

## Farklı Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Mikail Çayı Mikro Havzası Toprakları

Halil AYTOP<sup>1\*</sup>, Suat ŞENOL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

\*Sorumlu Yazar: [halilaytop@gmail.com](mailto:halilaytop@gmail.com)

Geliş Tarihi: 26.10.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.11.2021 Kabul Tarihi: 13.01.2022

### Öz

Toprak sınıflandırılması, toprak oluşum süreçleri ve toprak özellikleri hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu bilgiler arazilerin planlı bir şekilde yönetilmesi ve kullanılması açısından önemlidir. Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesi sınırları içerisinde bulunan, Mikail Çayı Mikro havzası topraklarının sınıflandırılması, bazı fiziksel, kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve seri haritasının oluşturulması amaçlanmıştır. Alanın seri haritası oluşturulurken Google Earth görüntülerinden ve CBS tekniklerinden yararlanılmıştır. Havza alanında alüvyal ana materyal, koluviyal ana materyal ve kuvarsit ana kayası üzerinde oluşmuş olan 12 toprak serisi tanımlanmıştır. Havza toplam alanının %24.08'ini Alagedik serisi kaplarken bunu %19.61 ile Kekliktüneği serisi ve %19.07 ile Ziyaret serisi izlemektedir. Serilerin 6 tanesi Entisol, 3 tanesi Alfisol, 2 tanesi Vertisol ve 1 tanesi Inceptisol ordosunda sınıflandırılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Toprak sınıflama, toprak etüt ve haritalama, CBS

### Soils of the Mikail Stream Micro Basin Formed on Different Parent Materials

#### Abstract

Soil classification provides important information about soil formation processes and soil properties. This information is important for the planned management and use of lands. In this study, it was aimed to classify the soils of the Mikail Stream Micro basin, which was located within the borders of Onikişubat district of Kahramanmaraş province, to determine some physical and chemical properties and to create a series map. Google Earth images and GIS techniques were used while creating the serial map of the area. 12 soil series formed on the alluvial parent material, colluvial parent material and quartzite bedrock were defined in the basin area. While the Alagedik series covers 24.08% of the total area of the basin, this is followed by the Kekliktüneği series with 19.61% and the Ziyaret series with 19.07%. 6 of the series were classified as Entisol, 3 as Alfisol, 2 as Vertisol and 1 as Inceptisol.

**Key words:** Soil classification, Soil survey and mapping, GIS.

#### Giriş

Tarımsal üretimi artırmanın ve doğal kaynakları korumanın öncelikli şartı, toprak ve arazi kaynaklarının etkin ve doğru kullanımının sağlanmasıdır. Bu da arazilerin ve toprakların doğal nitelik ve yeteneklerinin belirlenmesi ve bunların doğru bir şekilde tanımlanması ile oluşur. Bunun için toprak etüt ve haritalama çalışmalarına önem vermek gerekmektedir. Toprak haritaları sayesinde araziler özelliklerine göre sınıflandırılmakta ve

böylece farklı mühendislik dallarında, tarımsal planlamaların yapılmasında, çevresel etkilerin değerlendirilmesinde ve doğal kaynakların planlı bir şekilde korunmasında yardımcı olmaktadır (Dengiz ve Saroğlu, 2011).

Toprakların sınırlı ve tüketilebilir kaynaklar olduğunu düşünürsek, insan ihtiyaçlarının karşılanmasının sürdürülebilmesi için toprakların planlı bir şekilde yönetimi ve kullanılması önemlidir. Bunun için öncelikle toprakları dünyada

kabul görülen belirli bir kural ve düzen çerçevesinde sınıflandırmak gerekmektedir.

Sınıflandırma, toprak etüd ve haritalama işlemlerinin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Toprak serileri tanımlanarak haritalandıktan sonra, sınıflandırma da kullanılacak morfolojik özelliklerin yanı sıra kimyasal, fiziksel, mikromorfolojik ve mineralojik analizlerin belirlenmesiyle birlikte, uluslararası düzeyde kabul görmüş bütün sınıflandırma sistemlerine göre değerlendirmeler yapılarak topraklar sınıflandırılabilir (Şenol ve ark., 2015).

Toprakların sınıflandırılması milattan öncelere dayanmaktadır. Toprak sınıflandırılması hakkında ilk bilgiler Çin kaynaklarından temin edilmiştir. Bu kaynaklara göre, ilk toprak sınıflandırması İmparator Yao zamanında (MÖ. 2357-2261) tahmini olarak vergilendirme için yapıldığı düşünülmektedir. Bu sisteme göre topraklar 9 sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırma toprakların bazı fiziksel özellikleri göz önüne alınarak mühendis Yu tarafından yapılmıştır (Whitney, 1925; Soil Survey Staff, 1960; Akalan, 1968; Özbek ve ark., 1974).

Türkiye toprakları araştırmacılar tarafından 1958 yılından itibaren genel olarak Eski Amerikan Toprak Sınıflandırma Sistemine göre sınıflandırılmıştır. Son yirmi yıldır çok fazla miktarda olmasa da bazı topraklar Toprak Taksonomisine göre sınıflandırılmaya başlanmıştır; fakat yeni toprak sınıflandırma sistemine göre tanımlanan alanlar eski toprak sınıflandırma sistemine göre tanımlanan alanlara göre çok azdır (Şenol ve ark., 2015).

F. Giesence adlı Alman araştırmacı 1930 yılında yayınladığı bir çalışmada Türkiye'nin sadece

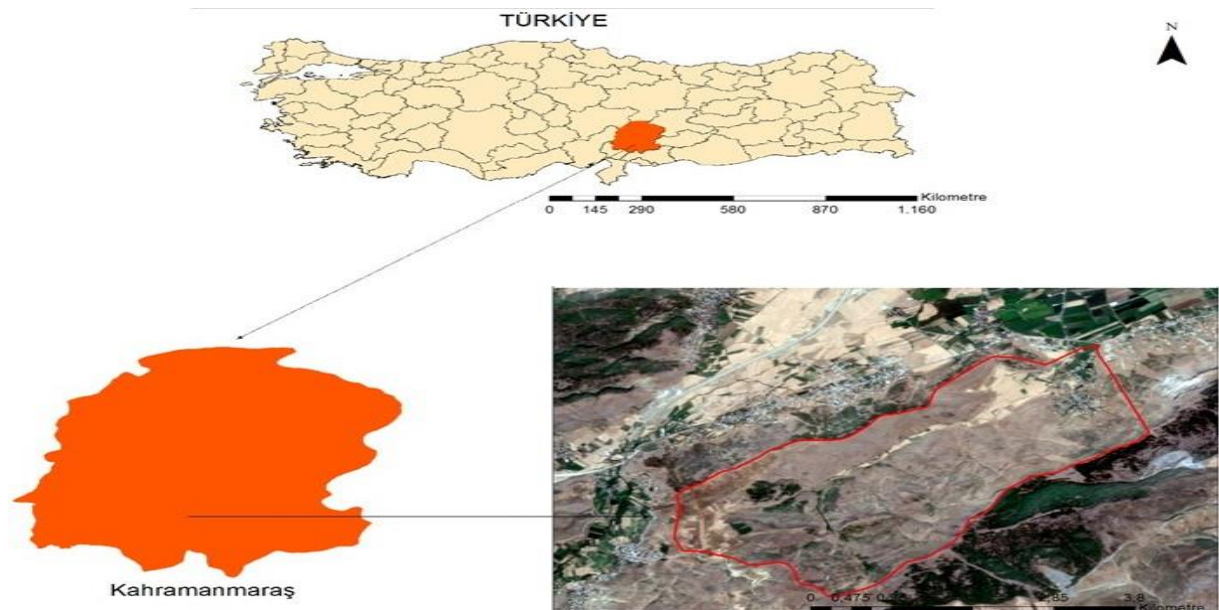
batı kısmını içine alan bir toprak haritası yapmıştır. Bu haritada toplam 10 farklı toprak grubu tanımlanmıştır (Kızıl ve açık kestane rengi topraklar, kızıl topraklar ve kahverengi orman toprakları, podzolik topraklar, tuzlu topraklar ve alüvyal taban ve marş toprakları, vb.). Daha sonra tüm Türkiye'yi kapsayan daha modern bir sınıflandırma çalışmasını Prof. Dr. Ömer Kerim Çağlar yapmıştır. Çağlar çalışmasında Türkiye topraklarını morfolojik özelliklerine göre 11 farklı toprak grubuna ayırarak Türkiye Toprak Haritasını oluşturmuştur (Dinç ve ark., 1987).

Bu çalışma, Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesi sınırları içerisinde yer alana Mikail Çayı Mikro Havza'sında yürütülmüştür. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel, kimyasal özellikleri belirlenerek Toprak Taksonomisi'ne göre sınıflandırılması yapılmış ve seri haritası oluşturulmuştur.

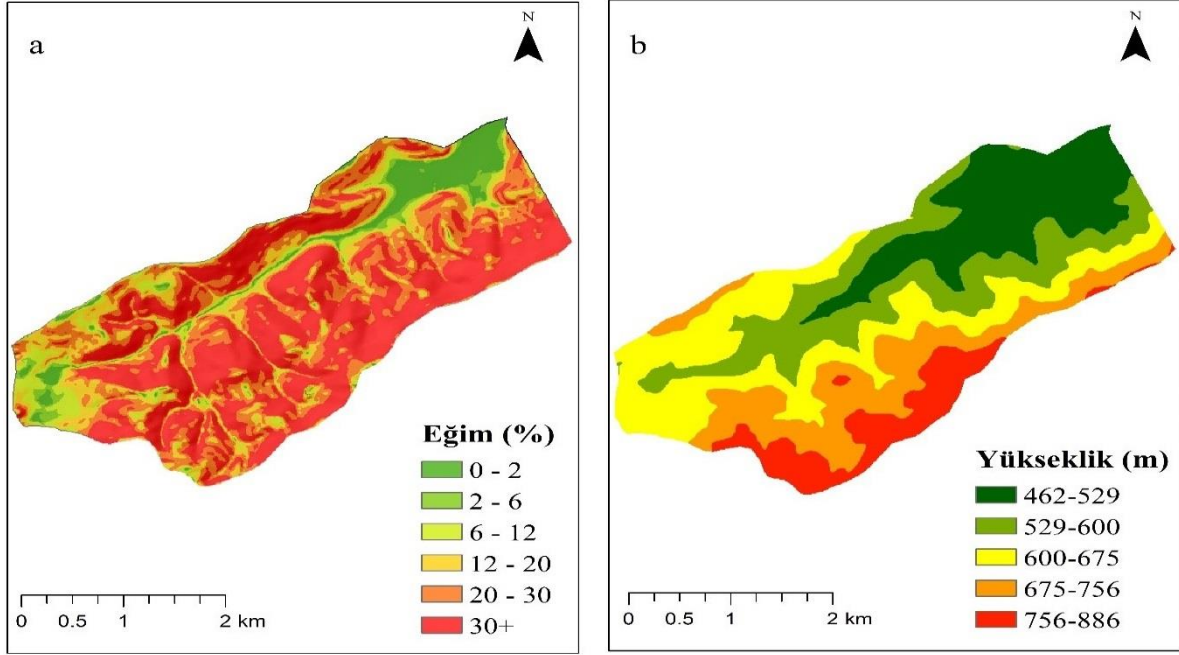
## Materyal ve Yöntem

### Materyal

**Çalışma alanı genel özellikleri:** Çalışma, Akdeniz Bölgesinin doğusunda bulunan Kahramanmaraş ilinin Onikişubat ilçesi sınırları içinde yer alan Mikail Çayı mikro havzasında yürütülmüştür. Havza, Kahramanmaraş il merkezine yaklaşık 22 km uzaklıkta ve Kahramanmaraş-Adana devlet karayolunun batısında yer almaktadır (Şekil 1). Havzanın toplam alanı yaklaşık 1180.21 ha'dır. Coğrafi konum olarak, 36° 48' 46" ile 36° 51' 46" doğu boylamları ve 37° 27' 26" ile 37° 27' 38" kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası



Şekil 2. Çalışma alanı (a) eğim ve (b) yükseklik haritası

Bu çalışmada kartografik materyal olarak, Google Earth görüntüsü, Maden Tetkik Arama Enstitüsü'nden (MTA) alınan 1/25000 ölçekli jeoloji haritası, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) haritası, Harita Genel Komutanlığından temin edilen 1/25000 ölçekli topoğrafik harita ve Kahramanmaraş Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan iklim verileri kullanılmıştır. Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında işlenebilmesi amacıyla ArcGIS 10.7 yazılımı kullanılmıştır. CBS sistemiyle elde edilen eğim haritalarında çözünürlük arttıkça eğim haritalarının arazi ile uyumluluğu azaldığından (Koca ve ark., 2017), yüksek çözünürlüklü DEM haritası (10 x 10) kullanılmıştır.

Mikail Çayı Mikro havzası topraklarının sınıflandırılması, bazı fiziksel, kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve seri düzeyinde detaylı toprak haritasının oluşturulması çalışmaları için 12 profil çukuru açılarak horizon esasına göre toplamda 36 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak numuneleri analizlerinin yapılması amacıyla laboratuvara getirilmiştir.

Çalışma alanı Akdeniz iklim kuşağında yer alsa da klasik Akdeniz iklimi özelliklerinin tamamını taşımamaktadır. Bozulmuş Akdeniz iklimi olarak adlandırılmaktadır (Anonim, 2021a). Yazları kurak ve sıcak geçerken sıcaklık kış aylarında az da olsa sıfırın altına düşmektedir. Yıllık ortalama yağış 719.7 mm, yıllık ortalama sıcaklık 16.7°C'dir (Çizelge 1). Yıllık ortalama buharlaşma miktarı ise 950.1-1000 mm arasındadır (Anonim, 2021b). Çalışma alanının iklimsel verileri incelenip yorumlandığında, havzanın toprak nem rejiminin xeric, toprak sıcaklık rejiminin ise thermic olduğu bulunmuştur (Soil Survey Staff, 2014).

Çalışma alanı yükseklik haritasına göre havza yüksekliği 462 metre ile 886 metre arasında değişmektedir (Şekil 2a). Çalışma alanı 6 farklı eğim derecesine göre sınıflandırılmıştır (Şekil 2b). Eğim %0 ila %6 arasında değişim gösteren yani düz veya düze yakın hafif eğime sahip alan varlığı toplam alanının %10.88'ini oluşturmaktadır. Eğimin %12'den fazla olan dik, çok dik ve sarp alan miktarı ise toplam alanın %78.21'ini temsil etmektedir.

Çizelge 1. Çalışma alanının uzun yıllar ortalama meteorolojik verileri (Anonim, 2021b)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
T(°C)	4.7	6.1	10.4	15.1	20.0	24.9	28.2	28.4	25.0	18.9	11.8	6.6	16.7
P (mm)	122.1	112.2	95.1	73	38.8	8.6	2.7	2.2	11.0	45.4	78.0	130.6	719.7

\*T: Ortalama Sıcaklık, P: Toplam Yağış (1930 – 2020)

## Yöntem

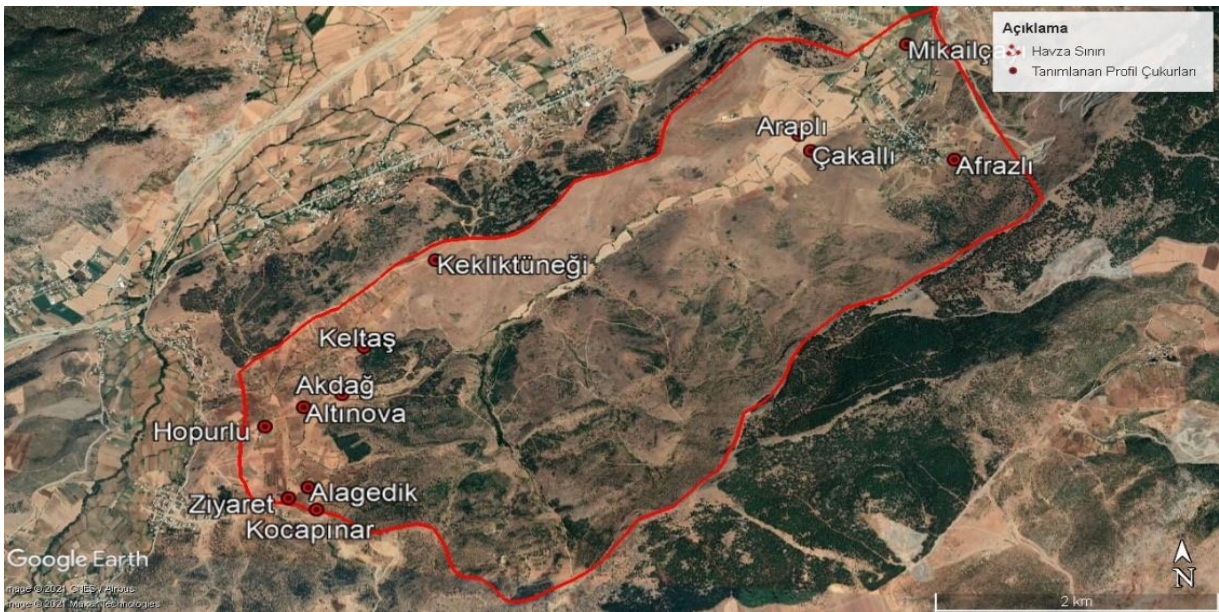
Çalışma birbirini izleyen dört aşamada yürütülmüştür. İlk olarak havza hakkında ön bilgiler toplanmış ve birinci büro çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra birinci arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Son aşama ise, ikinci arazi çalışmaları ve toprak serilerinin sınıflandırılmasıyla tamamlanmıştır.

**Ön bilgilerin toplanması ve birinci büro çalışmaları:** Çalışma alanında bulunan toprak serilerinin tanımlama yerlerinin belirlenmesi amacıyla, çalışma alanının geçici toprak sınırları fizyografik analiz yöntemine göre Google Earth görüntülerinde çizilmiştir (Dinç ve Şenol, 2001).

Geçici toprak sınırları çizilirken alanın farklı yıllara ait Google Earth görüntüleri incelenmiş ve doğal olan görüntü farklılıkları dikkate alınarak taslak toprak haritası oluşturulmuştur. Bu aşamada tarla sınırları arasında ve görüntüdeki farklılıklardan doğal olmayan renk ya da ton farklılıkları doğal olmadığı gerekçesiyle geçici sınırların belirlenmesinde dikkate alınmamıştır (Şekil 3). Geçici toprak sınırları çizilirken, arazideki yeryüzü şekilleri, jeolojik materyaller, bitki örtüsü, arazi kullanımı ve topoğrafik koşullar ön planda tutulmuştur. Bu bilgi ve veriler aynı zamanda çalışma alanında bulunan toprak serilerinin arazide tanımlanıp örnekleneceği yerlerin belirlenmesinde de kullanılmıştır.



Şekil 3. Çalışma alanı ve geçici toprak sınırları



Şekil 4. Tanımlanan profil çukur yerleri

**Birinci arazi çalışmaları:** Bu aşamada topoğrafik ve jeolojik haritalardan yararlanılarak yorum haritası üzerine çalışma alanı toprak serilerini tanımlama için profil çukuru açılacak noktalar belirlenmiştir. Bu noktalar, her farklı fizyografik (yeryüzü şekli) ünite, her farklı toprak ana materyali, eğim ve arazi kullanımındaki önemli farklılıkları içeren alanların ayrı ayrı incelenmesine olanak verecek şekilde, havza alanında var olan toprak serilerini temsil edebilecek noktalardan seçilmiştir. Bu konuların içerisinde yer alan fizyografya ve eğim üzerinde daha dikkatli durularak havza alanı içerisinde bulunabilecek farklı toprakların tanımlanması için arazide yapılan kontroller sonrası 12 profil yeri saptanmıştır. Çalışmanın bu bölümünde önceki aşamada belirlenen profil çukuru yerleri açılmıştır (Şekil 4).

Profil çukurları beko (iş makinesi) yardımıyla ana kayaya kadar; ana kayanın olmadığı yerlerde yaklaşık 1.5-2 m açılarak incelenmiştir. Serilerin morfolojik özellikleri Soil Survey Staff (2014)'a göre tanımlanmıştır. Toprakların morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde %10'luk HCL çözeltisi, şerit metre ve Munsell renk skalası birlikte kullanılmıştır (Dinç ve Şenol, 2001). Tanımlanan serilerden bozulmuş toprak örnekleri horizon esasına göre alınmıştır. Alınan toprak numuneleri yapılacak kimyasal ve fiziksel analizler için laboratuvara getirilmiştir.

**Laboratuvar çalışmaları:** Çalışma alanı toprak serilerini temsilen açılan profillerden horizon esasına göre alınmış bozulmuş toprak örneklerinde aşağıda açıklanmış olan kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Organik Madde (%): Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiştir (Jackson, 1979), tane büyüklük dağılımı (tekstür): Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği gibi hidrometre metoduna göre belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK): 1 N amonyum asetat ve pH'sı 8.2 olan sodyum asetat kullanılarak belirlenmiştir (Rhoades, 1982), değişebilir katyonlar: sodyum asetat (pH 8.2) kullanılarak belirlenmiştir (Rhoades, 1982), kireç: kireç tayini için Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Soil Survey Lab. Staff, 1992).

**İkinci arazi çalışması ve toprak serilerinin sınıflandırılması:** Çalışmanın son aşamasında, çalışma alanında belirlenen serilerin morfolojik özellikleri, toprak analiz sonuçları ve toprak serileri Toprak Taksonomisi (Soil Taxonomy, 2014)'ne ve Dünya Referans Sistemi (WRB, 2015)'ne göre sınıflandırılmıştır. Alanın toprak seri haritası CBS teknikleri kullanılarak ArcGIS 10.7 yazılımı yardımıyla oluşturulmuştur.

## Bulgular ve Tartışma

Havza alanında üç farklı ana materyal üzerinde oluşmuş olan 12 toprak serisi tanımlanmıştır. Bunlar kuvarsit ana kayası, kolüviyaller ve aluviyal ana materyalleridir. Havza toprakları tamamıyla kireçsiz ve tuzsuzdur. Havza alanı toprak serilerinin, fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir. Toprak serilerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2 ve Çizelge 3'de gösterilmiştir.

**Aluviyal ana materyal üzerinde oluşan topraklar:** Mikail Çayı'nın biriktirdiği materyallerle oluşmuş düz ve düze yakın verimli taban araziler, havzanın en çukur topografyasına sahip alanlardır. Diğer serilere göre, kısa mesafeler içinde toprak tekstürü ve drenajı gibi bazı özellikleri değişkenlik gösterebilmektedir. Akarsular tarafından taşınmış olduklarından genç topraklar olarak da ifade edilebilmektedir. Havza içinde aluviyal ana materyal üzerinde oluşan iki farklı toprak serisi belirlenmiştir. Bunlar; Araplı ve Mikailçayı serileridir.

Araplı serisi, A-C horizonlarından meydana gelen çok derin topraklardır. Üst iki horizon kumlu tın tekstürlüken, alt horizonlara doğru profilde kil miktarı artış göstermektedir. Araplı serisini benzer ana materyal üzerinde oluşan diğer seriden ayıran en temel özellikler; tüm profilin düşük pH'da olması ve az da olsa serinin taşlılığa sahip olmasıdır. Araplı serisi pH değeri aralığı 4.51-5.59 arasında değişmektedir. Serinin Ap ve AC horizonları kumlu tın tekstürlüken, C1 horizonu tın ve C2 horizonu kumlu killi tın tekstürlüdür. Üst horizontan alt horizonlara doğru inildikçe kil miktarında artış gözlemlenmektedir. Organik madde miktarı %0.25-0.82 arasında değişmektedir ve tüm profilde organik madde çok düşük düzeydedir.

Aluviyal ana materyal üzerinde oluşmuş olan Mikailçayı serisi, çok derin bir toprağa sahip olup, A-C horizon dizilimindedir. Serinin Ap ve C2 horizonları tın tekstüre sahipken, A2 ve C1 horizonları kumlu killi tın tekstürlüdür. Bazı aylarda taban suyu problemleri görülebilir. Benzer ana materyal üzerinde oluşan Araplı serisinden en önemli farkı toprak yüzeyinin, toprak profilinin tamamıyla taşsız olması ve pH'sının yüksek oluşudur. Seri pH değer aralığı 6.62-6.89 arasında değişmektedir. Serinin tüm horizonları nötr reaksiyona sahiptir. Organik madde miktarı %0.31-1.41 arasında değişmektedir.

**Kolüviyal ana materyal üzerinde oluşan topraklar:** Kolüviyal ana materyal üzerinde oluşmuş olan seriler yüksek dağlık alanlardan yerçekimi ve yüzey suları gibi çeşitli etmenler yardımıyla hareket eden materyallerin, eğimin kırıldığı veya azaldığı alt

kesimlerde birikmesiyle oluşmuş topraklardır. Koluviyal ana materyal üzerinde 4 farklı toprak serisi belirlenmiştir. Bu fizyografik birim üzerinde Altınova, Çakallı, Hopurlu ve Kocapınar Serileri yer almaktadır. Düz veya çok eğimli alanlarda yayılım gösteren bu seriler, toprak profilleri boyunca kireçsiz ve tuzsuzdur. Bütün serilerde üst horizonlarından alt horizonlarına doğru inildikçe kil miktarında artış gözlemlenmektedir. Bundan dolayı serilerin alt horizonlarına doğru KDK miktarı artmaktadır.

Altınova Serisi; koluviyal ana materyal üzerinde oluşan seri, hemen hemen düz ve çok derin topraklara sahiptir. Seri Ap-BA1-BA2-Bt-BC horizon dizilimindedir. Üst toprak tın tekstürlüken alt horizonlara doğru kil miktarı artış göstermektedir. Yaşlı ve az eğimli koluviyal etek arazilerde oluşmuş olan Altınova serisinde kil illuviyasyonu (Bt) görülmektedir. Toprak profilinde yoğun biyolojik aktivite mevcuttur. Aynı ana materyal üzerinde oluşmuş olan topraklardan Bt horizonunun varlığı, toprak rengi ve toprak tekstürü yönünden ayrılmaktadır. Aynı ana materyal üzerinde oluşmuş olan Çakallı serisinde Bt horizonuna sahiptir. Fakat Çakallı serisindeki Bt horizonunun üstünde E horizonu (yıkama horizonu) bulunurken, Altınova serisinin Bt horizonu üstünde BA2 horizonu yer almaktadır. Altınova serisi pH değeri aralığı 5.51-6.01 arasında değişmektedir. Serinin tüm horizonları nötr reaksiyon sahiptir. Organik madde miktarı %0.35-1.34 arasında değişmektedir.

Çakallı serisi, dik eğimli ve çok derin topraklardan oluşmaktadır. Seri A-E-Bt1-Bt2 horizon dizilimine sahiptir. Üst iki horizon kumlu tın tekstürlüken, alt horizonlar sırayla killi tın ve kil tekstürlüdür. Bt1 ve Bt2 horizonlarında kil kütanları gözlemlenmektedir. Çakallı Serisi'ni benzer ana materyal üzerinde oluşmuş serilerden ayıran en temel özellikleri, yıkama horizonunun (E) varlığı ve tüm toprak profilinin taşlı oluşudur. Seri pH değer aralığı 4.92-5.67 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı %0.43-1.69 arasındadır.

Hopurlu Serisi; koluviyal ana materyal üzerinde bulunan dik eğimli, çok derin ve yamaç arazi üzerinde oluşmuştur. Hopurlu Serisi A-Bw-BCss-C horizon dizilimine sahiptir. Serinin BCss horizonunda parlak kayma yüzeyleri gözlemlenmiştir. Koluviyal ana materyal üzerinde oluşan diğer serilerden farkı, kil içeriğinin fazla olması ve profilede parlak kayma yüzeylerine sahip olmasıdır. Seri pH değer aralığı 4.78-6.51 arasında değişmektedir. Serinin tüm horizonları kil tekstürlüdür. Organik madde miktarı %0.35-0.65 arasında değişmektedir.

Genel itibarıyla Havzanın güney yamaç arazilerinde yayılmış olan Kocapınar Serisinin

horizon dizilimi Ap-Bw-BCss şeklinde gelişmiştir. Serinin üst toprağı killi tın tekstürlüken, alt horizonlar kil tekstürlüdür. Serinin BCss horizonunda parlak kayma yüzeyleri gözlemlenmektedir. Benzer ana materyal üzerinde oluşmuş olan Hopurlu serisinden üst toprağın kil içeriği bakımından ayrılırken, Çakallı ve Altınova Serilerinden toprak rengi ve tekstür bakımından ayrılmaktadır. Seri pH değer aralığı 5.52-6.73 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı %0.53-1.90 arasındadır.

#### ***Kuarsit ana materyal üzerinde oluşan topraklar:***

Mikro havza içinde yerinde oluşmuş, kuarsit ana materyal üzerinde tanımlanmış topraklardır. Bu seriler genç ve çok derin olmayan topraklardan meydana gelmektedir. Bu ana materyal üzerinde tanımlanan seriler; Afrazlı, Akdağ, Alagedik, Kekliktüneği, Keltaş ve Ziyaret serileridir. Eğimli alanlarda yayılım gösteren bu seriler, toprak profilleri boyunca kireçsiz ve üst toprakta kum içeriği yüksek olan topraklardır.

Afrazlı serisi, kuarsit ana kayası üzerinde bulunan, şiddetli erozyon etkisi altında olan, A-C horizon dizilimine sahip topraklardır. Üst toprak kumlu tın tekstüre sahipken, alt toprak kil tekstürlüdür. Seri pH değer aralığı 5.64-6.50 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı A horizonunda %0.56, C horizonunda %0.32'dir.

Akdağ serisi çok dik eğimli arazilerde kuarsit ana kayası üzerinde oluşmuş A-C horizon dizilimine sahip topraklardır. Üst toprak tekstürü killi tın, yoğun kuarsit bileşenli taşların bulunduğu alt toprak tekstürü ise killidir. Tüm profilede biyolojik aktivite gözlemlenmiştir. Benzer ana materyal üzerinde oluşmuş diğer serilerden daha kırmızı toprak rengiyle ayrılmaktadır. Seri pH değer aralığı 6.11-6.55 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı A horizonunda %1.35, C horizonunda %0.34'tür.

Alagedik serisi Ap-Bw-Cr horizon dizilimine sahip, kuarsit ana kayası üzerinde azda olsa profil gelişimi gösteren toprakları temsil etmektedir. Üst toprak kumlu killi tın tekstürlüken, alt toprak kil tekstürlüdür. Kuarsit ana materyal üzerinde oluşan topraklardan yarı köşeli blok strüktürlü Bw horizonu varlığıyla ayrılmaktadır. Serinin Ap horizonu pH'sı 6.55 ile nötr, Bw horizonu pH'sı 5.58 ile hafif asit reaksiyonludur. Organik madde miktarı Ap horizonunda %0.95, C horizonunda %0.41'dir.

Kekliktüneği Serisi kuarsit ana kayası üzerinde oluşmuş ve profil gelişimini tamamlayacak kadar erozyondan korunmuş arazilerde yer almaktadır. A, BA ve Bt horizonuna sahiptir. Çalışma alanında tanımlanan diğer seriler gibi profilede alt katmanlara doğru inildikçe kil miktarında artış gözlemlenmektedir. Serinin A

horizonu kumlu tın, BA horizonu kumlu killi tın ve Bt horizonu kil tekstürlüdür. Kekliktüneği Serisi, kuvarit ana materyal üzerinde oluşmuş olan diğer serilerden B<sub>t</sub> horizonu sahip olması nedeniyle farklılaşmaktadır. Seri pH değeri aralığı 5.68-6.11 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı %0.40-1.08 arasındadır.

Keltaş Serisi, kuvarit ana kayası üzerinde oluşmuş ve havzanın en az profil gelişimi gösteren toprak serisidir. Sadece zayıf bir A horizonuna sahiptir. Bu horizon kumlu killi tın tekstürlüdür. Benzer ana materyal üzerinde oluşmuş serilerden en az gelişmiş toprak profiline sahip olması yönüyle

ayrılır. Keltaş serisi A horizonu pH'sı 5.57 ile nötr reaksiyonludur. Organik madde miktarı %1.71'dir.

Ziyaret Serisi toprakları A-C horizon dizilimine sahip sürekli erozyon etkisi altındaki genç topraklardır. Üst toprak kumlu killi tın, alt toprak kil tekstürlüdür. Benzer ana materyal üzerinde oluşan Akdağ ve Afrazlı serilerinden, sarımsı kırmızı toprak rengine sahip olmasıyla ayrılırken, Keltaş serisi hariç diğer serilerden daha az gelişmiş profil yapısı nedeniyle ayrılmaktadır. Ziyaret serisi A horizonu pH'sı 6.91, C horizonu pH'sı 6.88'dir. Organik madde miktarı A horizonunda %1.97, C horizonunda %0.50'dir.

Çizelge 2. Toprak serileri fiziksel analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Renk	Kireç (%)	Bünye			Tek. Sın.
				Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	
Araplı Serisi							
Ap	0-20	10 YR4/4 10 YR6/4	0.56	13.30	25.20	61.50	SL
AC	20-46	10 YR4/6 10 YR7/6	0.64	14.30	29.30	56.40	SL
C1	46-79	10 YR5/6 10 YR6/6	0.56	22.70	33.50	43.80	L
C2	79-100	10 YR7/4 10 YR7/6	0.48	24.80	14.60	60.60	SCL
Mikailçayı Serisi							
Ap	0-20	10 YR4/3 10 YR5/4	0.56	22.70	29.30	48.00	L
AC	20-33	10 YR4/4 10 YR5/4	0.64	22.7	27.20	50.10	SCL
C1	33-72	10 YR5/6 10 YR6/6	0.72	20.60	27.20	52.20	SCL
C2	72-100	10 YR5/6 10 YR7/6	0.48	16.40	39.80	43.80	L
Altnova Serisi							
Ap	0-20	5 YR4/4 7.5 YR5/4	0.48	24.80	35.60	39.60	L
BA1	20-45	2.5 YR4/6 2.5 YR5/6	0.56	37.40	27.20	35.40	SCL
BA2	45-70	2.5 YR3/6 2.5 YR4/8	0.48	37.40	35.60	27.00	SCL
Bt	70-100	2.5 YR4/6 2.5 YR4/8	0.48	50.00	23.10	26.90	L
BC	100-110	2.5 YR3/6 2.5 YR4/8	0.48	52.10	20.90	27.00	L
Çakallı Serisi							
A	0-15	10 YR3/4 10 YR5/4	0.56	17.40	25.40	57.20	SL
E	15-42	10 YR5/6 10 YR7/6	0.56	16.40	25.10	58.50	SL
Bt1	42-79	2.5 YR4/8 5 YR6/8	0.48	37.40	23.00	39.60	CL
Bt2	79-110	2.5 YR5/8 5 YR7/8	0.48	45.80	18.80	35.40	C

Çizelge 2 (devamı)

Hopurlu Serisi							
A	0-15	5 YR4/6 5 YR5/8	0.48	63.90	13.20	22.90	C
Bw	15-46	2.5 YR4/8 5 YR5/6	0.56	70.50	12.50	17.00	C
BCss	46-74	5 YR5/8 5 YR6/8	0.48	71.00	10.40	18.60	C
C	74-120	5 YR5/8 5 YR6/8	0.56	71.50	12.50	16.00	C
Kocapınar Serisi							
Ap	0-19	5 YR4/4 5 YR4/6	0.48	39.00	20.50	40.50	CL
Bw	19-45	2.5 YR3/6 2.5 YR4/6	0.56	66.80	12.50	20.70	C
BCss	45-105	2.5 YR5/8 5 YR5/8	0.64	68.90	16.70	14.40	C
Afrazlı Serisi							
A	0-12	10 YR5/6 10 YR7/6	0.56	18.50	25.10	56.40	SL
C	12-80	10 YR5/6 10 YR6/6	0.48	41.60	25.10	33.30	C
Akdağ Serisi							
A	0-12	2.5 YR4/6 5 YR5/8	0.40	27.30	30.10	42.60	CL
C	12-80	2.5 YR4/6 2.5 YR5/8	0.40	50.00	20.90	29.10	C
Alagedik Serisi							
Ap	0-5	7.5 YR4/6 7.5 YR6/6	0.40	33.20	20.90	45.90	SCL
Bw	5-20	5 YR5/6 5 YR5/8	0.48	50.00	12.50	37.50	C
Kekliktüneği Serisi							
A	0-12	7,5 YR4/4 7,5 YR6/6	0.56	19.50	23.30	57.20	SL
BA	12-32	2,5 YR4/6 5 YR5/6	0.48	26.90	20.90	52.20	SCL
Bt	32-60	2,5 YR3/6 2,5 YR4/6	0.56	52.10	14.60	33.30	C
Keltaş Serisi							
A	0-15	7.5 YR5/6 7.5 YR7/6	0.64	23.70	25.40	50.90	SCL
Ziyaret Serisi							
A	0-9	5 YR4/6 5 YR5/6	0.64	28.90	18.60	52.50	SCL
C	9-28	2.5 YR4/8 5 YR4/6	0.64	54.30	20.80	24.90	C



Çizelge 3. Toprak serileri kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	Organik madde (%)	Değişebilir katyonlar (me/100g)			KDK (me/100g)	Baz Doygunluğu (%)
					K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>		
Araplı Serisi									
Ap	0-20	5.59	0.087	0.82	1.02	0.30	1.66	4.66	64
AC	20-46	4.51	0.084	0.42	0.40	0.30	1.34	4.37	47
C1	46-79	4.78	0.079	0.25	0.27	0.28	2.54	6.39	48
C2	79-100	4.73	0.103	0.29	0.33	0.27	3.11	8.42	44
Mikailçayı Serisi									
Ap	0-20	6.73	0.249	1.04	0.20	0.37	7.32	11.76	67
AC	20-33	6.62	0.208	1.41	0.17	0.40	6.87	9.26	80
C1	33-72	6.87	0.170	0.73	0.15	0.42	6.67	9.24	78
C2	72-100	6.89	0.161	0.31	0.12	0.41	5.30	6.56	89
Altınova Serisi									
Ap	0-20	5.51	0.178	1.34	0.17	0.22	3.44	6.62	58
BA1	20-45	5.63	0.067	0.45	0.19	0.24	3.85	9.28	46
BA2	45-70	5.60	0.087	0.48	0.24	0.25	4.87	12.73	42
Bt	0-100	5.61	0.074	0.38	0.30	0.25	5.74	13.23	48
BC	100-110	6.01	0.128	0.35	0.33	0.29	6.49	13.44	53
Çakallı Serisi									
A	0-15	5.67	0.115	1.69	0.45	0.31	2.58	5.75	58
E	15-42	5.53	0.117	0.44	0.21	0.29	2.11	4.24	61
Bt1	42-79	5.50	0.091	0.43	0.36	0.31	5.32	12.87	47
Bt2	79-110	4.92	0.078	0.54	0.41	0.34	7.10	12.83	61
Hopurlu Serisi									
A	0-15	6.51	0.187	0.65	0.29	0.39	11.59	19.39	63
Bw	15-46	5.54	0.141	0.49	0.21	0.36	1.38	23.16	62
BCss	46-74	4.78	0.107	0.43	0.19	0.33	13.55	26.41	53
C	74-120	5.58	0.091	0.35	0.18	0.34	12.68	26.47	50
Kocapınar Serisi									
Ap	0-19	5.52	0.023	1.90	0.33	0.76	9.73	16.93	64
Bw	19-45	6.69	0.270	0.92	0.32	0.55	15.63	25.38	65
BCss	45-105	6.73	0.291	0.53	0.28	0.48	16.56	32.39	53
Afrazlı Serisi									
A	0-12	6.50	0.106	0.56	0.18	0.16	3.48	6.92	55
C	12-80	5.64	0.074	0.32	0.17	0.23	8.07	19.52	43
Akdağ Serisi									
A	0-12	6.55	0.160	1.35	0.32	0.17	4.160	8.70	53
C	12-80	6.11	0.099	0.34	0.27	0.18	5.22	13.16	43
Alagedik Serisi									
Ap	0-5	6.55	0.198	0.95	0.30	0.17	6.28	14.48	47
Bw	5-20	5.58	0.166	0.41	0.21	0.29	10.13	16.59	64
Kekliktüneği Serisi									
A	0-12	6.11	0.075	1.08	0.19	0.33	2.84	5.08	66
BA	12-32	5.73	0.077	0.4	0.17	0.30	3.54	7.76	52
Bt	32-60	5.68	0.083	0.56	0.24	0.39	7.83	19.81	43
Keltaş Serisi									
A	0-15	5.57	0.112	1.71	0.36	0.23	3.63	6.78	62
Ziyaret Serisi									
A	0-9	6.91	0.247	1.97	0.29	0.39	8.25	11.28	79
C	9-28	6.88	0.244	0.5	0.27	0.43	11.63	15.17	81

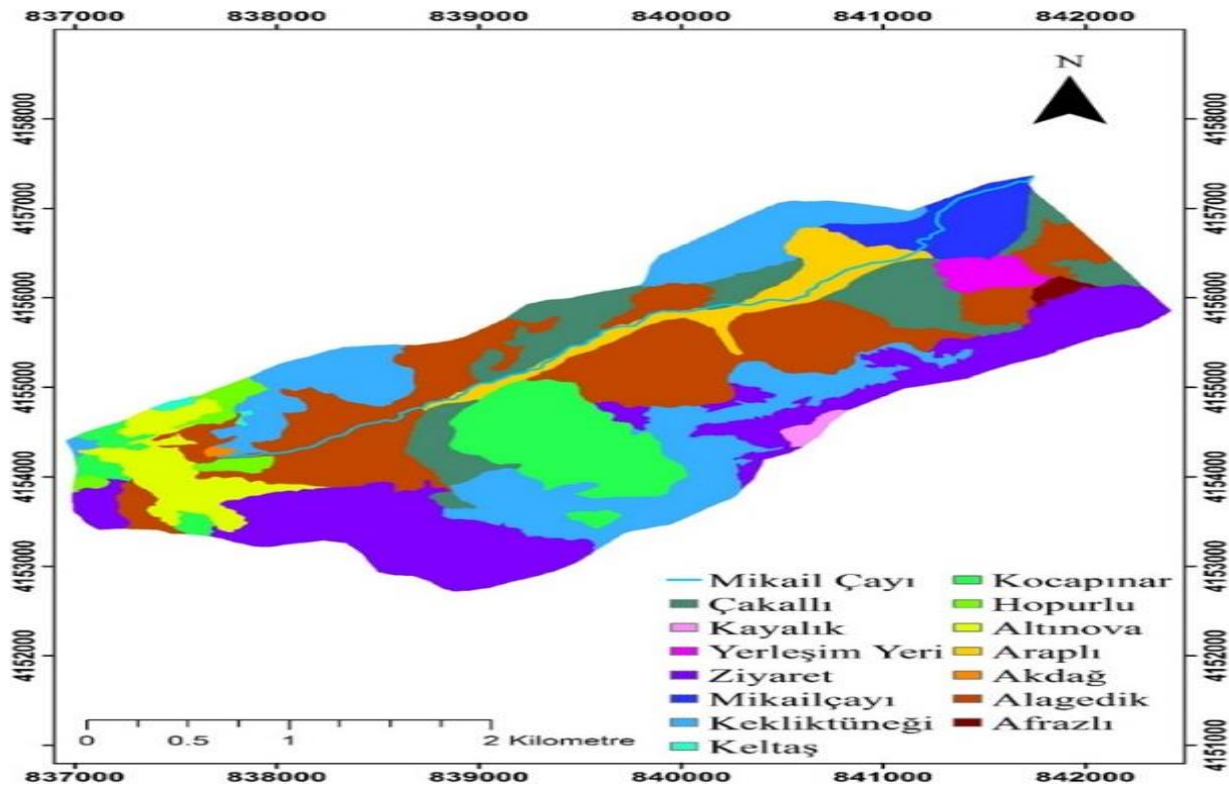
**Mikail Çayı havzası toprak serileri yayılım alanları:**

Havza toplam alanının %24.08'ini Alagedik serisi kaplarken bunu %19.61 ile Kekliktüneği serisi ve %19.07 ile Ziyaret serisi izlemektedir. Havza alanı içinde en az yer kaplayan toprak serisi %0.12 ile Akdağ serisidir. Mikailçayı Mikro havzası içinde tanımlanan toprak serilerinin oransal dağılımları Çizelge 4'te verilmiştir.

Havza içinde en yüksek alana sahip olan Alagedik serisi, tüm çalışma alanına dengeli bir şekilde yayılmışken, ikinci en fazla alana sahip olan Kekliktüneği serisi, havzanın yüksek rakımlı orman alanları içinde yayılım göstermiştir. Serilerin havza içinde dağılımlarını gösteren harita Şekil 5'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Toprak serileri alansal dağılımları

Toprak Serisi	Alan (ha)	Oran (%)
Afrazlı	4.96	0.42
Akdağ	1.37	0.12
Alagedik	284.02	24.08
Altınova	52.06	4.41
Araplı	55.66	4.71
Çakallı	129.98	11.01
Hopurlu	15.99	1.35
Kekliktüneği	231.45	19.61
Keltaş	2.38	0.20
Kocapınar	112.46	9.53
Mikailçayı	48.33	4.09
Ziyaret	225.04	19.07
Yerleşim Yeri ve Kayalık	16.51	1.40
<b>Toplam</b>	<b>1180.21</b>	<b>100.00</b>



Şekil 5. Mikail Çayı mikro havzası toprak seri haritası

**Mikail Çayı mikro havzası topraklarının toprak taksonomisine (2014) ve dünya referans sistemine (2015) göre sınıflandırılması:** Mikail Çayı Mikro

Havzasında tanımlanan seriler üzerinde yapılan arazi çalışmaları, morfolojik gözlemler ve laboratuvar çalışmaları sonucunda belirlenen seri

özellikleri ve iklim verileri ışığında çalışma alanı toprakları toprak taksonomisine ve Dünya Referans Sistemine (WRB, 2015) göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 5). Çalışma alanına ait olan iklim verilerine göre Mikro Havzanın toprak nem rejimi “Xeric”, toprak sıcaklık rejimi de “Thermic” olarak bulunmuştur. Tanımlanan seriler Toprak Taksonomisi içerisinde ordo, alt ordo, büyük grup ve alt grup şeklinde sınıflandırılmıştır. Toprak sınıflanması sonucunda, Afrazlı, Akdağ, Araplı, Keltaş, Mikailçayı ve Ziyaret serileri Entisol Ordosunda tanımlanmıştır. Alagedik Serisi Inceptisol Ordosunda, Altınova, Çakallı ve Kekliktüneği Serisi ise Alfisol Ordosunda sınıflandırılmıştır. Havzanın yüksek kil içeriğine sahip Hopurlu ve Kocapınar Serileri de Vertisol Ordosun da sınıflanmıştır. WRB 2015’e göre ise; Altınova ve Çakallı Haplic Lixisols, Çakallı ise Albic Lixisols olarak sınıflandırılmıştır. Alagedik serisi Chromic Cambisols, Hopurlu ve Kocapınar serileri ise Chromic Vertisols olarak sınıflandırılmıştır. Araplı serisi Dystric Fluvisols ve Mikailçayı serisi Eutric Fluvisols sınıfında yer almıştır. Keltaş ve Ziyaret serileri Leptic Regosols olarak sınıflandırılırken, Afrazlı serisi Epileptic Regosols ve Akdağ serisi Endoleptic Regosols olarak sınıflandırılmıştır.

Afrazlı, Akdağ, Araplı, Mikailçayı ve Ziyaret serileri A ve C horizonlarından oluşan, çok az profil gelişimi gösteren topraklardır. Keltaş serisi sadece A horizonuna sahip topraklardan oluşmaktadır. Bu altı serinin Ochric epipedon dışında tanımlayıcı horizonu olmadığından, bu seriler Entisol ordosunda sınıflandırılmıştır. Afrazlı, Akdağ, Keltaş ve Ziyaret serileri alt ordo düzeyinde Orthent olarak sınıflandırılırken, çalışma alanının xeric nem rejimine sahip olmasından dolayı büyük grup düzeyinde Xerorthents olarak sınıflandırılmıştır. Bu topraklar Xerorthents düzeyinde herhangi bir alt grubun özelliğini taşımadıklarından Typic Xerorthents alt grup seviyesinde tanımlanmışlardır. Mikailçayı ve Araplı serileri ise aluviyal ana

materyal üzerinde oluştuklarından Fluvents alt ordosunda sınıflanırken, büyük grup düzeyinde ise Xerofluvents olarak sınıflanmıştır. Bu iki seri Xerofluvents düzeyinde herhangi bir alt grubun özelliğini taşımadığından Other Xerofluvents alt grubu düzeyinde tanımlanmıştır. WRB 2015’e göre, Araplı serisi Dystric Fluvisols, Mikailçayı serisi Eutric Fluvisols olarak sınıflandırılmıştır.

Alagedik serisi, Entisol ordosun da tanımlanan diğer serilere göre azda olsa profil gelişimi gösteren ve Bw horizonuna sahip topraklardır. Üst topraktaki Ochric epipedonun altında profil gelişimini temsil eden Cambic horizonun varlığından dolayı Alagedik serisi ordo düzeyinde Inceptisol olarak sınıflanmıştır. Serinin bulunduğu alan xeric nem rejimine sahip olduğundan alt ordo düzeyinde Xerepts olarak sınıflanırken, büyük grup olarak Haploxerepts ve alt grup olarak da Typic Haploxerepts olarak tanımlanmıştır.

Altınova, Çakallı ve Kekliktüneği serileri Argillic horizonu sahip olduklarından ve bazla doyunluk oranları %30’dan fazla olduğundan Alfisol ordosu olarak tanımlanmışlardır. Alt ordo olarak Xerals ve büyük grup olarak da Haploxerals olarak sınıflanmışlardır. Kekliktüneği serisinin sahip olduğu argillic horizonun kalınlığı 35 cm’den daha az olduğundan Inceptic Haploxerals olarak sınıflanırken, Altınova ve Çakallı serilerinin tüm horizonlarının baz saturasyonları %75’den az olduğu için Ultic Haploxerals alt grubunda sınıflanmışlardır.

Hopurlu ve Kocapınar serileri yüksek oranda kil içerdiklerinden ve toprak profillerinde belirgin kayma yüzeylerine sahip olduklarından Vertisol ordosunda sınıflandırılmıştır. Seriler alt ordo olarak nem rejiminden kaynaklı Xererts, büyük grup olarak da Haploxererts olarak sınıflanmıştır. İki serinin nemli, kuru toprak value ve chroma değerleri alt grup bakımından Chromic Haploxererts özelliklerini taşımaktadır.

Çizelge 5. Mikail Çayı mikro havzası topraklarının sınıflandırılması

ORDO	ALT ORDO	Büyük Grup	Alt Grup	Seri Adı	WRB (2015)
ALFISOL	Xerals	Haploxerals	Ultic Haploxerals	Altınova	Haplic Lixisols
			Inceptic Haploxerals	Çakallı	Albic Lixisols
INCEPTISOL	Xerepts	Haploxerepts	Typic Haploxerepts	Kekliktüneği	Haplic Lixisols
			Chromic Haploxerepts	Alagedik	Chromic Cambisols
VERTISOL	Xererts	Haploxererts	Chromic Haploxererts	Hopurlu	Chromic Vertisols
				Kocapınar	Chromic Vertisols
ENTISOL	Orthents	Xerorthents	Typic Xerorthents	Araplı	Dystric Fluvisols
				Mikailçayı	Eutric Fluvisols
				Afrazlı	Epileptic Regosols
				Akdağ	Endoleptic Regosols
				Keltaş	Leptic Regosols
Ziyaret	Leptic Regosols				

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Mikail Çayı Mikro Havzası topraklarının fiziksel, kimyasal ve morfolojik bazı özellikleri belirlenmiş, sınıflandırılması yapılmış ve seri haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda havza toprakları kireçsiz ve tuzsuz bulunmuştur. Aluviyal ve koluviyal ana materyal üzerinde oluşan toprak serileri çok derin topraklardan oluşurken kuvarsit ana kayası üzerinde oluşan seriler genel olarak sığ topraklardan oluşmaktadır. Kuvarsit ana kayası üzerinde oluşan toprak serileri genel olarak havzanın yüksek ve engebeli yerlerinde bulunduğundan, bu alanlar erozyondan ciddi oranda etkilenmiştir. Çalışma alanının tamamında organik madde içeriği az bulunmuştur.

Havzanın büyük çoğunluğunda taşlılık problemi görülmektedir. Havzanın temel toprak sorunları taşlılık, düşük organik madde, engebeli topografya ve derinlik olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda havza için bazı öneriler getirilmiştir. Bu önerilerin başında, tarımsal faaliyetin yürütüldüğü alanlarda organik maddeyi arttıracak hayvan gübresi veya leonardit takviyesi vb. uygulamalar yapılmalıdır. Havza engebeli bir topografyaya sahip olduğundan, orman ve mera alanlarının tarımsal faaliyete açılmaması erozyonun engellenmesi bakımından oldukça önemlidir. Kültürel işlemler yapılırken, düz ve düze yakın bir eğime sahip aluviyal alanlar dışında toprak koruma önlemlerinin alınması havzanın sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesi açısından gerekli olduğu belirlenmiştir.

**Teşekkür:** Bu çalışmanın verileri Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDK-2019-11716 nolu proje ile desteklenen doktora tezinden elde edilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## Kaynaklar

- Akalan, İ. 1968. Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2021a. Kahramanmaraş ve Tarım. <https://kahramanmaras.tarimorman.gov.tr/Menu/25/Kahramanmaras-Ve-Tarim>, (Erişim tarihi: 02.08.2021).

- Anonim, 2021b. İllere Ait Mevsim Normalleri. <https://www.mgm.gov.tr/veri-degerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=K.MARAS>, (Erişim tarihi: 15.04.2021).
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43(9): 434-438.
- Dengiz, O., Sarioğlu, F., 2011. Samsun ilinin potansiyel tarım alanlarının genel dağılımları ve toprak etüd ve haritalama çalışmalarının önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 241-253.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S. 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Dinç, U., Şenol, S. 2001. Toprak Etüd ve Haritalama, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay, 161.
- Jackson, M.L. 1979. Soil Chemical Analysis-Advanced Course. 2nd Ed, 11th Printing. Published by The Author, Madison.
- Koca, Y.K., Şenol, S., Dingil, M., Öztekin, M.E. 2017. Effect of soil topographic map scale on quality of soil maps in detailed soil surveys of undulated lands. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10): 6266-6271.
- Özbek, H., Dinç, U., Kapur, S. 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Rhoades, J., 1982. Cation Exchange Capacity, Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties (Methods of soil analysis), 149-157.
- Soil Survey Staff, 1960. Soil Survey Staff Soil classification, a Comprehensive System, 7th Approximation U.S. Govt. Print. Office, Washington DC.
- Soil Survey Lab. Staff, 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual, USDA- SCS- NSSC, 42.
- Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th Edition, USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington D.C.
- Şenol, S. 2015. Toprak Etüd Haritalama El Kitabı. Tarım Arazileri Değerlendirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, s. 1-24.
- Whitney, M., 1925. Soil and Civilization. D. Van Nostrand Company, New York.
- WRB, 2015. World reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.