

PAPER DETAILS

TITLE: COGRAFI BILGI SİSTEMLERİ (CBS) VE ANALİTİK HİYERARSİ SÜRECİ (AHS) İLE
TARIMA UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ: ESKİSEHİR ÖRNEĞİ

AUTHORS: Seda KOCA,Serpil MENTESE

PAGES: 321-335

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1996884>



COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) İLE TARIMA UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ: ESKİŞEHİR ÖRNEĞİ¹

Determining Suitable Areas for Agriculture by GIS and Analytical Hierarchy Process (AHS): Example of Eskişehir

Seda KOCA²

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
sedakoca125@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5616-6729

Serpil MENTEŞE

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
serpil.mentese@bilecik.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9805-532X

(Teslim: 29 Eylül 2021; Düzeltme: 18 Kasım 2021; Kabul: 30 Kasım 2021)
(Received: September 29, 2021; Revised: November 18, 2021; Accepted: November 30, 2021)

Abstract

In this study, it is aimed to determine the areas suitable for agriculture in Eskişehir by GIS and AHP. 1/25000 scale digital topography sheets, digital management map, digital soil map, temperature and precipitation parameters of Eskişehir were used as data. CLC data set was also used to determine the relationship between existing land use and agricultural suitability classes. All criteria affecting the process were scored by taking expert opinions and through the literature. Weighted criteria based on pairwise comparison matrix were first reclassified (Reclassify) and then subjected to Weighted Overlay analysis and mapped with ArcGIS 10.8 program. Based on the analyzes, it has been determined that the highest rate of 26.79% (1987,930 km²) within the boundaries of the buffer zone (7421,702 km²) formed around the Porsuk River in terms of agricultural suitability consists of "suitable" areas. As a result, it was determined that the urban settlement in Eskişehir and large production facilities such as Eskişehir Organized Industrial Zone developed on the areas in the "highly suitable" class in terms of agriculture. This situation poses a threat in terms of sustainability and production. Apart from that, agricultural activities are carried out in areas that are in the appropriate and highly suitable class determined for the research area.

Keywords: Analytical Hierarchy Method, GIS, Eskişehir, Agricultural Suitability, Sustainability

Öz

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile farklı parametreleri birbiriyle ilişkili bir şekilde analiz edip Eskişehir’de tarıma uygun alanların saptanması amaçlanmaktadır. Çalışmada veri olarak Eskişehir’e ait 1/25000 ölçekli sayısal topografya paftaları, sayısal amenajman haritası, sayısal toprak haritası ile sıcaklık ve yağış parametreleri kullanılmıştır. Araştırma alanında ayrıca mevcut arazi kullanımı ve tarımsal uygunluk sınıfları arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla Corine Arazi Örtüsü veri setinden yararlanılmıştır. Sürece etki eden tüm kriterler, uzman görüşleri alınarak ve literatür aracılığıyla puanlandırılmıştır. İkili karşılaştırma matrisine dayanan ağırlıklandırılmış kriterler ArcGIS 10.8 programı ile önce yeniden sınıflandırılmış (Reclassify) ardından ağırlıklı çakıştırma (Weighted Overlay) analizine tabii tutulmuş ve haritalanmıştır. Analizlere dayalı olarak tarımsal uygunluk açısından Porsuk Nehri etrafında oluşturulan buffer zon sınırları içerisinde (7421,702 km²) en yüksek oranı %26,79 ile (1987,930 km²) “uygun” alanların oluşturduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Eskişehir’de şehir yerleşmesinin ve Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi gibi büyük üretim tesislerinin tarımsal açıdan “yüksek derecede uygun” sınıfında yer alan sahalar üzerinde gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Sürdürülebilirlik ve üretim açısından bu durum bir tehdit oluşturmaktadır. Onun dışında tarımsal faaliyetler araştırma alanı için belirlenen uygun ve yüksek derecede uygun sınıfında yer alan alanlarda gerçekleşmektedir.

Anahtar kelimeler: Analitik Hiyerarşi Yöntemi, CBS, Eskişehir, Tarıma Uygunluk, Sürdürülebilirlik

¹ Bu çalışmanın bir bölümü 2. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Sorumlu Yazar/ Corresponding author

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesi, şehirlerdeki sektörel gelişimler, hızlı nüfus artışı ve göçler doğal kaynakların aşırı ve yanlış kullanımını da beraberinde getirmektedir. Artan nüfusun yaşamsal ihtiyacını karşılayabilmesi için yeni alanlara ihtiyacı bulunmaktadır. Buna bağlı olarak özellikle orman, mera, sulak alanlar ve tarım alanlarının yerleşim ve sanayi faaliyetleri için kullanılması, arazilerin potansiyeli dışında değerlendirilmesine sebebiyet vermektedir (Akıncı vd., 2012). Arazinin potansiyeli dışında kullanımıyla ortaya çıkan yanlış arazi kullanımı pek çok faktörle ilişkilidir. Örneğin; nüfusun hızla artmasıyla araziler üzerindeki baskı, global ölçekte bazı ülkelerde gelir ve eğitim seviyesinin düşük olması, tarım ve kalkınma planlarındaki hatalar, asit yağmurları, sanayi, maden, evsel ve nükleer atıklarla toprağın kirlenmesi, aşırı ve erken otlatma, vahşi depolama ve plansız yerleşimler arazinin yanlış kullanımının nedenleri ve bu nedenlere bağlı oluşan sonuçlardır (Gülersoy, 2014). Arazinin aşırı ve yanlış kullanımının, doğal kaynakların kendini yenileme sınırını aşması durumunda ekolojik bozulma kaçınılmaz hale dönüşmektedir (Gümüş ve Durduran, 2020). Özellikle son yıllarda küresel iklim değişikliğinin sonuçlarından biri olan sıcaklık ve yağışlardaki ani değişimler ve buna bağlı olarak meydana gelen kuraklıklar, taşkın ve seller, gerek evsel gerek endüstriyel atıkların göllere veya denizlere boşaltılması sonucu oluşan kirlilik, biyolojik çeşitlilikteki azalmalar, yanlış tarımsal sulama, bilinçsiz su tüketimi, kıyı erozyonlarının artışı gibi doğal çevre tahribatlarının ortaya çıkmasında arazilerin plansız ve yanlış kullanımının belirgin bir etkisi söz konusudur (Babalık, 2002). Oysaki, doğal kaynakların uzun süre, planlı ve amacına uygun olarak kullanılması -yani sürdürülebilirliği- hem yaşanan dönem hem de gelecek nesiller için oldukça önem arz etmektedir.

Sürdürülebilirlik “doğal sermayeyi tüketmeyen, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılayabilme olanaklarını elinden almadan, ekonomi ve ekosistem arasındaki dengeyi koruyan, ekolojik açıdan sürdürülebilir nitelikteki ekonomik kalkınma” olarak tanımlanmaktadır (Çelikyay, 2005). Doğaya yönelik sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için arazi kullanım uygunluk analizlerinin yapılması gerekmektedir. Arazi kullanım uygunluk analizi, herhangi bir arazinin belirli amaca yönelik kullanımına uygunluğunu ve bu uygunluğun derecesini belirleme işlemini ifade etmektedir (Akıncı vd., 2015). Arazinin kullanım türü orman, mera, tarım, yerleşim, rekreasyon, sanayi, turizm gibi çok çeşitli olabilmektedir. Arazi kullanım analizlerinde, arazinin özellikleri ile kullanıcıların

ihtiyaçları göz önüne alınarak o arazi için en uygun kullanım türü belirlenmektedir (Mohit ve Ali, 2006; Akbulak, 2010; Amiri ve Shariff, 2012). Uygunluk analizi gerçekleştirmenin en önemli adımı, kullanım türü veya amacı ile arazinin buna uygunluğunu etkileyen kriterlerin belirlenmesidir (Al-Shalabi vd., 2006). Bu durumda, arazi uygunluk analizleri gerçekleştirilirken çok çeşitli kriterler göz önüne alınmakta ve bunların birbiriyle ilişkileri neticesinde karmaşık bir bütün ortaya konulmaktadır.

İnsan, besin ihtiyacını karşılayabilmek için çok eski dönemlerden itibaren tarımsal faaliyetler ile ilgilenmişlerdir. Bu faaliyetler ekim-dikim yapılan arazi ile birebir ilişki içindedir. Bu sebeple tarımsal üretimin devamlılığı için arazinin uygun kullanılması ya da tarıma uygun arazi seçilmesi son derece önemlidir. Yani tarımdaki sürdürülebilirlik doğru arazi kullanımına bağlıdır (Alevkayalı ve Tağıl, 2020). Arazi kullanımının doğru ve planlı olması, tarımsal faaliyetlerdeki sürdürülebilirlik ve verimin yanı sıra duyarlı ekosistemleri korumak, toprak erozyonunu azaltmak ve canlı habitatlarına zarar vermemek adına da gereklidir (Yılmaz, 2005). Özellikle 1950’li yıllardan itibaren ülkemizde gerçekleşen nüfus artışı ve sanayileşme faaliyetleri tarım arazilerinin amaç dışında kullanımını arttırmıştır (Şatır ve Berberoğlu, 2014). Aynı zamanda tarım arazilerinin bölünmesi, yanlış ürün tercihi ve hatalı tarım yöntemleri gibi nedenler de tarım arazilerinin planlanmasını ve uygun yer seçimini daha önemli hale getirmektedir. Sürdürülebilirlik adına arazi kullanımı ile doğal ortam arasında dengenin kurulması gerekmektedir (Kurucu ve Günerhan, 2013).

Ülkemizde arazi kullanımıyla ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların ortak noktası arazi kullanımındaki değişikliklerin plansız oluşu ve bunun da yanlış arazi kullanımını ortaya çıkarmasıdır. Türkiye’de arazi kullanımındaki değişiklikler özellikle verimli tarım alanlarına, ormanlara ve sulak alanlara zarar vermektedir (Gülersoy, 2013b). Bu çalışmada, Analitik Hiyerarşi Süreci ile birden fazla parametreyi birbiriyle ilişkili bir şekilde analiz edip Eskişehir’de tarıma uygun alanların saptanması amaçlanmaktadır.

Sosyo-ekonomik gelişmişlik açısından Türkiye’nin önemli şehirlerinden birisi olan Eskişehir’de ekonominin %50,9’unu hizmet sektörü, %42,3’ünü sanayi sektörü ve %6,8’ini tarım sektörü oluşturmaktadır (Sanayi Teknoloji Bakanlığı, 2019). Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılarken etkileşim içinde bulunan arazinin kullanım uygunluğunun bilinmesi, diğer bütün hususlar gibi tarım için de oldukça önem taşımaktadır. İl genelinde gerçekleştirilen tarım faaliyetlerinin uygun arazide

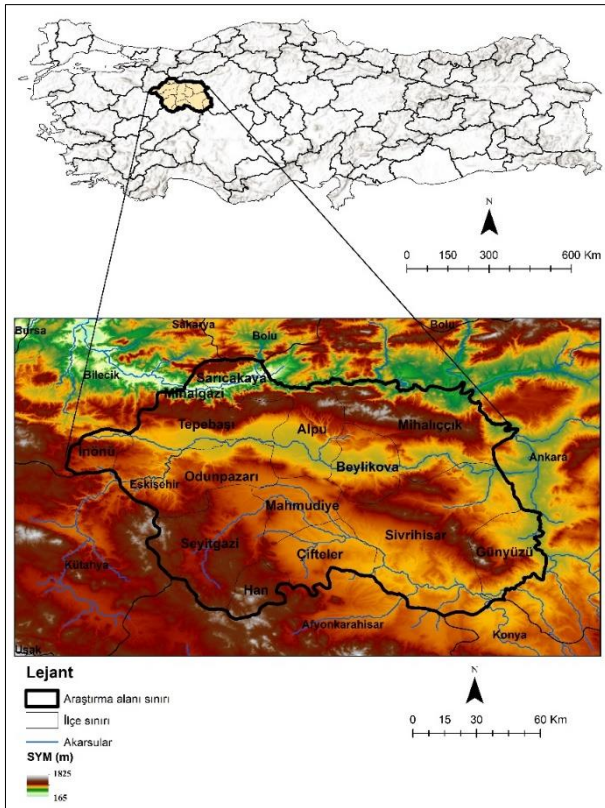
yapılması hem ürün kalitesi hem de faaliyetin sürdürülebilirliği açısından dikkat edilmesi gereken önemli faktörlerdendir.

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanını Eskişehir'in idari il sınırı oluşturmaktadır. Eskişehir, İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında, 39-40° K enlemleri ile 29-30° D boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeybatıda Bilecik, kuzeyde Bolu, doğuda Ankara, güneydoğuda Konya, güneyde Afyonkarahisar ve güneybatıda Kütahya ile komşudur (Şekil 1). Toplam 13652 km² alana sahip Eskişehir ilinin 14 ilçesi bulunmaktadır. 2020 yılı verilerine göre çalışma alanının toplam nüfusu 888 828 kişidir (TÜİK, 2021).

İlin en önemli su kaynağını GB-D akış yönüne sahip Porsuk Nehri oluşturmaktadır. Tarımsal sulama açısından zaman zaman Porsuk Nehri ve onun kollarından yararlanılmaktadır. Çalışma alanında karasal iklim koşulları hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Kış sıcaklıkları çoğu zaman 0°C'nin altına düşmekte, yaz sıcaklıkları ise 35 °C'nin üstüne çıkmaktadır. En soğuk aylar Ocak ve Şubat; en sıcak aylar, Temmuz ve Ağustos'tur (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021).



Şekil 1- Eskişehir lokasyon haritası

Figure 1- Eskişehir location map

2.2. Materyal

Çalışmada, haritaların hazırlanması ve verilerin analizi için ArcGIS 10.8 programından yararlanılmıştır. Altlık olarak Harita Genel Müdürlüğü'nden elde edilen Eskişehir'e ait 1/25000 ölçekli sayısal topografya paftaları kullanılmıştır. Tarımsal uygunluğa etkisi olan sıcaklık ve yağış parametreleri Eskişehir Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiş, gerekli hesaplamalar ve enterpolasyon yöntemleriyle sıcaklık ve yağışa ait dağılış haritaları hazırlanmıştır. Çalışma alanına ait sayısal amenajman haritası Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiş, birimler çalışmanın amacına uygun olarak gruplandırılmıştır. Toprak ve toprağa ilişkin tüm veriler Eskişehir iline ait sayısal toprak haritasından elde edilmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci'nin uygulanabilmesi için tarımsal uygunluğa etki eden tüm faktörler, uzmanlık alanları ziraat genelinde tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme olan 22 uzman görüşü alınarak ağırlıklandırılmıştır.

Araştırma alanında mevcut arazi kullanımı ve tarımsal uygunluk sınıfları arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla Corine Arazi Örtüsü veri seti kullanılmıştır. Günümüze en yakın arazi örtüsü ve kullanımı için Corine Arazi Örtüsü'ne ait 2018 yılı verisi seçilmiştir. Arazi örtüsü çok sayıda birime ayrıldığı için sadeleştirmek ve benzer birimleri bir araya toplamak amacıyla gruplandırma yapılmıştır. Bu gruplandırma, kentsel alanlar (kentsel yerleşim ve kentsel yeşil alanlar), beşeri ve ekonomik tesisler (endüstri ve ticaret üniteleri, ulaşım ile ilgili üniteler, maden ve döküm sahaları, spor ve eğlence tesisleri vb.), ekili dikili araziler (kuru ve sulu tarım arazileri, meyve ağaçları ve bahçeleri, üzüm bağları, meyve ağaçları ve ekili tarımın birlikte yapıldığı sahalar, bitki örtüsüyle karışık tarım alanları vb.), mera ve otlaklar, ormanlık alan (geniş yapraklı, iğne yapraklı, karışık orman), diğer bitki örtüsü (fundalıklar vb.), su kütleleri ve bataklık (göl, nehir, iç bataklık, turba bataklık, tuzlu bataklık vb.) ve diğer alanlar (kumullar, çıplak kaya ve verinin olmadığı kısımlar) şeklinde yapılmıştır.

2.3. Tarımsal Uygunluk Analizinde Kullanılan Parametreler

Bu çalışmada, Eskişehir ilinin tarımsal uygunluk analizini yapabilmek amacıyla Büyük Toprak Grubu, Toprak Derinliği, Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı, Arazi Kullanım Kabiliyet Alt Sınıfı, Erozyon, Diğer Toprak Özellikleri, Eğim, Bakı, Yükselti, Sıcaklık, Yağış, Ana Akarsu ve Yan Kollara Mesafe parametreleri kullanılmıştır. Parametrelerin ağırlıklandırmaları uzman görüşleri ve literatür aracılığıyla oluşturulmuştur.

2.3.1. Büyük toprak grubu (BTG)

Toprakların oluşma koşulları ve karakterleri belirli niteliklere göre sınıflandırılmaktadır. Her bir toprağın karakteri, tarımsal üretim yapabilmek için uygun veya uygun olmama gibi durumlara sahiptir (Akıncı vd., 2013). Örneğin; organik madde içeriği veya kireç birikimi tarımsal faaliyetler için önemli bir faktördür. Bu nedenle herhangi bir mekânda tarımsal uygunluk analizi yaparken hâkim toprak türlerini bilmek gerekmektedir. Çalışma alanında alüvyal topraklar, kahverengi topraklar, kırmızımsı kahverengi topraklar, hidromorfik topraklar, kolüvyal topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları ve kireçsiz kahverengi topraklar bulunmaktadır (Şekil 3a).

2.3.2. Arazi kullanım kabiliyet sınıfı (AKK)

Arazi kullanım kabiliyet sınıfı, özel yetiştirme şartı gerektiren bitki türleri hariç diğer tüm bitkilerin yetiştirilmesi için toprağın uygunluk durumunu ifade eder. Arazi kullanım kabiliyet sınıflandırılması yapılırken toprağın, tarımsal ürün yetiştirmede göstereceği sınırlılıklar, kullanıldıklarında oluşabilecek riskler ve toprakların yönetim uygulamalarına gösterecekleri tepkiler göz önüne alınır (Akıncı vd., 2013). Çalışma alanında, tarımsal üretime uygun I, II, III, IV. Sınıf, tarımsal üretime uygun olmayan V, VI, VII ve hiçbir şekilde üretime uygun olmayan VIII. Sınıf arazilerin tamamı bulunmaktadır (Şekil 3a). Tarımsal açıdan iklim ve yerşekillerinin daha uygun olduğu sahalarda (Gülersoy, 2013a) V. Sınıf araziler üzerinde de üretim gerçekleştirilmektedir ancak Eskişehir’de su kaynaklarının yetersiz olması göz önüne alındığında V. Sınıf araziler tarımsal açıdan tercih edilmemesi gereken arazi sınıfı olarak ön plana çıkmaktadır.

2.3.3. Arazi Kullanım Kabiliyet Alt Sınıfı (ATS)

Arazi kullanım kabiliyet alt sınıfı, arazi kullanım kabiliyet sınıfının ikinci ve alt kategorisidir. Arazi kullanım kabiliyet alt sınıfında belirtilen özellikler, kabiliyet sınıfını belirleyen baskın sınırlılıkları ifade etmektedir (Akıncı vd., 2013). Çalışma alanında, tarımsal üretimi sınırlayan kabiliyet alt sınıf özelliklerinden eğim ve erozyon zararı, toprak yetersizliği ve yaşlık, drenaj bozukluğu ve taşkın zararı bulunmaktadır (Şekil 3a).

2.3.4. Erozyon (ERZ)

Erozyonun şiddeti eğim ile doğru orantılıdır (Şahin ve Toroğlu, 2020). Erozyonun derecesiyle birlikte artan toprak kayıpları, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini de olumsuz yönde etkileyeceğinden verimliliği azaltmaktadır. Bitkiler gelişmek için belirli bir toprak derinliğine ihtiyaç duyar. Erozyon bu toprak derinliğini azaltmanın

yanında bitkilerin kullanacağı su miktarını da düşürmekte, bitki besin maddelerinin ve organik madde miktarının azalmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak bitkinin yetişmesi için uygun olmayan bir toprak tabakası meydana gelmektedir (Lobo vd., 2005). Çalışma alanında, 1 (hiç veya çok az), 2 (orta), 3 (şiddetli) ve 4 (çok şiddetli) şiddetine sahip erozyon sınıfları bulunmaktadır (Şekil 3a).

2.3.5. Toprak derinliği (DER)

Toprak derinliği, bitkilerin gereksinimi olan suyun ve besin maddelerinin sağlandığı yer olan toprağın hacmi ve bitkilerin kök alanı olarak tanımlanmaktadır. Toprağın suyu depolayabilmesi, organik madde miktarı ve bitki kökleri için uygun koşulu sağlayabilmesi esas olarak toprak derinliği ile ilişkilidir. Sığ topraklarda yetiştirilen bitkiler, bitki besin maddesi ihtiyacını karşılama konusunda yetersizlik yaşamaktadır. Bunun yanı sıra toprak derinliği, toprağın hidrolojik özellikleri ve erozyona karşı mücadelesinde de önemli rol oynamaktadır (Fu vd., 2011). Çalışma alanında derin, orta derin, sığ, çok sığ ve litozolik karakterdeki derinliğe sahip topraklar bulunmaktadır (Şekil 3a).

2.3.6. Diğer toprak özellikleri (DTO)

Toprakta tarımı sınırlandıracak tuzluluk, alkalilik, kötü drenaj, taşlılık gibi olumsuz özelliklerin olma durumudur. Çalışma alanında belirli yerlerde bu niteliklere sahip sınırlandırıcı toprak özelliklerine rastlanmaktadır (Şekil 3a).

2.3.7. Eğim

Toprak gelişimi her şeyden önce bulunduğu alanın jeomorfolojik özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın derinliği eğim ile ters orantılıdır. Yani eğim arttıkça toprak sığlaşmakta, eğim azaldıkça toprak tabakası kalınlaşmaktadır (Atalay, 2006). Eğim derecesi, erozyon derecesini de etkilemektedir (Koulouri ve Giourga, 2007). Eğim değeri arttıkça erozyon ile taşınan malzeme de artmaktadır. Ayrıca eğim değeri arttıkça toprak gelişimi yavaşlar, geçirimsizlik ve toprağın üretkenliği azalır (Atalay, 2006). Eğimin fazla olması kadar çok az olması veya hiç olmaması da kötü drenajın oluşmasına zemin hazırlayacağından tarım için elverişli olmayabilir. Tarımsal faaliyetlerde eğimin önemi ayrıca toprak erozyonu, yüzeysel erozyon, taşkın, akış özellikleri ve araziden yararlanma açısından da önem taşımaktadır (Erol, 1993). Çalışma alanında arazi eğim değerleri %0 ile %29,78 arasında değişmektedir (Şekil 3b).

2.3.8. Bakı

Bitkiler, fizyolojik aktivitelerini sürdürebilmek için belirli zaman aralığında güneş ışığına ihtiyaç duyarlar. Arazinin sahip olduğu bakı değeri, toprak sıcaklığını, buharlaşma miktarını ve alınan rüzgarların

karakteristik özelliklerini etkilediği için tarımsal üretim yapılacak alanın seçiminde önemli bir kriterdir (Akıncı vd., 2013). Türkiye'nin, dolayısıyla Eskişehir'in matematik konumu düşünüldüğünde bitkilerin optimum gelişim gösterdiği yönün güney olduğu sonucuna ulaşılabilir.

2.3.9. Yükselti

Yükseltinin artmasıyla sıcaklık ve bağıl nem düşmekte, yağış, buharlaşma ve güneş radyasyonunun şiddeti artmaktadır. Pedojenez süresi daha kısıtlı bir zamanda gerçekleşirken vejetasyon dönemi de daralmaktadır (Saya ve Güney, 2014). Özellikle dağlık alanlarda her 100 metrelik artış için vejetasyon dönemi 4-6 gün geç başlamaktadır (Atalay, 2006; Akıncı vd., 2017). Çalışma alanında yükselti değerleri 180-1782 metre arasında değişmektedir (Şekil 3a)

2.3.10. Sıcaklık

Sıcaklık en başta bitkilerin yetiştirme koşulları ve vejetasyon dönemi üzerinde etkilidir. Yağış koşulları ile birlikte değerlendirildiğinde kayaçların ayrışmasında ve pedojenezde önemli bir rolü olduğunu söylemek mümkündür. Sıcaklık arttıkça buna bağlı olarak ayrışma hızı da artmaktadır. Bu nedenle soğuk iklim koşullarına sahip alanlarda organik madde birikimi daha fazla olacağı için turbalaşma; sıcak alanlarda ise evapotranspirasyonun fazla olmasından dolayı toprakta yıkanmalar fazla olmaktadır (Saya ve Güney, 2014). Çalışma alanında yıllık ortalama sıcaklık 8,4 °C ile 17,6 °C arasında değişmektedir (Şekil 3b).

2.3.11. Yağış

Yağış, bitki gelişimi açısından en önemli faktörlerden birisidir. Yıllık ortalama 400 mm yağış bitki gelişimi açısından yeterli görülmektedir (Bozdağ vd., 2016). Bunun yanı sıra yağış, bitkinin yetiştiği toprağı da yıkama kapasitesiyle etkilemektedir. Yağışın fazla olduğu alanlarda eriyebilen tuz, kireç, jips, kil, alüminyum oksit, demir ve organik madde gibi elementler daha derine inme imkânı bulur. Aşırı yıkanmanın gerçekleştiği durumlarda ise tuz ve kireç gibi maddeler toprağı tamamen terk edebilir. Yağışın az olduğu sahalarda ise tüm bu maddeler toprağın bünyesinde kalmaktadır (Şahin ve Toroğlu, 2020). Bu durum, farklı yağış koşullarına sahip bölgelerde farklı toprak profillerinin oluşmasını da beraberinde getirmektedir. Tarımsal üretim için yağış ne aşırı derecede olup yıkanmayı arttırmalı ne de az olmalıdır. Çalışma alanında yıllık ortalama yağış miktarı 197,3 mm ile 443 mm arasında değişmektedir (Şekil 3b).

2.3.12. Ana akarsu ve yan kollara mesafe

Yağışın yeterli olmadığı durumlarda tarımsal üretim için sulama faaliyetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle çalışma alanının iklim ve

sulama koşulları göz önüne alındığında yılın belli dönemlerinde kuraklık yaşandığı söylenebilir. Bu nedenle çalışma alanının ana akarsuyunu oluşturan Porsuk Nehri ve onun büyük kolları tarımsal sulama açısından önem taşımaktadır. Ana akarsu ve yan kollara mesafe, suyun kullanılabilirliğini etkilediği için tarımsal açıdan avantaj sağlamaktadır.

2.4. Yöntem

Bu çalışmada Eskişehir'in tarımsal uygunluğuna etki edebilecek pek çok faktörün analizi ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) analizlerinden birisi olan AHS ile gerçekleştirilmiştir. Sürece etki eden tüm kriterler, uzman görüşleri alınarak ve literatür aracılığıyla puanlandırılmıştır. İkili karşılaştırma matrisine dayanan ağırlıklandırılmış kriterler ArcGIS 10.8 programı ile önce yeniden sınıflandırılmış (Reclassify) ardından ağırlıklı çakıştırma (Weighted Overlay) analizine tabii tutulmuş ve haritalanmıştır.

2.4.1. Çok kriterli karar verme

Arazi kullanım uygunluk analizleri, çoğu mekânsal analizlerde olduğu gibi orantısız, çelişkili veya alternatif dizilime sahip çok sayıda kriterin değerlendirilmesi ve bütüncül bir biçimde ortaya konulmasıyla gerçekleştiği için CBS ve ÇKKV analizinin uygulanması bakımından elverişlidir (Malczewski, 2006). Bu sebeple, CBS ve ÇKKV ile yapılan analizlerde birbirinden farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (ADK), Sıralı Ağırlıklı Ortalama (SAO), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), İdeal Nokta Yöntemi (İDA), Bulanık Mantık, ELECTRE, PROMETEE ve Yapay Sinir Ağları gibi yöntemlerdir (Çavuş ve Koç, 2015; Malczewski, 2004; Alevkayalı ve Tağıl, 2020).

ÇKKV, mekânsal karara yönelik analizlerde nitel ve nicel kriterlerle birlikte kriterler arasındaki ilişkinin derecesini ve önceliklerini de belirtmektedir. ÇKKV'de genel amaç; çoktan seçmeli kriterler ile bu kriterlerin öncelikleri arasında analiz gerçekleştirerek karar vericiye "en uygun" alternatifi seçmede yardımcı olmaktır (Jankowski, 1995). ÇKKV, farklı amaçlara yönelik pek çok sayıda kriteri aynı anda değerlendirebilen, karara ulaşırken birden fazla kişinin de sürece dahil olmasını sağlayan ve bu kişilerin değer yargılarını içeren analitik bir yöntemdir (Soba vd., 2016; Şahin ve Toroğlu, 2020).

ÇKKV'de kriterlerin ağırlıklarını belirlemede birkaç farklı yöntem mevcuttur. Bunlar:

- Sıralama (Ranking)
- Puanlama (Rating)
- İkili Karşılaştırma (PairwiseComparison)

- Tercih Önceliği Analizi (Trade-off Analysis)'dir.

Bu yöntemler doğruluk payları, kullanım kolaylıkları, anlaşılabilirliği ve teorik yapısı bakımından birbirinden farklıdır (Malczewski, 1999). Her birinin birbirine göre avantajlı ve dezavantajlı yönleri bulunmaktadır. Ancak kullanım kolaylığı nispeten daha zor olmasına rağmen doğruluğu daha yüksek ve çalışmanın amacına yönelik uygulanması daha uygun olduğu için bu çalışmada ikili karşılaştırma yöntemi tercih edilmiştir.

2.4.2. Analitik hiyerarşi süreci-AHS (Analytic Hierarchy Process- AHP)

Analitik Hiyerarşi Süreci, temeli 1968 yılında Myers ve Alpert (Myers ve Alpert, 1968) tarafından oluşturulmuş, Saaty (Saaty, 1977) tarafından ise 1977 yılında literatüre kazandırılmıştır. AHS'de her problemin çözümü için bir amaç, amaca bağlı kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir düzen mevcuttur (Saaty, 1990; Şekil 2).

Problem ve çözümüne yönelik parametreler hiyerarşik düzene yerleştirildikten sonra, her ölçütün ayrı ayrı ağırlığı hesaplanmaktadır (Öztürk ve Batuk, 2010). Modele göre bir ölçütün, bir üst düzeydeki ölçüte göre değerlendirilmesinde Saaty (1980) tarafından önerilen ölçeğe göre puanlama yapılmakta ve ikili karşılaştırma matrisi (Tablo 1) oluşturulmaktadır (Saaty, 1980; Saaty, 2008). İkili karşılaştırma matrisinde n adet öge için $n(n-1)/2$ adet karşılaştırma oluşturulmaktadır (Malczewski, 1999; Öztürk ve Batuk, 2010).

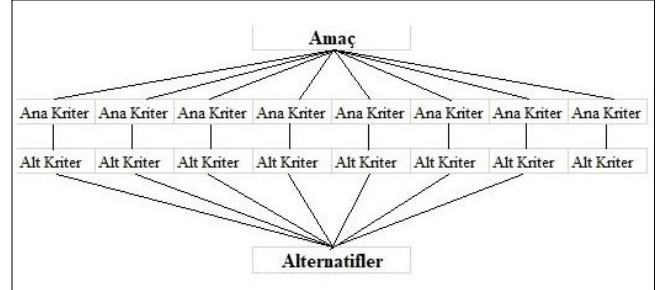
Tablo 1- Analitik Hiyerarşi Süreci'nde kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1980; Saaty, 2008).

Table 1- Pairwise comparison scale used in the Analytical Hierarchy Process (Saaty, 1980; Saaty, 2008).

Önem Derecesi	Açıklama
1	Ölçütler birbirlerine göre eşit öneme sahip
3	1.ölçüt 2.ölçüte göre biraz daha önemli
5	1.ölçüt 2.ölçüte göre fazla önemli
7	1.ölçüt 2.ölçüte göre çok fazla önemli
9	1.ölçüt 2.ölçüte göre aşırı derecede fazla önemli
2,4,6,8	Ara değerler

AHS'de problemin çözümü için oluşturulan karşılaştırma matrisi, ölçütlerin birbirleriyle karşılaştırılması ve bunların ağırlıklarına bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Ağırlıkların belirlenmesi ve öncelik ilişkisi, matristeki sütun elemanlarının her bir sütunun toplamına bölünüp normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisinin elde edilmesiyle meydana

gelmektedir. Öncelik vektörü ya da ağırlık vektörünün elde edilmesi matristeki satır elemanlarının toplanıp çıkan toplam değerın satırdaki eleman sayısına bölünmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir (Tonbuş, 2005). Çıkan ağırlık sonucu 0-1 aralığındadır ve toplamı da 1'dir (Malczewski, 1999; Akten ve Akten, 2010; Öztürk ve Batuk, 2010).



Şekil 2- Analitik Hiyerarşi Süreci'nin yapısı (Şahin ve Toroğlu, 2020'den değiştirilerek aktarılmıştır)

Figure 2- Structure of the Analytical Hierarchy Process (Şahin and Toroğlu, modified from 2020)

AHS'de ikili karşılaştırma matrisi uygulanırken ölçütler ve puanlamaları arasında uzman görüşleri doğrultusunda bazı tutarsızlıklar meydana gelebilmektedir. Bu sebeple ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadıkları mutlaka kontrol edilmelidir (Öztürk ve Batuk, 2010). İkili karşılaştırmaları yapılan ölçütlerin tutarlılığını ölçmek amacıyla Saaty (1980) tarafından bir tutarlılık oranı (Consistency Ratio) önerilmekte ve ikili karşılaştırma matrisindeki tutarlılıklar buna göre hesaplanmaktadır. Bu oranda üst limit 0,10'dur (Saaty, 1980). Yani karar matrisi tutarlı ise oran 0,10'un altında çıkmaktadır. 0,10'un üzerinde orana sahip karar matrisi için tutarsızlık söz konusudur. Bu durumda uzman görüşlerine yönelik anketin ve ağırlıklandırma işleminin tekrar gözden geçirilmesi ve bir hata varsa düzeltilmesi gerekmektedir (Chakraborty ve Banik, 2006; Söylemez, 2007).

Bu çalışmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) analizlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılmıştır. Çalışmanın amacına ve ortaya konulmak istenen sonuca yönelik olarak AHS, sınıflandırılmış nitel ve nicel verilerin bir arada kullanılması, kriterler arasında karşılaştırma yapılması ve çoklu alternatif oluşturulması sebebiyle tercih edilmiştir (Çavuş ve Koç, 2015). Özellikle karar vericilerin soruna yönelik farklı alternatifle çözüme ulaşamadıkları durumlarda AHS oldukça etkili bir yöntemdir (Özdağoğlu ve Özdağoğlu, 2007).

3. BULGULAR

AHS ile tarımsal uygunluk analizi gerçekleştirilen Eskişehir'in toplam yüzölçümü 13652 km²'dir (Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, 2010). Tarım arazilerinde suya yakınlık önemli bir unsurdur. Bu nedenle Porsuk ve büyük kollarının çevresinde oluşturulan 5 kilometrelik tampon bölgeden dolayı, uygunluk sınıflarının dağılışı gösterdiği alan 7421,702 km² ile sınırlandırılmıştır. Tarımsal uygunluğa etki edebilecek tüm kriterler bu 7421,702 km² alan içerisinde analiz edilmektedir.

ÇKKV analizlerinde birden çok kriterin birbiriyle karşılaştırılmasıyla ortak bir sonuca ulaşılmaktadır. Çalışmada Eskişehir'deki tarımsal uygunluk sınıflandırmasının yapılabilmesi amacıyla 12 ana, 80 alt kriter kullanılmaktadır. Bu kriterlere bağlı olarak uzmanlarca yapılan değerlendirilmelerle birlikte Eskişehir'de tarıma etki eden en önemli kriterin arazi kullanım kabiliyeti; önemi en az kriterin ise taşlı, tuzlu, alkali gibi alt kriterlere sahip olan diğer toprak özelliklerinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Tablo 2). Arazi kullanım kabiliyetinin, tarımsal

uygunluk analizindeki tüm kriterler içerisinde ağırlığı 0,2304'tür.

Bu kriterin alt kriterleri de en fazla payı ağırlığı 0,2392 olan I., II. ve III. sınıf araziler oluşturmaktadır (Tablo 4). Arazi kullanım kabiliyetinden sonra tarımsal uygunluğa en fazla etki eden kriterler sırasıyla büyük toprak grubu, erozyon derecesi, arazi kullanım kabiliyet alt sınıfı, toprak derinliği, eğim, sıcaklık, yağış, akarsu ve yan kollara mesafe, yükselti, bakı ve diğer toprak özellikleri (sınırlayıcı faktörler) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Araştırma alanında tarımsal uygunluk amacıyla analiz edilen 7421,702 km²'lik alan, uygunluk derecelerine göre yüksek derecede uygun, uygun, düşük derecede uygun, uygun değil, hiç uygun değil olmak üzere 5 sınıfa ayrılmaktadır. Tarımsal üretime "yüksek derecede uygun" olan araziler 324,520 km² ile alanın %4,37'sini oluşturmaktadır. Tarımsal üretime "uygun" alanlar 1987,930 km² ile %26,79; düşük derecede uygun alanlar 1563,333 km² ile %21,06; uygun olmayan alanlar 1916,516 km² ile %25,82; hiç uygun olmayan alanlar ise 1629,403 km² ile %21,95' lik paya sahiptir (Tablo 3)

Tablo 2- Tarımsal uygunluk kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi
Table 2- Pairwise comparison matrix of agricultural suitability criteria

Kriterler	AKK	BTG	ERZ	ATS	DER	Eğim	Sıcaklık	Yağış	Akarsu	Yükselti	Bakı	DTO	Ağırlık
AKK	1	2	2	3	4	4	5	5	6	6	7	8	0,2304
BTG	1/2	1	1	2	3	3	4	4	5	5	6	7	0,1596
ERZ	1/2	1	1	2	3	3	4	4	5	5	6	7	0,1596
ATS	1/3	1/2	1/2	1	2	2	3	3	4	4	5	6	0,1091
DER	1/4	1/3	1/3	1/2	1	1	2	2	3	3	4	5	0,0730
Eğim	1/4	1/3	1/3	1/2	1	1	2	2	3	3	4	5	0,0730
Sıcaklık	1/5	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	3	4	0,0477
Yağış	1/5	1/4	1/4	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	3	4	0,0477
Akarsu	1/6	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	2	3	0,0313
Yükselti	1/6	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	2	3	0,0313
Bakı	1/7	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1	2	0,0215
DTO	1/8	1/7	1/7	1/6	1/5	1/5	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1	0,0158

Tablo 3- Araştırma alanında tarımsal uygunluk sınıflarının kapladığı alan ve yüzdelikleri
Table 3- Area covered by agricultural suitability classes and their percentages in the research area

	Kapladığı Alan (km ²)	%
Yüksek Derecede Uygun	324,520 km ²	4,37
Uygun	1987,930 km ²	26,79
Düşük Derecede Uygun	1563,333 km ²	21,06
Uygun Değil	1916,516 km ²	25,82
Hiç Uygun Değil	1629,403 km ²	21,95

Tablo 4- Tarımsal uygunluğa etki eden kriterler, alt kriterler ve bunların ağırlıkları
 Table 4- Criteria, sub-criteria and their weights affecting agricultural suitability

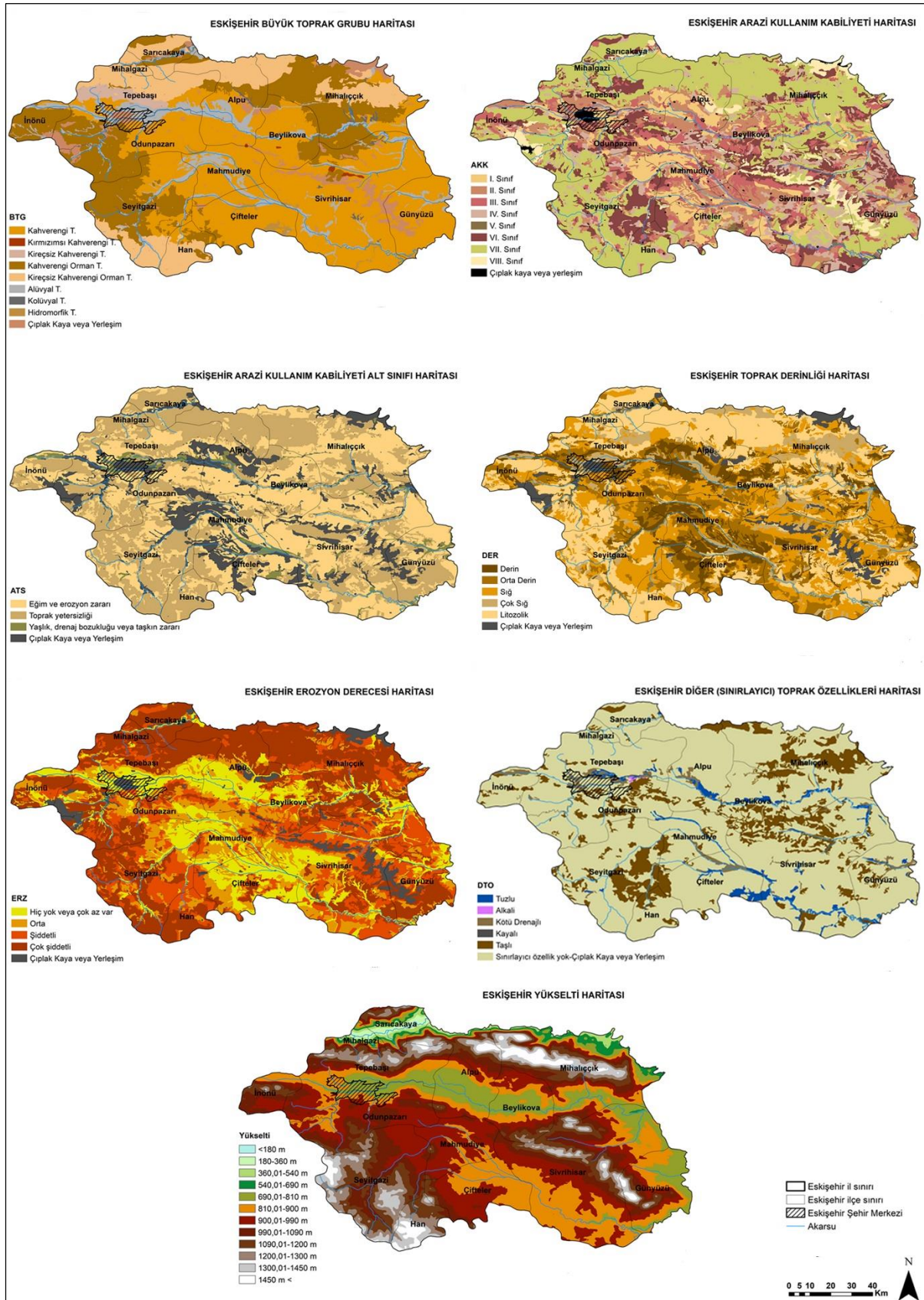
Kriter	Ağırlık	Alt Kriter	Ağırlık	Kriter	Ağırlık	Alt Kriter	Ağırlık
Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	0,2304	I.Sınıf	0,2392	Yağış	0,0477	400+ mm	0,2353
		II.Sınıf	0,2392			380,1-400 mm	0,2353
		III.Sınıf	0,2392			360,1-380 mm	0,1632
		IV.Sınıf	0,1178			340,1-360 mm	0,1160
		V.Sınıf	0,0622			320,1-340 mm	0,0828
		VI.Sınıf	0,0622			300,1-320 mm	0,0590
		VII.Sınıf	0,0200			280,1-300 mm	0,0418
		VIII.Sınıf	0,0200			260,1-280 mm	0,0296
Büyük Toprak Grubu	0,1596	Alüvyal	0,3046	Akarsu ve Yan Kollara Mesafe	0,0313	240,1-260 mm	0,0212
		Kolüvyal	0,2025			197-240 mm	0,0158
		Kahverengi	0,1269			1 km	0,4847
		Kırmızımsı Kahverengi	0,1269			2 km	0,2268
		Hidromorfik	0,1269			3 km	0,1431
		Kireçsiz Kahverengi	0,0604			4 km	0,0888
		Kahverengi Orman	0,0328			5 km	0,0566
		Kireçsiz Kahverengi Orman	0,0192			180-360 m	0,2662
Erozyon Derecesi	0,1596	Hiç yok veya çok az var	0,5764	Yükselti	0,0313	361-540 m	0,1914
		Orta	0,2556			541-690 m	0,1344
		Şiddetli	0,1172			691-810 m	0,0909
Arazi Kullanım Kabiliyet Alt Sınıfı	0,1091	Çok Şiddetli	0,0507			811-900 m	0,0909
		Eğim ve erozyon zararı	0,6232			901-990 m	0,0603
		Toprak yetersizliği (taşlılık,tuzluluk,alkalilik)	0,2395			991-1090 m	0,0603
		Yaşlılık, drenaj bozukluğu veya taşkın zararı	0,1373			1091-1200 m	0,0411
Derinlik	0,0730	Derin (91+)	0,5028			1201-1300 m	0,0287
		Orta Derin (51-90 cm)	0,2602			1301-1450 m	0,0205
		Sığ (21-50 cm)	0,1344	Bakı	0,0215	1450+ m	0,0153
		Çok Sığ (0-20 cm)	0,0678			Düz ve G	0,4602
Eğim	0,0730	Litozolik	0,0348			GD-GB	0,3144
		% 0-2	0,3626			D-B	0,1267
		% 2,1-6	0,2522			KD-KB	0,0650
		% 6,1-10	0,1787			K	0,0338
		% 10,1-14	0,0969	Diğer Toprak Özellikleri	0,0158	Kayalı	0,3711
		% 14,1-20	0,0503			Taşlı	0,2078
		% 20,1-24	0,0347			Kötü Drenaj	0,2078
Sıcaklık	0,0477	% 24,1+	0,0246			Tuzlu	0,1101
		16+ °C	0,3070			Alkali	0,1032
		15,1-16 °C	0,2182				
		14,1-15 °C	0,1543				
		13,1-14 °C	0,1089				
		12,1-13 °C	0,0764				
		11,1-12 °C	0,0533				
		10,1-11 °C	0,0370				
		9,1-10°C	0,0259				
		8-9 °C	0,0189				

Tarımsal açıdan üretime en uygun araziler Eskişehir'in genelde orta kesimlerinde yer almakta ve Porsuk Nehri'nin ve onun kollarının yer aldığı alüvyal ovalara karşılık gelmektedir. İlçe bazında bakıldığında Alpu, Mahmudiye ve Çifteler ilçelerinin bir bölümü yüksek derecede uygun sınıfta yer almaktadır (Şekil 4). Bunun yanı sıra Porsuk Nehri vadisinin İnönü, Tepebaşı ve Odunpazarı ilçelerindeki kesimi de tarımsal üretime en uygun olan yerler arasındadır. Mihalgazi ve Sarıcakaya ilçelerinin büyük kısmı, Odunpazarı ilçesinin güneybatısı, Seyitgazi ilçesinin büyük bir bölümü ve Han ilçesinin batısı ile güneybatısı ise tarımsal üretim açısından "hiç uygun değil" sınıfında yer almaktadır. Bu alanlar su kaynağı olmasına rağmen yükselti ve eğimleri fazla, taşlılık ve kayalık gibi sınırlayıcı toprak özelliklerine sahip olan araziler oldukları için tarımsal üretime uygun değildir (Şekil 3a).

Eskişehir şehir yerleşiminin büyük bir kısmının tarıma uygun olan alanlar üzerinde kurulduğu dikkati çekmektedir (Şekil 4). Şehrin yalnızca güney ve güneydoğusundaki yerleşim birimleri tarıma uygun olmayan arazi üzerindedir. Şehir doğu-batı aksı boyunca büyümeye devam etmektedir. Bu da daha fazla tarıma yüksek derecede uygun arazinin yerleşim amacıyla tahrip edileceği anlamına gelmektedir.

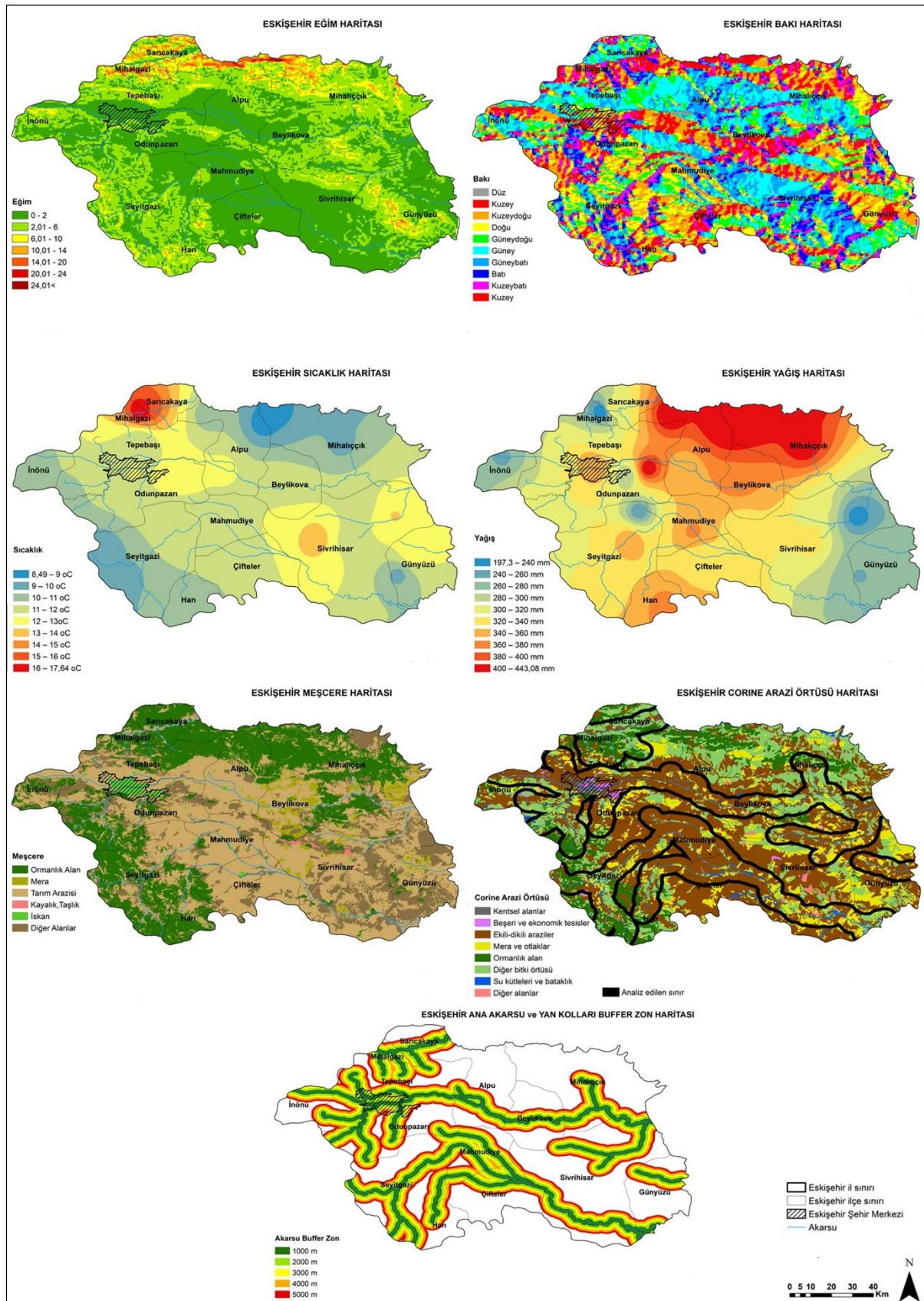
Eskişehir'de tarımsal uygunluk sınıflandırması ile mevcut arazi örtüsü arasındaki ilişkiyi analiz edebilmek amacıyla Corine Land Cover (CLC) veri setinden yararlanılmıştır. Veri seti 2018 yılına ait arazi örtüsü özelliklerini içermektedir. Buna göre yapılan analiz ile şehir genelindeki arazi örtüsü sınıfları büyük oranda birbiriyle paralel bir özellik göstermektedir (Şekil 4). CLC'de ormanlık alan ve diğer bitki örtüsünün olduğu bölgeler AHS ile oluşturulan uygunluk sınıflarında tarıma hiç uygun olmayan bölgelere karşılık gelmektedir. Nitekim bu bölgeler araştırma alanında yükseltisi fazla ve eğimi nispeten dik olan bölgelerdir. CLC'de ekili-dikili arazi olarak işaret edilen bölgeler il genelinde tarıma yüksek derecede uygun veya uygun sınıfta yer alan bölgelerdir. Mera ve otlakların yayılımı gösterdiği bölgeler ise tarıma düşük derecede uygun veya uygun olmayan bölgelerdir.

Özetle araştırma alanında, akarsuya 5 kilometrelik mesafede oluşturulmuş buffer zon içerisinde kalan kısımda tarımsal açıdan yanlış arazi kullanımı birkaç istisnai yer dışında (yerleşim ve sanayi alanları) söz konusu değildir. Ancak il genelinde bu zon dışında kalan alanlarda da tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir.

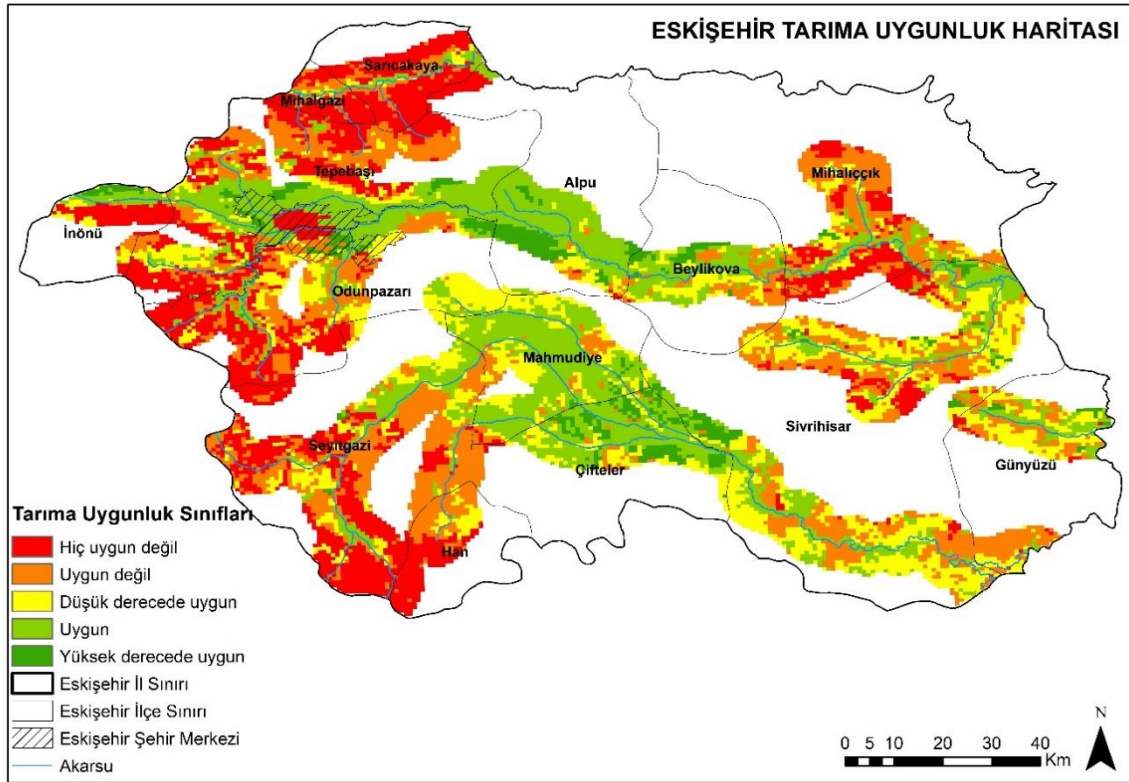


Şekil 3a- Eskişehir’de tarımsal uygunluk analizine etki eden kriterlerin il genelinde yayılışları

Figure 3a- Distribution of criteria affecting agricultural suitability analysis in Eskişehir throughout the province



Şekil 3b- Eskişehir’de tarımsal uygunluk analizine etki eden kriterlerin il genelinde yayılışları
Figure 3b- Distribution of criteria affecting agricultural suitability analysis in Eskişehir throughout the province



Şekil 4- Eskişehir tarıma uygunluk haritası

Figure 4- Eskişehir agricultural suitability map

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Veryüzünde herhangi bir alanın potansiyel tarım alanı olup olmamasında toprak kalitesi oldukça önemlidir (Gülersoy vd., 2015). Arazi uygunluğuna göre faaliyet gerçekleştirmenin temel yolu kalite-faaliyet arasındaki dengeyi göz etmekten geçer. Bunun yanı sıra toprağın yenilenemez ve üretilemez bir doğal kaynak olması, onun ayrı bir değere sahip olmasını da beraberinde getirmektedir. Dünya üzerinde Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde doğal çevre-insan arasındaki etkileşimler, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmaktadır (Gülersoy, 2013c). Toprak da bir doğal kaynak olması sebebiyle, sürdürülebilir olmayan her faaliyet geri döndürülemez şekilde toprağı etkileyecektir.

Eskişehir ilinin idari sınırlarının araştırma alanı olarak seçildiği bu çalışmada, ildeki tarımsal açıdan uygun olan ve uygun olmayan arazilerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla CBS ile birlikte AHS yöntemi çalışmada uygulanmaktadır. Analiz sonucunda tarımsal uygunluk açısından hiç uygun değil, uygun değil, düşük derecede uygun, uygun ve yüksek derecede olmak üzere 5 adet uygunluk sınıfı ayrılmıştır. Buna göre Porsuk Nehri etrafında oluşturulan buffer zon sınırları içerisinde (7421,702

km²) en yüksek oranı %26,79 ile (1987,930 km²) “uygun” alanlar oluşturmaktadır. Ardından 1916,516 km² ve %25,82’lik payla “uygun değil” sınıfına dahil olan alanlar gelmektedir. Araştırma alanında “yüksek derecede uygun” sınıfında yer alan arazi ise 324,520 km² ile alanın %4,37’sini oluşturmakta olup, aynı zamanda en az alana sahip sınıfı oluşturmaktadır.

Sürdürülebilir arazi kullanımında, mevcut araziyi kullanım özelliklerine göre değerlendirmek esastır. Yani, tarım alanı açmak için orman ve meraları tahrip etmek, onlar için uygun arazileri tarım alanına çevirmek veya tarım arazisi olabilecek nitelikteki toprakları farklı amaçlarla kullanmak sürdürülebilir çevre yaklaşımıyla uyuşmamaktadır. Araştırma alanı bu perspektiften değerlendirildiğinde orman alanları, tarımsal uygunluk açısından hiç uygun değil veya uygun değil sınıfında yer almaktadır. Benzer şekilde mera arazileri de tarımsal üretime düşük derecede uygun veya uygun olmayan yerlerdir. Özetle, tarımsal uygunluğa etki eden kriterlerin ağırlıklı çakıştırılmasıyla elde edilen analizde Eskişehir’de şehir yerleşmesinin ve Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi gibi büyük üretim tesislerinin tarımsal açıdan “yüksek derecede uygun” sınıfında yer alan alanlar üzerinde gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sürdürülebilirlik ve üretim açısından bu durum bir tehdit oluşturmaktadır. Bunlar dışında tarımsal

faaliyetler araştırma alanı için belirlenen uygun ve yüksek derecede uygun sınıfında yer alan alanlarda gerçekleşmektedir. Özetle araştırma alanında yanlış arazi kullanımına yol açan en önemli unsur Eskişehir şehir yerleşmesi ve Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'dir.

Günümüzde Eskişehir'de tarımsal arazi kullanım uygunluğuna göre yapılan en büyük yanlış arazi kullanım örneği yerleşim alanı ile orman-mera arazileri üzerinde gerçekleşmektedir. Gelişen kent yerleşimiyle birlikte mevcut tarım alanları imara açılmakta, tarımsal uygunluğa 1. ve 2. Derecede uygun alanlar beşerî yapılar ile doldurulmaktadır. Şekil 4'te görüldüğü üzere kent yerleşmesinin tarıma uygun alan üzerinde kurulması ve büyüme aksının yine tarıma uygun sahalar üzerinde olması mevcut kullanım için bir sorun teşkil etmektedir. Bunun yanı sıra tarım için düşük derece uygun veya uygun olmayan alanlar da tarımsal amaçlı kullanılabilir. Örneğin; Mahmudiye ilçesinin kuzeybatısı ile Odunpazarı ilçesinin güneydoğusu tarımsal üretim açısından nispeten uygun olmamasına rağmen ekili-dikili arazi olarak kullanılmaktadır. Bu durum üzerinde arazi kullanım uygunluğundan ziyade bölgedeki kırsal nüfusun geçimini tarımdan sağlıyor olması ve eğim, yükselti gibi diğer coğrafi faktörlerin uygunluğu ön plana geçmiştir. Mevcut tarım arazilerinde çoğunlukla şeker pancarı tarımı yapılmaktadır. İl genelinde şeker pancarından başka buğday, arpa gibi hububat tarımının yanı sıra özellikle Sarıcakaya ilçesinde meyve ve sebze tarımı yapılmaktadır.

Eskişehir'in tarıma uygun alanların belirlenmesinde sürdürülebilir bir çevre için öncelikle tarımsal açıdan yüksek derecede uygun olan arazi

üzerine kurulan şehir yerleşmesinin büyüme deseni ve gelişme yönü tarım yapılabilecek alanları tehdit etmeyecek şekilde planlanmalıdır. Bu da aslında şehrin doğu-batı doğrultuda değil daha çok güneye doğru büyümesi gerektiğini ifade etmektedir.

Uygun kullanıma rağmen iklim, toprak özellikleri ve üreticilerden kaynaklanan hatalar sonucunda zaman zaman verim düşmektedir. Araştırma alanında büyük oranda tarıma uygun ve en uygun yerlerde gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler sonucunda alınan verimi arttırmak adına birtakım çalışmalar yapılmalıdır. Alanın sahip olduğu özellikler dikkate alındığında, tarımsal üretimdeki paydaşların yeteri kadar bilgilendirilmesi ve eğitilmesi gerekmektedir. Yağış bakımından zengin olmayan araştırma alanındaki su kaynakları optimal düzeyde kullanılmalı, tarımsal teknolojiler araştırma alanındaki özelliklerle entegre edilmelidir. Araştırma alanında şeker pancarı oldukça geniş ekim alanına sahiptir. Su isteği fazla olan bu tarımsal ürünün ekimi, su kaynağına yakın ve sulama açısından engel oluşturmayacak alanlarda yapılmalıdır. Toprakta verimi arttırabilmek için uygun gübreleme yöntemleri seçilmelidir. Araştırma alanında seracılık faaliyetleri yalnızca ilin kuzeybatısında Sarıcakaya ilçesinde yapılmaktadır (Faaliyetin gerçekleştiği bölge haritada yeşil bir hat şeklinde belirmiştir) (Şekil 3b). Vejetasyon dönemini uzatma açısından bir seçenek olan seracılık, tarıma uygun yerlerde gerekli çalışmalarla arttırılmalıdır. Ayrıca yalnızca bu alan için değil genel olarak tarımsal verimi arttırabilmek adına topraklar nadasa bırakılmak yerine nöbetleşe ekim yöntemiyle işlenmelidir.

REFERANSLAR

- Akbulak, C., 2010. Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 557-576.
- Akıncı, H., Özalp, A.Y. ve Turgut, B., 2012. *AHP yöntemi ile tarıma uygun alanların belirlenmesi*. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.
- Akıncı, H., Yavuz Özalp, A., Turgut, B., 2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique, *Computer and Electronics in Agriculture*, 97 (2013), 71-82.
- Akıncı, H., Özalp, A. Y., Özalp, M., Turgut, B., 2015. Büyük barajların tarım arazileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve Artvin'de CBS ve AHP yöntemi kullanılarak alternatif tarım arazilerinin belirlenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 15. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 25-28 Mart 2015, Ankara.
- Akıncı, H., Özalp, A. Y. & Özalp, M. 2017. Investigating impacts of large dams on agricultural lands and determining alternative arable areas using GIS and AHP in Artvin, Turkey. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(1), 83-95.
- Akten, M., ve Akten, S., 2010. Sürdürülebilir arazi kullanım planlaması için bir model yaklaşımı: tarım sektörü örneği. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2), 83-90.

- Alevkayalı, Ç., ve Tağıl, Ş., 2020. Edremit Körfezi'nde tarımsal arazi kullanımı uygunluk düzeylerinin değerlendirilmesi. *Coğrafya Dergisi*, (40).
- Al-Shalabi, M.A., Mansor, S.B., Ahmed, N.B., Shiriff, R., 2006. *GIS based multicriteria approaches to housing site suitability assessment*, XXIII FIG Congress, October 8-13, Germany.
- Amiri, F., Shariff, A.R.B.M., 2012. Application of geographic information systems in land use suitability evaluation for beekeeping: a case study of Vahregan Watershed (Iran), *African Journal of Agricultural Research*, 7(1), 89-97.
- Atalay, İ., 2006. *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası*, Meta Basım Matbaacılık, İzmir.
- Babalık, A. A., 2002. Isparta yöresinde arazi kullanımına ilişkin sorunlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 63-81.
- Bozdağ, A., Yavuz, F. & Günay, A. S. 2016. AHP and GIS based land suitability analysis for Cihanbeyli (Turkey) county. *Environment Earth Science*, 75(9), 1-15.
- Chakraborty, S., Banik, D. 2006. Design of a material handling equipment selection model using analytic hierarchy process. *Int J Adv Manuf Technol*, 28, 1237-1245.
- Çavuş, C. Z. ve Koç, T. 2015. Çanakkale Boğazı doğusunda arazi kullanım uygunluğunun yerleşme açısından analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 13(1), 41-60.
- Çelikyay, S. 2005. *Arazi kullanımlarının ekolojik eşik analizi ile belirlenmesi bartın örneğinde bir deneme*. Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, İstanbul.
- Erol, O. 1993. Ayrıntılı jeomorfoloji haritaları çizim yöntemi. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, 10, 19-38.
- Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, 2010. *İstatistiklerle Eskişehir 2009*. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Yayını, Eskişehir. ISBN:978-605-89453-3-3
- Fu, Z., Li, Z., Zai, C., Shi, Z., Xu, Q., Wang, X., 2011. Soil thickness effect on hydrological and erosion characteristics under sloping lands: A hydrogeological perspective, *Geoderma*, 167-168, 41-53.
- Gülersoy, A. E. 2013a. Bakırçay Havzası'nda arazi kullanımı ile arazi yetenek sınıfları arasındaki ilişkiler. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (6), 1-20.
- Gülersoy, A. E., 2013b. Farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen değişimlerin incelenmesi: Manisa merkez ilçesi örneği (1986-2010). *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(8), 1915-1934.
- Gülersoy, A. E., 2013c. Bakırçay havzasında arazi kullanımı ile arazi yetenek sınıfları arasındaki ilişkiler. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(6).
- Gülersoy, A.E., 2014. Yanlış arazi kullanımı. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (2), 49-128.
- Gülersoy, A.E., Gümüş, N., Sönmez, M. E., Gündüzoğlu, G. 2015. Relations between the land use and land capability classification in Küçük Menderes River Basin. *Journal of Environmental Biology*, 36 (Special issue), 7-26.
- Gümüş, M.G ve Durduran, S.S., 2020. Sürdürülebilir arazi yönetiminde optimal tarım arazilerinin belirlenebilmesi için çok kriterli karar destek sistemlerinin kullanımı: Beyşehir alt havzası örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 883-897.
- Jankowski, P. 1995. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(3), 251-273.
- Kurucu, Y. ve Günerhan, S. 2013. Mekânsal planlarda doğal yapı envanteri: İzmir ili örneği. *TMMB 2. İzmir Kent Sempozyumu*. 57-67, Ankara.
- Lobo, D., Lozano, Z., Delgado, F., 2005. Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelan soil, *Catena*, 64(2-3), 297-306.
- Malczewski, J., 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley and Sons, New York.
- Malczewski, J. 2004. GIS based land use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning*, 62, 3-65.
- Malczewski, J. 2006. Integrating Multi-criteria Analysis and Geographic Information Systems: The Ordered Weighted Averaging (OWA) Approach. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 6(2), 7-19.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ESKISEHIR>.

- Mohit, A.M., Ali, M.M. 2006. Integrating GIS and AHP for land suitability analysis for urban development in a secondary city of Bangladesh. *Jurnal Alam Bina, Jilid 8* (1), 1-19.
- Myers, J. M., ve Alpert, M. I., 1968. Determinant buying attitudes: meaning and measurement. *Journal of Marketing*, 32 (4), 13-20.
- Özdağoğlu, A. ve Özdağoğlu, G. 2007. Comparison of AHP and FUZZY AHP for the multicriteria decision making processes with linguistic evaluations. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(11), 65-85.
- Öztürk, D., Batuk, F., 2010. Konumsal karar problemlerinde analitik hiyerarşi yönteminin kullanılması, *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 28, 124-137.
- Saaty, T. L., 1977. *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Inc., New York.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill International, New York, NY, U.S.A.
- Saaty, T.L., 1990. An exposition of the AHP in reply to the paper 'remarks on the analytic hierarchy process'. *Management Science*, 36, 259-268.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences* 1-1, 83-98.
- Sanayi Teknoloji Bakanlığı, 2019. 81 il durum raporu.
- Saya, Ö., Güney, E. 2014. *Türkiye Bitki Coğrafyası*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Soba, M., Şimşek, A., Erdin, E., Can, A. 2016. AHP temelli vikor yöntemi ile doktora öğrenci seçimi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 50, 109-132.
- Söylemez, E. 2007. *GIS-Based Search Theory Application for Search and Rescue Planning*. Doctoral dissertation, Middle East Technical University (METU), The Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Şahin, M. ve Toroğlu, E., 2020. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak Pınarbaşı ilçesi (Kayseri) arazilerinin tarımsal uygunluk derecelerinin belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 75, 119-130.
- Şatır, O., Berberoğlu, S., 2014. Ürün verimine dayalı tarımsal arazi kullanım uygunluğunu belirlenmesi. V. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14-17 Ekim 2014, İstanbul.
- Tombuş, F.E., 2005. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak erozyon risk belirlemesine yeni bir yaklaşım, Çorum ili örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- TUİK, 2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayalı-Nüfus-Kayıt-Sistemi-Sonuçları-2020-37210&dil=1>
- Yılmaz, E. 2005. *Bir arazi kullanım planlaması modeli: Cehennemdere Vadisi örneği*. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 253, Mersin: Çeşitli Yayın.

