750	6,7	1912645	25,5	0,3	0,07
Kaynaklara Mesafe	1	14675	56,6	2124735	28,3	2,0	0,47
	2	5475	21,1	2386805	31,8	0,7	0,16
	3	3775	14,5	1740739	23,2	0,6	0,15
	4	1575	6,1	975810	13,0	0,5	0,11
	5	450	1,7	274703	3,7	0,5	0,11
Bakı	1 (Kuzey)	6250	24,1	2055500	27,4	0,9	0,22
	2 (Doğu)	7725	29,8	1926676	25,7	1,2	0,28
	3 (Güney)	8000	30,8	1612002	21,5	1,4	0,35
	4 (Batı)	4050	15,6	1908586	25,4	0,6	0,15
TRI (Eğim Türevi)	1	11750	45,3	2025526	27,0	1,7	0,34
	2	5350	20,6	2128012	28,4	0,7	0,15
	3	6250	24,1	1805638	24,1	1,0	0,21
	4	1500	5,8	956068	12,7	0,5	0,09
	5	875	3,4	442955	5,9	0,6	0,12
	6	225	0,9	144587	1,9	0,4	0,09
Değişkenlere Ait İkili Karşılaştırma Sonucu Ağırlıklı Genel Katsayılar							
Faktör	Min FO	Mak FO	(Mak-Min)	Min. Top.	FO		
Yükselti	0,00	0,50	0,50	0,25	1,98		
Yerleşmelere Mesafe	0,00	0,47	0,47	0,25	1,89		
Karayollarına Mesafe	0,00	0,42	0,42	0,25	1,67		
Akarsulara Mesafe	0,07	0,44	0,37	0,25	1,49		
Kaynaklara Mesafe	0,11	0,47	0,36	0,25	1,44		
Bakı	0,00	0,35	0,35	0,25	1,40		
TRI (Eğim Türevi)	0,09	0,34	0,25	0,25	1,00		

sonuçların değerlendirilmesiyle oluşturulmuştur. Buna göre karayoluna olan mesafe yeni yapılan kırsal konutların konumunu %26 oranında en fazla etkileyen faktör iken; bakı %4 ile en az etkileyen değişkendir. Yerleşmelere olan mesafe, frekans oranı ve burada ikinci en önemli değişken iken, lojistik regresyonda en düşük ikinci etkiye sahip değişkendir. Yükselti ise Frekans oran yönteminde en önemli değişken olmasına rağmen burada %7 civarında bir etkiye sahip gözükmemektedir (Tablo 4, Tablo 5).

Sonuç haritasında hem karayoluna hem de yerleşmelere yakın alanlar öncelikli olarak konut yapımına en uygun alanlar olarak gösterilmiştir. Frekans oran metodunda olduğu gibi Piran Dağları, Hacısor Dağları ve Naldöken Dağı'nın yüksek ve engebeli araziler konut yapımına uygun olmayan alanlara karşılık gelmektedir (Şekil 5).

Analitik hiyerarşi sürecinin sonuç haritasındaki en önemli sorun, çok uygun ve uygun olarak gösterilen alanların diğer iki



Şekil 4: Frekans Oran Modeli Yer Seçimi Uygunluk Sonuç Haritası.
Figure 4: Site selection suitability result map of Frequency Ratio Model.

metoda göre çok daha fazla çıkmasıdır. Bu durum sonuç haritasındaki verilerin dağılımı ve buna bağlı olarak yapılan sınıflandırmayla doğrudan ilgilidir (Şekil 5).

3.3. Lojistik Regresyon Metodu

Lojistik regresyon model sonuçlarına göre yeni yapılan kırsal konutların konumları üzerinde en fazla etkili olan değişkenler karayollarına olan uzaklık, su kaynaklarına olan uzaklık ve topografik pürüzlülük indeksidir. Burada karayoluna olan mesafe diğer değişkenlere göre açık ara daha fazla etkili olmuştur. Akarsulara olan mesafe ile yükselti benzer etki

değerine sahipken, yerleşmelere olan mesafe diğer iki modele göre son iki etkili değişken arasında kalmıştır. Lojistik regresyon modelinde kategorik verilerin kullanımı ile ilgili problemlerden kaynaklı olarak bakı değişkeninin p değeri .05'ten büyük çıkmıştır. Bu durum bakı değişkenini ağırlıklandırma katsayıları oluşturularak yapay bir sürekli veriye dönüştürülmesi ile ilgilidir. Ancak modele olan katkısı nedeniyle ($\text{Exp}(\beta)$: 0,775) çıkarılmamıştır.

Modelin yeni yapılan kırsal konutların yerlerini, mevcut bağımsız değişkenlere ait değerleri kullanarak tahmin etme oranı %87,9 olarak çıkmıştır. Ancak bu konutlar için uygun olmayan

Tablo 3: AHS Değişken Sınıflarına Ait İkili Karşılaştırma Sonucu Katsayıları.**Table 3:** The coefficients of the binary comparison of AHP variable classes.

Faktörler / Sınıflar	1	2	3	4	5	6	Ağırlıklandırma Katsayısı	Tutarlılık Oranı
Karayolu Mesafe	1 0-50	1					0,511	5%
	2 50-100	1/3	1				0,267	
	3 100-200	1/5	1/3	1			0,118	
	4 200-400	1/7	1/5	1/2	1		0,065	
	5 400+	1/9	1/7	1/4	1/2	1	0,039	
Yerleşmelere Mesafe	1 0-460	1					0,321	3%
	2 460-894	1	1				0,277	
	3 894-1328	1/2	1	1			0,244	
	4 1328-1893	1/3	1/3	1/3	1		0,106	
	5 1893+	1/5	1/5	1/5	1/3	1	0,05	
Akarsulara Mesafe	1 0-48	1					0,456	5%
	2 48-112	1/2	1				0,324	
	3 112-201	1/3	1/3	1			0,152	
	4 201+	1/5	1/5	1/3	1		0,068	
Kaynaklara Mesafe	1 0-238	1					0,388	4%
	2 238-445	1	1				0,264	
	3 445-676	1/3	1	1			0,214	
	4 676-984	1/5	1/3	1/3	1		0,091	
	5 984+	1/7	1/5	1/5	1/3	1	0,044	
TRI (Eğim Türevi)	1 1-8	1					0,379	3%
	2 8-12	1/2	1				0,249	
	3 12-17	1/3	1/2	1			0,16	
	4 17-22	1/4	1/3	1/2	1		0,102	
	5 22-28	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0,065	
	6 28+	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	
Yükselti	1 696-1060	1					0,321	3%
	2 1060-1251	1	1				0,277	
	3 1251-1436	1/2	1	1			0,244	
	4 1436-1666	1/3	1/3	1/3	1		0,106	
	5 1666+	1/5	1/5	1/5	1/3	1	0,05	
Bakı	1 Güney	1					0,367	3%
	2 Doğu	1	1				0,281	
	3 Batı	1/2	1	1			0,201	
	4 Kuzey	1/3	1/2	1	1		0,151	

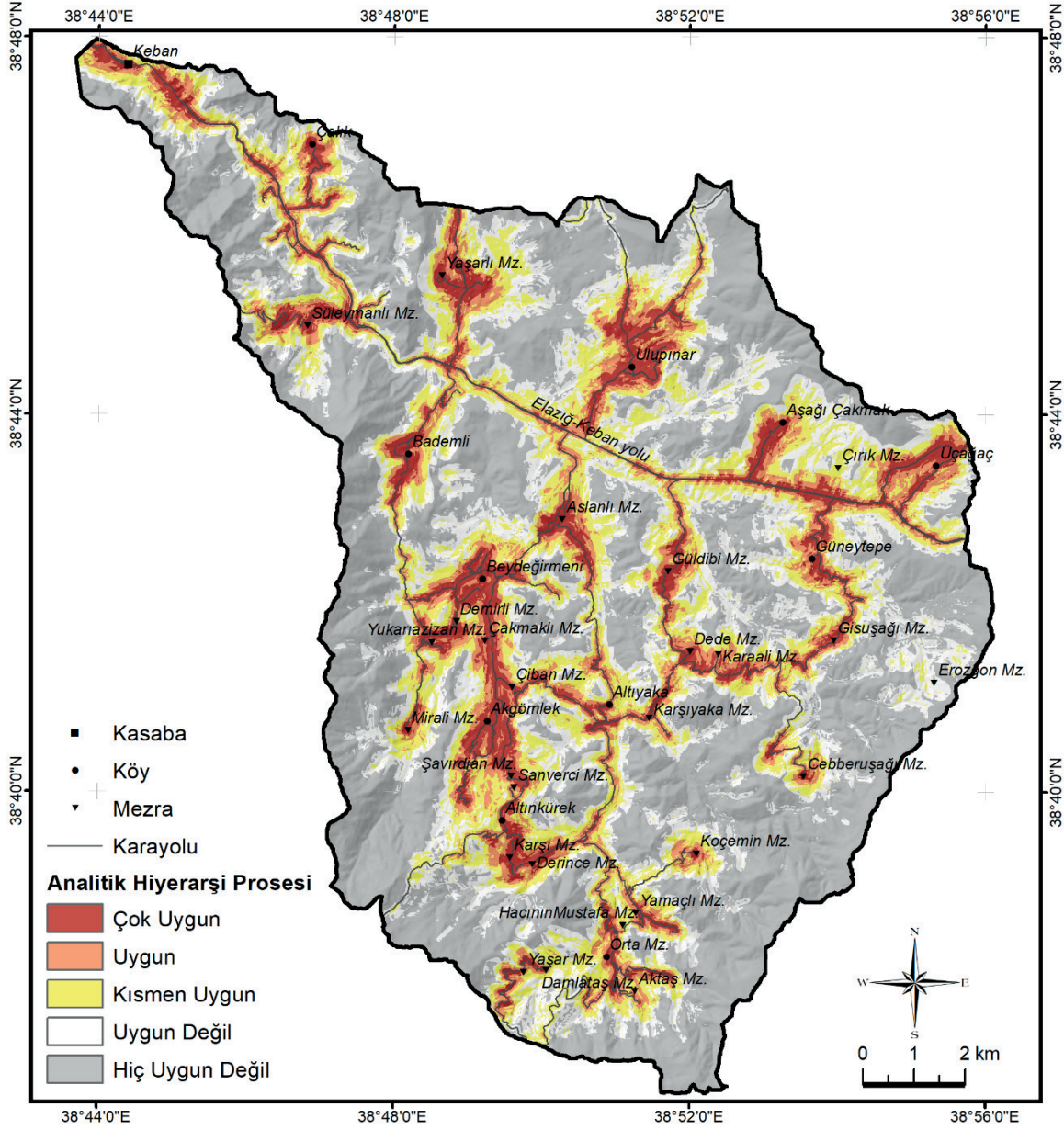
Tablo 4: AHS İkili Karşılaştırma Ağırlıklandırılmış Genel Katsayıları.**Table 4:** AHP Binary Comparison Weighted General Coefficients.

Değişkenler	Karayoluna Mesafe	Yerleşmelere Mesafe	Akarsulara Mesafe	Kaynaklara Mesafe	TRI (Eğim Türevi)	Yükselti	Bakı	Ağırlıklandırılmış Katsayı	Tutarlılık Oranı
Karayoluna Mesafe	1							0,267	4%
Yerleşmelere Mesafe	1/2	1					0,217		
Akarsulara Mesafe	1/2	1/2	1				0,18		
Kaynaklara Mesafe	1/2	1/2	1/2	1			0,14		
TRI (Eğim Türevi)	1/3	1/3	1/3	1/2	1		0,089		
Yükselti	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	1	0,065		
Bakı	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2	1	0,043	

yerlere yönelik yaptığı tahmin doğruluk oranının %79,5 çıkması, modelin genel doğruluk oranını %83,5'e düşürmüştür (**Tablo 6**).

Modelde yeni yapılacak kırsal konutlar için en uygun alanlar karayollarına yakın, su kaynakları açısından elverişli ve topografik pürüzlülüğün düşük olduğu yerler şeklinde gösterilmektedir. Modelin diğer iki metoda göre en önemli

handikapı karayollarına verdiği ağırlığın yüksek olması nedeniyle yerleşmelere uzak ve yükseltinin fazla olduğu, Piran Dağı'nın zirvelerine yakın yerlerdeki köy yollarına yakın bazı alanları da uygun olarak göstermesidir. Ancak özellikle Elazığ-Keban karayolu üzerinde gösterilen alanların büyük çoğunluğu, arazi gözlemlerine göre yeni kırsal konut yapımı için oldukça uygun olduğu tespit edilmiştir (**Şekil 6**).



Şekil 5: Analitik Hiyerarşi Süreci Modeli Yer Seçimi Uygunluk Sonuç Haritası.

Figure 5: Site selection suitability result map of Analytical Hierarchy Process.

Tablo 5: Lojistik Regresyon Modeli Sonuçları.

Table 5: Logistic Regression Model Results.

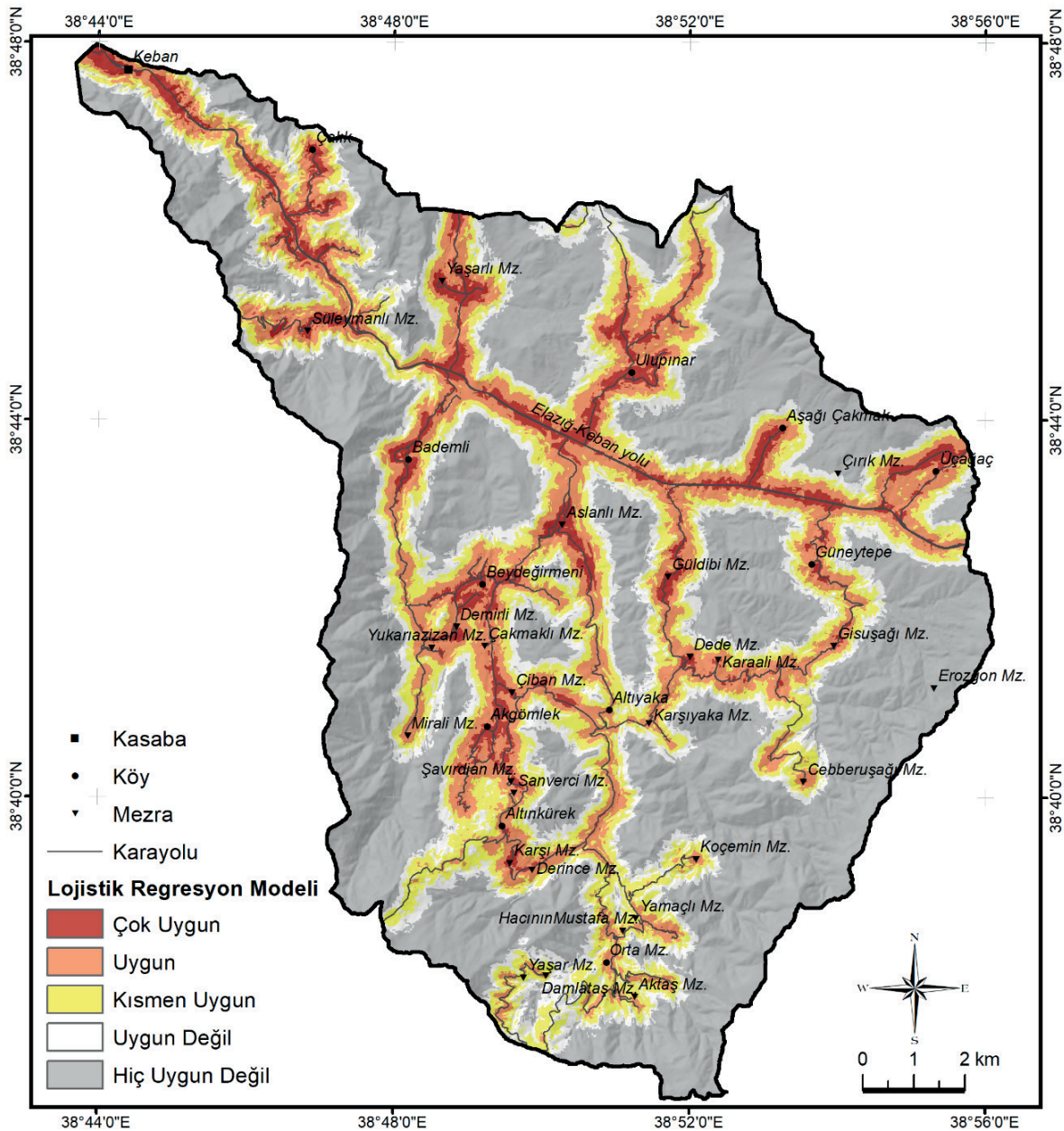
Değişkenler	β	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(β)
Karayolu_Mes	-22,406	1,326	285,738	1	0,0	0
Kaynak_Mes	-4,383	0,475	84,978	1	0,0	0,012
TRI	-4,194	0,495	71,734	1	0,0	0,015
Akarsu_Mes	-3,712	0,751	24,418	1	0,0	0,024
Yükselti	-3,371	0,481	49,145	1	0,0	0,034
Yerlesme_Mes	-1,071	0,464	5,326	1	0,0	0,343
Baki	-0,255	0,196	1,692	1	0,2	0,775
Sabit Değer	5,526	0,325	288,852	1	0,0	251,219

Tablo 6: Lojistik Regresyon Model Sonuçlarına Göre, Modelin Sınıflandırma Tahmin Tablosu**Table 6:** According to the Logistic Regression Model Results, the Model's Classification Estimation Table

Gözlemlenen	Tahmin Edilen			Doğruluk Oranı
	Değişken			
	0	1		
Değişken	0	885	228	79,5
	1	126	912	87,9
Genel Oran				83,5

Kestirim Değeri 0,5'dir.

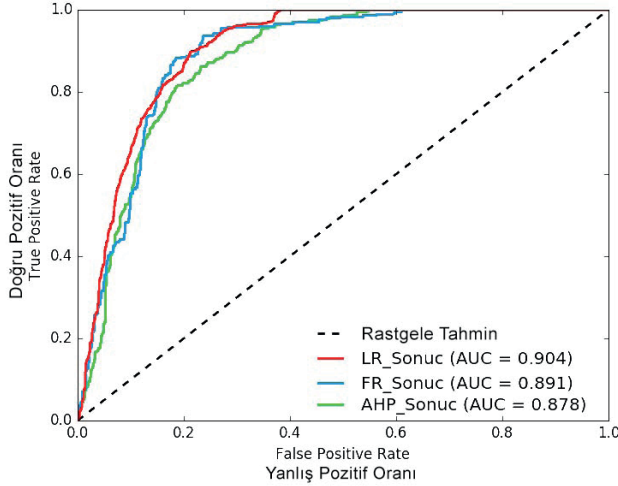
Makine öğrenmesindeki en temel algoritmalarından biri olan lojistik regresyon modeli ikili ve çoklu kategorik verileri tahmin etmede ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Coğrafya'da bu modelin kullanımı genellikle tahmin edilmek istenen değişkenin ikili yapıya sahip olduğu durumlardır. Basit ve objektif bir süreçte sahip olması nedeniyle yer seçimi uygunluk analizlerinde kullanılan bu model, Keban Çayı Havzasındaki kırsal meskenlerin yer seçimlerini tahmin etmede başarılı bir performans ortaya koymuştur.



Şekil 6: Lojistik Regresyon Modeli Yer Seçimi Uygunluk Sonuç Haritası.
Figure 6: Site selection suitability result map of Logistic Regression Model.

4. KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

Sonuç haritalarının doğruluk analizleri sonuçlarına göre tahmin/kestirim oranı en yüksek çıkan metod lojistik regresyon iken, en düşük çıkan metod analitik hiyerarşi sürecidir (**Şekil 7**). AHS'nin burada ayrışmasındaki temel etken bağımsız değişkenlerin etkisi üzerine yapılan uzman görüşüne dayalı tahminlerde yanılma/hata payıdır. Bu kapsamda FR ve LR metodları daha objektif bir sürece sahiptir.



Şekil 7: Modellerin AUC Değerleri ile Doğruluk Analizi.
Figure 7: Accuracy Analysis of Models with AUC Values.

Havzada yeni kırsal konut yapımı için çok uygun arazi miktarı, ortalama 12,5 km² olarak tespit edilmiştir. Her üç yönteme ait uygunluk durum sonuçları hiç uygun olmayan sınıf haricinde büyük ölçüde örtüşmektedir (**Tablo 7**). Son sınıfta ortaya çıkan bu farklılık lojistik regresyonun temelde ikili mantıkla çalışması ile ilgilidir. Bu durum arazinin ya uygun ya da uygun değil şeklinde ayrılmasını sağlamaktadır. Bu durumda ara değerlerin az çıkması, uygun olmayan sınıfın diğer yöntemlere göre yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

Tablo 7: Sonuç Haritalarına Göre Havzada Kırsal Konut Yapımına Elverişli Arazi Miktarları (km²).

Table 7: Amount of Land Suitable for Rural Housing Construction in the Basin According to Result Maps (km²).

Uygunluk Durumu	FR	AHS	LR	Ortalama
Çok Uygun	11,9	14,4	11,1	12,5
Uygun	19,6	18,3	17,6	18,5
Kısmen Uygun	30,5	30,4	15,7	25,5
Uygun Değil	43,7	39,7	18,2	33,9
Hiç Uygun Değil	81,6	84,4	124,6	96,8
Toplam	187,2	187,2	187,2	

5. SONUÇ

Kırsal alanlarda yeni yapılacak konutların nerede yapılacağını tahmin etmek için yer seçimi uygunluk analizleri yapılmalıdır. Bu analiz hem kırsal yerleşmelerin muhtemel gelişme alanlarını öngörerek doğal ve beşeri ortamda etkilenecek sahaları tespit etmek için hem de potansiyel sorunların üstesinden gelmek için gereklidir. Bu kapsamda incelenen Keban Çayı Havzasında, son 10 yılda yapılan kırsal konutların özelliklerine göre kritik faktörlere dayanan CBS tabanlı ‘frekans oran metodu’, ‘analitik hiyerarşi süreci’ ve ‘lojistik regresyon modeli’ ile yer seçimi uygunluk analizi yapılmıştır. Sonuç haritalarına göre Keban Çayı havzasındaki kırsal konutlardaki artış ve bunlara ait yer seçim eğilimleri dikkate alındığında, yerleşmelerin giderek daha dağınık/gevşek hale geleceği öngörülmektedir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerden FR yöntemi genel süreç açısından AHS’ye çok benzemektedir. Yöntem basit ama etkili bir mantığa dayalı ve ortaya çıkan uygunluk haritası da yüksek kestirim oranına sahiptir. Yöntem AHS’de olduğu gibi bağımsız değişkenlerin kategorilere ayrılmasını ve kategorilere özel ağırlıklandırma katsayıları elde edilmesini gerektirmektedir. Ancak bu işlem yapılırken bağımlı değişkenlerin bu sınıflar üzerindeki dağılımına uygun olarak katsayı elde edilmesi, yani uygulayıcının öznel görüşlerinin sürece dâhil olmaması, AHS’deki katsayı yanlılığının bu yöntemde görülmesini engellemektedir. FR yöntemine göre yer seçiminde havzadaki düşük yükseltiye sahip, yerleşmelere ve karayollarına yakın araziler konut yer seçimi açısından öncelikli alanlar olarak belirmektedir.

AHS yöntemi ise uzman görüşüne dayalı bir yapıda olduğu için modelin istenilen seviyeye ulaştırılması için çok sayıda denemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan diğer iki yönteme göre uygulanması için daha fazla zaman gerekmektedir. Doğru bir hiyerarşik yapı oluşturulduğunda ise diğer iki yönteme benzer doğruluk oranlarına ulaşılmaktadır. Ancak sonuç haritasının mekânsal dağılışı açısından en önemli problemi, bağımsız değişkenlerin sınıflandırılması koşulu nedeniyle beklenmeyen yerlerde yüksek uygunluk sonuçları gösterebilmesidir. Ayrıca sonuç haritasının sınıflandırılmasında kalibrasyon işlemleri daha zordur. AHS yöntemi sonuç haritasında kırsal konutların yer seçiminde hem karayoluna hem de yerleşmelere yakın alanların ön plana çıktığı görülmektedir.

LR yöntemi diğer iki yöntemden farklı olarak değişkenlerin herhangi bir şekilde sınıflara ayrılmasını gerektirmediğinden daha keskin sonuçlar elde edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu

yöntemdeki en önemli sınırlılık değişkenlerin sürekli/sayısal bir yapıda olmasının gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Kategorik/Nitel değişkenlerin modele dâhil edilmesi ancak dummy değişken kullanılarak yani her bir kategorinin ayrı bir değişkenmiş gibi var/yok; 1/0 şeklinde modele dahil edilmesi veya değişkenin bağımlı değişkenle ilişkisini ortaya çıkarmak için tıpkı FR yönteminde olduğu gibi ağırlıklandırma katsayıları her bir kategori için elde edilmesiyle mümkün olmaktadır. Ortaya çıkan uygunluk haritasının AUC değeri, diğerleriyle yakın olmasına rağmen, havza açısından yeni yapılan kırsal konutların yer seçimini en iyi açıklayan modelin bu olduğu tespit edilmiştir. Modelde karayollarına olan mesafenin yer seçimindeki etkisi diğer modellere göre çok daha etkili olduğu görülmektedir. Elde edilen regresyon ağırlıklandırma katsayılarına göre konutların yer seçiminde ulaşımın, su kaynaklarının ve engebeliliğin öncelikli olarak belirleyici olduğunu göstermektedir.

Arazi gözlemleri sonucunda yeni yapılan konutların tarımsal araziler üzerindeki etkileri genellikle pozitif yönde gerçekleşmektedir. Elbette tarım arazilerinin bir bölümü mesken ve eklentileri tarafından işgal edilerek tarım dışı kalmakta (2010-2020 dönemi için yaklaşık 25 dekar), ancak söz konusu araziler önceki durumlarıyla karşılaştırıldığında ise daha aktif bir duruma evrildiği görülmektedir. Çünkü daha önce çeşitli nedenlerle (miras, göç, nüfusun yaşlanması vb.) atıl durumda kalan veya optimal olarak kullanılmayan bu araziler, artık konut yapımıyla birlikte düzenli olarak işlenmeye başladığı tespit edilmiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- F.A.C., A.T.; Veri Toplama- F.A.C., A.T.; Veri Analizi/Yorumlama- F.A.C., A.T.; Yazı Taslağı- F.A.C., A.T.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- F.A.C., A.T.; Son Onay ve Sorumluluk- F.A.C., A.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- F.A.C., A.T.; Data Acquisition- F.A.C., A.T.; Data Analysis/Interpretation- F.A.C., A.T.; Drafting Manuscript- F.A.C., A.T.; Critical Revision of Manuscript- F.A.C., A.T.; Final Approval and Accountability- F.A.C., A.T.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKÇA/REFERENCES

Aburas, M. M., Ho, Y. M., Ramli, M. F., & Ash'aari, Z. H. (2017). Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 59, 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.03.006>

- Akın, A., Berberoğlu, S., & Sunar, F. (2014). *Lojistik Regresyon Yöntemi İle İstanbul'da Geleceğe Yönelik Kentsel Gelişim Analizi*. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-Cbs 2014), 14-17 Ekim 2014, İstanbul.
- Alsharif, A. A., & Pradhan, B. (2014). Urban Sprawl Analysis of Tripoli Metropolitan City (Libya) Using Remote Sensing Data and Multivariate Logistic Regression Model. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1(42), 149–163.
- Bektaş, S. & Hınıs, M. A. (2008). Şehiriçi trafik kazalarına etki eden faktörlerin lojistik regresyon modeli ile incelenmesi: Aksaray örneği. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 23(3), 25–34.
- Canpolat, F.A. & Hayli, S. (2018). Coğrafi göstergeler açısından Türkiye'de kırsal değişim (1980-2012 dönemi). *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2229–2256. <https://doi.org/10.14687/jhs.v15i4.5418>
- Dağlı, D. & Çağlayan, A. (2016). Analitik hiyerarşi süreci ile optimal arazi kullanımının belirlenmesi: Melendiz Çayı havzası örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (66), 83–92. <https://doi.org/10.17211/tcd.2807>
- Dai, F. C., Lee, C. F., Li, J. X. Z. W., & Xu, Z. W. (2001). Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. *Environmental Geology*, 40(3), 381–391.
- Datta, A., Young, Ş. Y. (2007) Suburban development and networks of mobility: sites in İzmir, Turkey. *Global Built Environment Review*, 6(1). pp. 42-53. ISSN 1474-6832
- Emekli, G. (2014). İkinci Konut Kavramı Açısından Turizm Coğrafyasının Önemi ve Türkiye'de İkinci Konutların Gelişimi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 23(1), 25–42. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/ece/issue/4865/66874>
- Erden, T., & Coşkun, M. Z. (2011). Acil durum servislerinin yer seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS Entegrasyonu. *İTÜDERGİSİ/d*, 9(6).
- Gao, X., & Cai, J. (2017). Optimization analysis of urban function regional planning based on big data and GIS technology. *Technical Bulletin*, 55(11), 344–351.
- GeoFabrik (2021, 1 Haziran). Geofabrik: openstreetmap data, Web Tabanlı Uygulama adresi <https://download.geofabrik.de/europe/turkey.html>
- Gorter, C., & Nijkamp, P. (2001). Location theory. In S. Hanson (Ed.), *International encyclopedia for the social and behavioural sciences* (pp. 9013-9019). Elsevier.
- Gregory, D., Johnston, R., Pratt, G., Watts, M., & Whatmore, S. (Eds.). (2009). *The dictionary of human geography*. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1111/j.1745-7939.2010.01189_4.x
- Hu, Z., & Lo, C. P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, Environment and Urban Systems*, 31(6), 667–688. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2006.11.001>
- Kocatürk, F., & Bölen, F. (2010). Kayseri'de konut alanı yer seçimi ve hanehalkı hareketliliği. *İTÜDERGİSİ/a*, 4(2).
- Kaiser, E. J., Godschalk, D. R., & Chapin, F. S. (2006). *Urban land use planning*. Urbana: University of Illinois press.

- Lee, S., & Dan, N. T. (2005). Probabilistic landslide susceptibility mapping in the Lai Chau province of Vietnam: focus on the relationship between tectonic fractures and landslides. *Environmental Geology*, 48(6), 778–787. <https://doi.org/10.1007/s00254-005-0019-x>
- Lee, S., & Pradhan, B. (2007). Landslide hazard mapping at Selangor, Malaysia using frequency ratio and logistic regression models. *Landslides*, 4(1), 33–41.
- Millet, I., & Wedley, W. C. (2002). Modelling risk and uncertainty with the analytic hierarchy process. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(2), 97–107. <https://doi.org/10.1002/mcda.319>
- Min, H., (1994). Location analysis of international consolidation terminals using the analytic hierarchy process, *Journal of Business Logistics*, 15(2), 25–44.
- Murray, A., T. (2009). *Location theory*. In: Kitchin R, Thrift N (eds) International Encyclopedia of Human Geography. Elsevier, Oxford. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00202-9>
- Nong, Y., & Du, Q. (2011). Urban growth pattern modeling using logistic regression. *Geo-spatial Information Science*, 14(1), 62–67. <https://doi.org/10.1007/s11806-011-0427-x>
- Nowak, D. J., & Walton, J. T. (2005). Projected urban growth (2000–2050) and its estimated impact on the US forest resource. *Journal of Forestry*, 103(8), 383–389. <https://doi.org/10.1093/jof/103.8.383>
- O’Kelly, M., & Bryan, D. (1996). Agricultural location theory: von Thunen’s contribution to economic geography. *Progress in Human geography*, 20(4), 457–475. <https://doi.org/10.1177/030913259602000402>
- Ortiz-Guerrero, C. E. (2013). The New Regionalism. Policy Implications for Rural Regions. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(70), 47–67. ISSN 0122-1450.
- Özdemir, M. A. ve Sunkar, M. (2003). Keban Çayı Havzasında (Elazığ) Doğal Ortam ve İnsan İlişkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 129–146.
- Pallant, J. (2020). *SPSS kullanma kılavuzu: SPSS ile adım adım veri analizi* (S. Balcı ve B. Ahi, Çev.). Anı Yayıncılık, Ankara.
- Park, S., Jeon, S., Kim, S., & Choi, C. (2011). Prediction and comparison of urban growth by land suitability index mapping using GIS and RS in South Korea. *Landscape and urban planning*, 99(2), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.09.001>
- Park, S., Jeon, S., & Choi, C. (2012). Mapping urban growth probability in South Korea: comparison of frequency ratio, analytic hierarchy process, and logistic regression models and use of the environmental conservation value assessment. *Landscape Ecol Eng*, 8, 17–31. <https://doi.org/10.1007/s11355-010-0137-9>
- Patriche, C. V., Vasiliniuc, I., & Biali, G. (2015). Quantitative evaluation of landslide susceptibility in the Bârlad basin. *Environmental Engineering and Management Journal*, 14(9), 2229–2236.
- Ran, L. H., & Bo, Z. (2013). Application of GIS in rural planning. *International Journal of Modeling and Optimization*, 3(2), 202.
- Riley, S. J., DeGloria, S. D., & Elliot, R. (1999). Index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, 5(1-4), 23–27.
- Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*; McGraw-Hill: New York, NY, USA, 1980.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2014). *Using multivariate statistics* (Vol. 6, pp. 483-554). Boston, MA: Pearson.
- TÜİK (2021). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları – 2007-2020. Erişim: 01.06.2021, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- Uyan, M. (2013). GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapınar region, Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 11–17.
- Vasiljević, T. Z., Srdjević, Z., Bajčetić, R., & Miloradov, M. V. (2012). GIS and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from Serbia. *Environmental Management*, 49(2), 445–458. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9792-3>
- Vojtek, M., & Vojteková, J. (2019). Flood susceptibility mapping on a national scale in Slovakia using the analytical hierarchy process. *Water*, 11(2), 364. <https://doi.org/10.3390/w11020364>
- Yalçın, A. (2008). GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): comparisons of results and confirmations. *Catena*, 72(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2007.01.003>
- Youssef, A. M., Pradhan, B., & Tarabees, E. (2011). Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques: contribution from the analytic hierarchy process. *Arabian Journal of Geosciences*, 4(3-4), 463–473. <https://doi.org/10.1007/s12517-009-0118-1>

