

Hiyerarşik ve K-Ortalama Yöntemleriyle Grid Noktalarının Kümelmesi

Abdullah Kırmızıbiber^{1,*}, Türkey Gökğöz²

¹Atatürk Üniversitesi, Olu Yer Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 25400, Erzurum.

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul.

Özet

Sayısal yükseklik modelleri (SYM) başlıca iki temel üzerine inşa edilmektedir: Grid ve TIN (Triangulated Irregular Network). Grid temelli SYM'lerden TIN temelli SYM'ler elde edilirken, grid noktalarının tamamının TIN modele dâhil edilmesi yerine, önemli grid noktalarının seçilmesi yoluna gidilir. Bu çalışmada, önemli grid noktalarının seçilmesi, bir yapay zekâ problemi olarak ele alınmış ve iki kümeleme yöntemi (hiyerarşik ve K-ortalama) test edilmiştir. Grid noktalarının yükseklikleri ve komşuluk özellikleri esas alınarak toplam on üç adet öznitelik belirlenmiştir. Her bir yöntemle, eşit ağırlıklı öznitelikler ve ağırlıklandırılmış öznitelikler kullanılarak, ikişer uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulamalarda, sınır noktaları hariç 1521 noktadan meydana gelen bir grid temelli SYM kullanılmıştır. Uygulama sonuçları, ekstrem noktaların tamamını seçmeye elverişli kümelerin oluşması bakımından değerlendirildiğinde, ağırlıklandırılmış özniteliklerin kullanıldığı hiyerarşik kümeleme yönteminin uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler

Sayısal Yükseklik Modelleri, Kümeleme, Hiyerarşik, K-Ortalama

1. Giriş

Sayısal yükseklik modelleri (SYM) başlıca iki temel üzerine inşa edilmektedir: Grid ve TIN (Triangulated Irregular Network). Her iki modelin kullanım alanlarını bu yapısal fark belirlemektedir. Örneğin; yerel değişikliklerin önemli olduğu karmaşık arazinin gösterimi için TIN temelli SYM daha uygundur. Çünkü grid temelli SYM arazideki karakteristik noktaları içermeyebilir. Grid temelli SYM ile mekânsal analiz yapmak, TIN temelli SYM ile mekânsal analiz yapmaktan daha kolaydır. Fakat TIN temelli SYM ile mekânsal analiz sonuçları daha doğrudur. Ortofotoların üretimi gibi bazı uygulamalarda grid temelli SYM, gölgelendirilmiş arazi haritaları gibi uygulamalarda ise TIN temelli SYM daha etkilidir.

Grid ve TIN temelli SYM'ler birbirinden tamamen bağımsız modeller değildir. Bunlar birbirine dönüştürülebilir modellerdir. TIN temelli SYM'lerden grid temelli SYM'ler veya grid temelli SYM'lerden TIN temelli SYM'ler elde edilebilmektedir. Grid temelli SYM'lerden TIN temelli SYM'ler elde etmenin kolay yolu, grid noktalarının tamamının TIN modele dâhil edilmesidir. Ancak bu durumda tek biçimli üçgen problemi karşımıza çıkar. Ayrıca, gerekli de değildir. Bu nedenle, önemli grid noktalarının seçilmesi yoluna gidilir. Önemli noktaların hangileri olduğu sorusunun cevabı, her bir noktanın önem derecesinin nasıl belirleneceğine bağlıdır. Burada, bir noktanın önem derecesi ile kastedilen, o noktanın yüzey gösterimine katkısıdır. Bir noktanın yüzey gösterimine katkısı ne kadar fazla ise önem derecesi de o kadar fazladır (Chen ve Guevara, 1987). Bir noktanın önem derecesini belirlemeye yönelik bir dizi yöntem geliştirilmiştir (Gökğöz, 2016). Bununla birlikte, bu yöntemlerin hiçbirinde konu bir yapay zekâ problemi olarak ele alınmamıştır. Oysaki bu işlem ile yapılan özde önemli grid noktalarının bir kümede toplanmasıdır. Bu durum bize kümeleme yöntemlerinin bu konuya önemli katkılar sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Kümeleme, verilerin birbirine benzerliklerine göre gruplaştırılması işlemidir. Bu çalışmada, grid noktalarının birbirine benzerliklerini belirlemede kullanılmak üzere her bir grid noktasında şu soruların cevapları aranmıştır: En yüksek ya da ne düşük kotlu nokta mıdır? Noktadan geçen dört profil (Batı-Doğu, Güney-Kuzey, Güneybatı-Kuzeydoğu, Güneydoğu-Kuzeybatı) boyunca kendisinden bir önceki ve bir sonraki noktadan daha düşük ya da daha yüksek kotlu bir nokta (ekstrem nokta) mıdır? Sekiz komşusu (Doğu, Güneydoğu, Güney, Güneybatı, Batı, Kuzeybatı, Kuzey, Kuzeydoğu) arasında ekstrem nokta(lar) var mıdır? Böylece, her bir grid noktasının on üç özniteliği belirlenmiştir. Grid noktaları bu özniteliklerine göre Hiyerarşik ve K-Ortalama yöntemleri kullanılarak iki kümede (Seçilenler ve Elenenler) toplanmıştır. Ekstrem noktaların kümelere dağılımı incelenerek, ekstrem noktalar ile önemli noktalar arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Yöntem

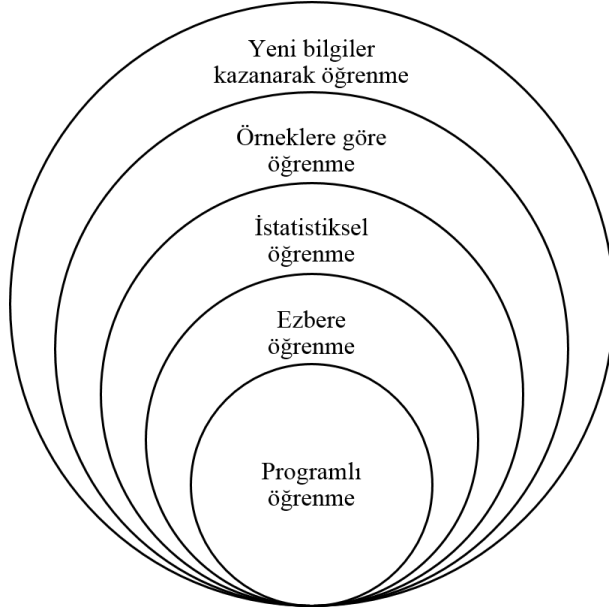
Yapay zekâ, kabaca; bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Nabiyev, 2016).

Öğrenme, bir sistemin çevresine uyum sağlayabilmek için kendi kendini yeniden düzenlemesi olarak nitelendirilebilir. Öğrenmenin farklı türleri ve hiyerarşik bir yapısı vardır. Bilgisayarlı öğrenme de insanlarınkine benzer hiyerarşik yapıya

* Sorumlu Yazar: Tel: (0442)8161666 Faks: (0442)8164479

E-posta: a.kirmizibiber@atauni.edu.tr (Kırmızıbiber A)

sahiptir (Şekil 1). Birinci seviyede en basit tür olan programlanmış öğrenme söz konusudur. İlkel bilgisayar programları bu türdendir. Ardışık emirler neyin yapılması gerektiğini sıralı biçimde ifade etmektedir. İkinci seviye, ezbere öğrenmeye karşılık gelir; her duruma ilişkin tepkiler bir bütün olarak tutulmaktadır. Üçüncü seviyede, istatistiksel öğrenme söz konusudur. Burada sistemin birçok kez çalıştırılması (öğretilmesi) sonucu, tepkilere uygun olan bileşenler belirlenmektedir. Dördüncü seviyede sistem, örneklerle göre genelleştirme yapabilmekte ve öğretmenli öğrenme söz konusu olmaktadır. Beşinci seviyede ise sistem, yeni hipotezler ve durumlar oluşturarak kendi kendine (öğretmensiz veya danışmansız) öğrenebilmektedir. Kümeleme algoritmaları danışmansız öğrenmeye örnek oluşturan algoritmalar (Nabiyev, 2016).



Şekil 1: Bilgisayarlı öğrenme türleri (Nabiyev, 2016)

2.1. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi ilk kez 1939 yılında kullanılmış ve 1960'lı yıllardan sonra kullanımı yaygınlaşmıştır (Anderberg, 1973). Kümeleme analizinin asıl amacı, gruplanmamış verileri benzerliklerine göre gruplandırmak ve araştırmacıya özetleyici bilgiler sunmaktır. Kümeleme analizi bundan başka gerçek tiplerin belirlenmesi, gruplar için ön tahmin, hipotez testi, veriler yerine kümelerin değerlendirilmesi ve aykırı değerlerin bulunması gibi amaçlarla da kullanılmaktadır (Romesbourg, 1984).

Kümeleme analizi, önceden belirlenen seçme kriterine göre birbirine çok benzeyen birey ya da nesnelere (örneğin; anket cevaplayıcıları, ürünler, hastalar ve/veya diğer bağımsız girdiler) aynı küme içinde sınıflandırır. Analizin sonucunda oluşan kümelere kendi içindeki türdeşlik (homojenite) ve kümeler arasındaki heterojenlik çok yüksektir. Yani, bir kümeyi oluşturan bireyler/nesnelere birbirleriyle benzerken, diğer kümelerin bireyleriyle/nesnelere benzeşmeyecektir. Sonuçta sınıflandırma başarılıysa küme içindeki nesnelere, geometrik olarak işaretlendiğinde birbirlerine oldukça yakın, farklı kümeler ise birbirlerinden oldukça uzak olacaklardır (Kalaycı, 2006).

Birimlerin benzerliklerine göre kümelere ayrılmasında kullanılacak çeşitli yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan biri, en çok benzer iki birimi aynı gruba atamakla başlayıp tüm birimlerin aynı gruba atanması ile biten hiyerarşik bir yaklaşımdır. Bir başka yaklaşım ise tüm verilerin ortalama değerlerine en yakın değerlere sahip birimlerin aynı kümeye atanmasını esas alan yaklaşımdır (Blashfield ve Aldenferder, 1978). Tüm yaklaşımlarda en önemli ölçüt, kümeler arası farklar ile kümeler içi benzerliklerin maksimum olmasının sağlanmasıdır (Afacan ve Bildirici, 2017).

2.1.1. Hiyerarşik Yöntem

Hiyerarşik kümeleme teknikleri, kümeleri peş peşe birleştirme sürecidir ve bir grup, diğeri ile bir kez birleştirildikten sonra, daha sonraki adımlarda kesinlikle ayrılamaz (Firat, 1997). Hiyerarşik tekniklerin ağaç diyagramları ile gösterilen sonuçlarına dendogram denir (Lorr, 1983). Gruplayıcı ve bölücü olmak üzere iki yöntem mevcuttur.

Gruplayıcı hiyerarşik yöntemde her birim veya her gözlem başlangıçta bir küme olarak kabul edilir. Daha sonra en yakın iki küme (veya gözlem) yeni bir kümede toplanarak birleştirilir. Böylece her adımda küme sayısı bir azaltılır. Bölücü hiyerarşik yöntemde ise süreç gruplayıcı hiyerarşik yöntemin tam tersidir. Bu yöntemde tüm gözlemlerden oluşan büyük bir küme ile işe başlanır. Benzer olmayan gözlemler ayıklanarak daha küçük kümeler oluşturulur. Her gözlem tek başına küme oluşturana kadar işleme devam edilir (Everitt vd., 2001).

Hiyerarşik kümeleme yöntemi aşağıdaki gibi dört adımdan oluşan bir algoritma ile ifade edilebilir.

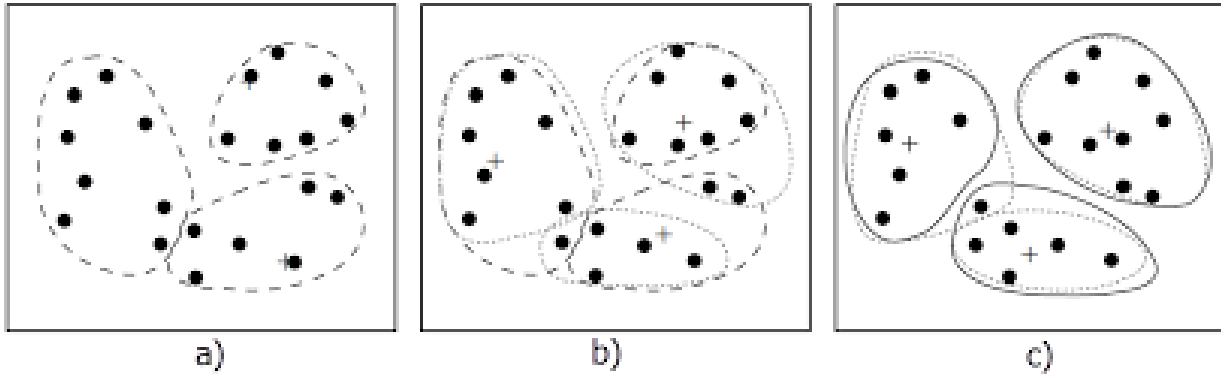
1. n tane birey, n tane küme olmak üzere işleme başlanır.
2. En yakın iki küme birleştirilir.
3. Küme sayısı bir indirgenerek yinelenmiş uzaklıklar matrisi bulunur.
4. 2 ve 3 no.lu adımlar $n-1$ kez tekrarlanır (Tatlıdil, 1996).

Yakınlık ölçütü olarak Euclid mesafesi kullanılmaktadır. Euclid mesafesi dışında Euclid mesafesinin karesi, Manhattan mesafesi, Çebişev mesafesi, vd. kullanılabilir (Nabiyev, 2016).

2.1.2. K-Ortalama Yöntemi

İlk olarak 1967 yılında ortaya atılan bu algoritma, sürekli olarak kümelerin yenilendiği ve en uygun çözüme ulaşana kadar devam eden döngüsel bir algoritmadır (Kalaycı, 2006). K-ortalama algoritmasının genel mantığı n tane veri nesnesinden oluşan bir veri kümesini, araştırmacının ön bilgisine ve tecrübesine dayanarak belirlenen k tane kümeye bölümlenektir. Amaç, gerçekleştirilen bölümlenme işlemi sonunda elde edilen kümelerin küme içi benzerliklerini maksimum ve farklı kümeler arası benzerliklerin minimum olmasını sağlamaktır (Kalaycı, 2006).

İlk önce, k tane rastgele nesne seçilir. Bunların her biri bir kümenin ortalamasını veya merkezini temsil eder. Geri kalan her bir nesne, küme ortalaması ile arasındaki uzaklığa göre, en yakın olduğu kümeye atanır. Daha sonra, oluşan kümelerin her birinin yeni ortalaması (küme merkezleri) hesaplanır. Bu süreç ölçüt işlev yakınsayana kadar tekrar edilir (Şekil 2) (Çetinkaya, 2008).



Şekil 2: K-ortalama algoritması ile kümeleme (Han ve Kamber, 2006)

2.1.3. Benzerlik Ölçütleri: Öznitelikler

Bu çalışmada, grid noktalarının birbirine benzerliklerini belirlemede kullanılmak üzere her bir grid noktasında şu soruların cevapları aranmıştır:

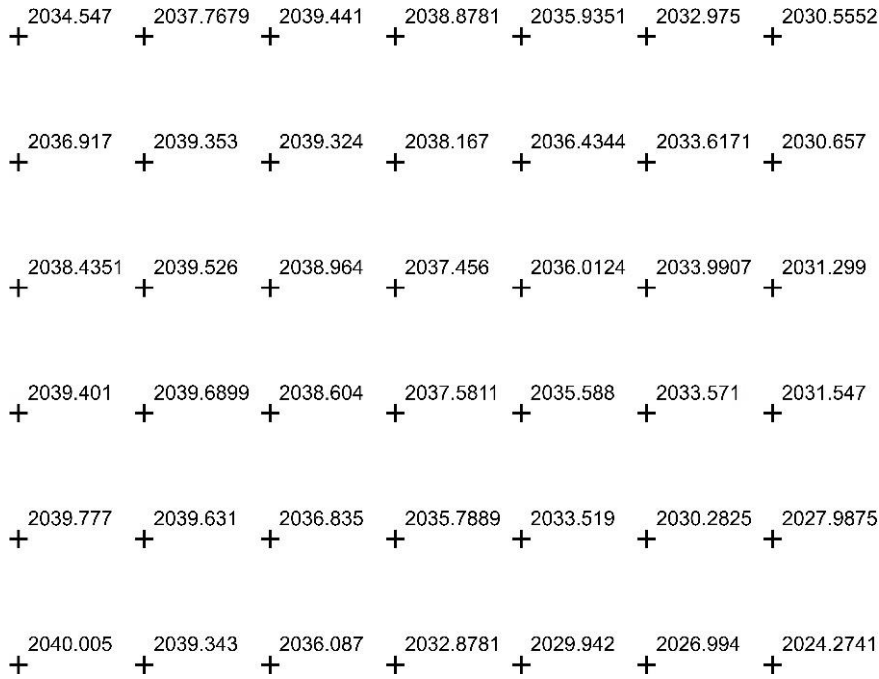
- En yüksek ya da ne düşük kotlu nokta mıdır?
- Noktadan geçen dört profil (Batı-Doğu, Güney-Kuzey, Güneybatı-Kuzeydoğu, Güneydoğu-Kuzeybatı) boyunca kendisinden bir önceki ve bir sonraki noktadan daha düşük ya da daha yüksek kotlu bir nokta (ekstrem nokta) mıdır?
- Sekiz komşusu (Doğu, Güneydoğu, Güney, Güneybatı, Batı, Kuzeybatı, Kuzey, Kuzeydoğu) arasında ekstrem nokta(lar) var mıdır?

Böylece, her bir grid noktasının on üç özneliği belirlenmiştir. Bir grid noktasının sahip olduğu özneliklere 1 (bir), sahip olmadığı özneliklere ise 0 (sıfır) değeri atanmıştır (Tablo 1).

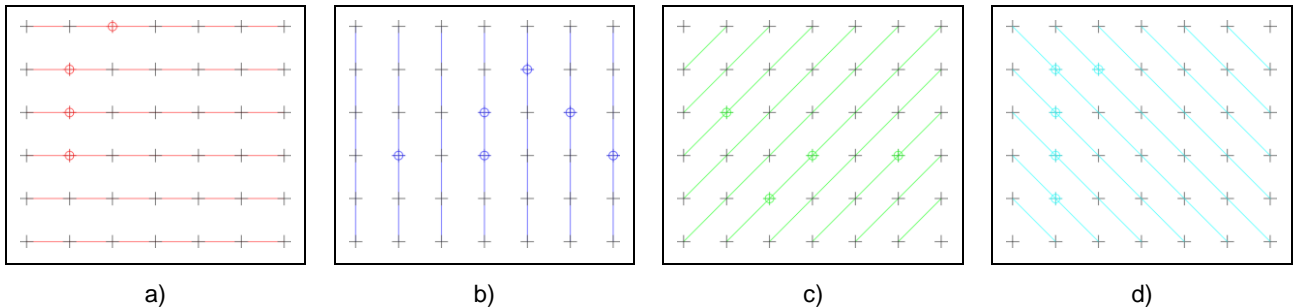
Şekil 3'te, 42 adet grid noktasından meydana gelen bir SYM, her bir grid noktasının yükseklik değeri ile birlikte görülmektedir. Şekil 4a'da Batı-Doğu profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar, Şekil 4b'de Güney-Kuzey profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar, Şekil 4c'de Güneybatı-Kuzeydoğu profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar ve Şekil 4d'de Güneydoğu-Kuzeybatı profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar görülmektedir.

Tablo 1: Grid noktalarının öznelikleri (EY/ED: En Yüksek / En Düşük, D: Doğu, Gd: Güneydoğu, G: Güney, Gb: Güneybatı, B: Batı, Kb: Kuzeybatı, K: Kuzey, Kd: Kuzeydoğu)

Nokta No	Öznelikler												
	EY/ED	Ekstrem Noktalar				Komşu Noktalar							
		B-D	G-K	Gb-Kd	Gd-Kb	D	Gd	G	Gb	B	Kb	K	Kd
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
...
...
...
1521	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0



Şekil 3: Örnek grid noktaları ve yükseklik değerleri

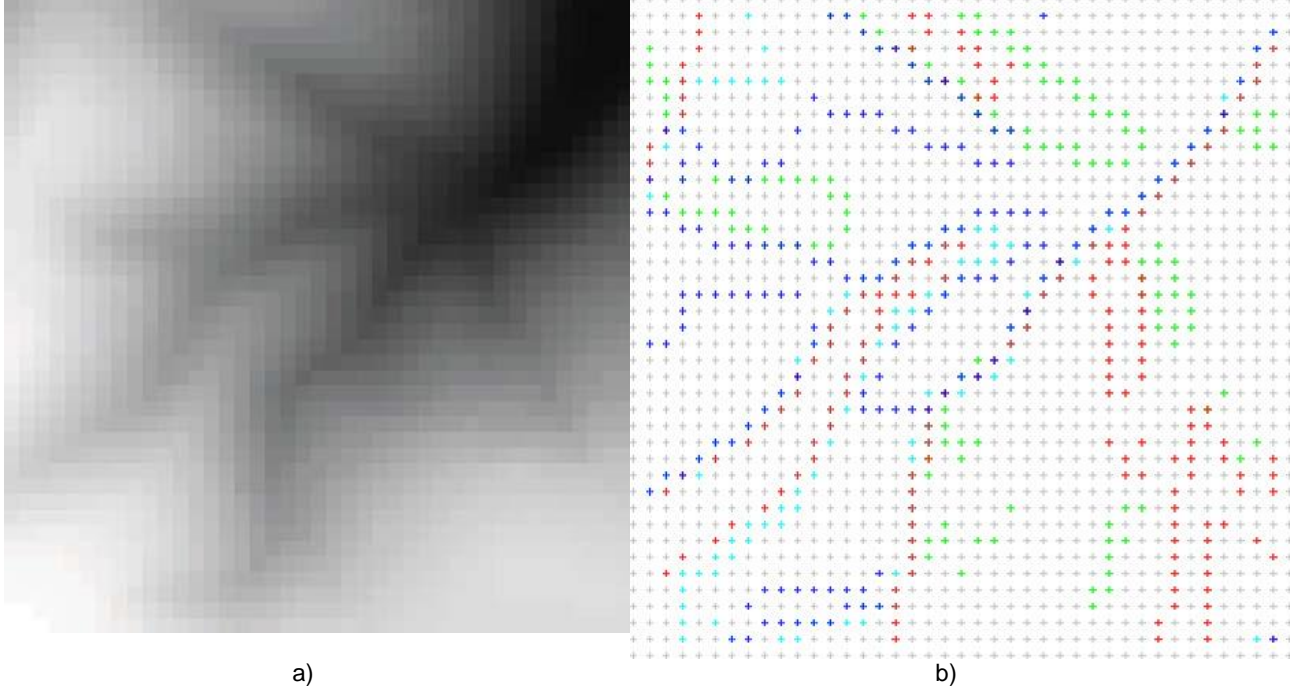


Şekil 4: a) Batı-Doğu profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar, b) Güney-Kuzey profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar, c) Güneybatı-Kuzeydoğu profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar ve d) Güneydoğu-Kuzeybatı profilleri ve bu profiller boyunca belirlenen ekstrem noktalar

2. Uygulama

3.1. Veri

Bu uygulamada Şekil 5a'da görünen grid temelli SYM kullanılmıştır. Bu SYM 10 metre çözünürlüklü olup, 1:5,000 ölçekli standart topoğrafik harita verilerinden türetilmiŐtir ve 1681 adet grid noktasından (41 satır, 41 sütün) meydana gelmektedir. 160 adet grid noktası sınır boyunca yer almaktadır. Sınır noktaları hariç tüm grid noktaları (1521 adet) Bölüm 2.1.3'te açıklanan yaklaŐıma göre incelenmiŐ ve 466'sının ekstrem nokta özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5b). Kümeleme iŐlemlerinde sınır noktaları haricindeki noktalar kullanılmıştır.



Şekil 5: a) Uygulamada kullanılan SYM ve b) Batı-Doğu (kırmızı), Güney-Kuzey (mavi), Güneybatı-Kuzeydoğu (yeŐil) ve Güneydoğu-Kuzeybatı (gök mavisini) profilleri boyunca belirlenen ekstrem grid noktaları

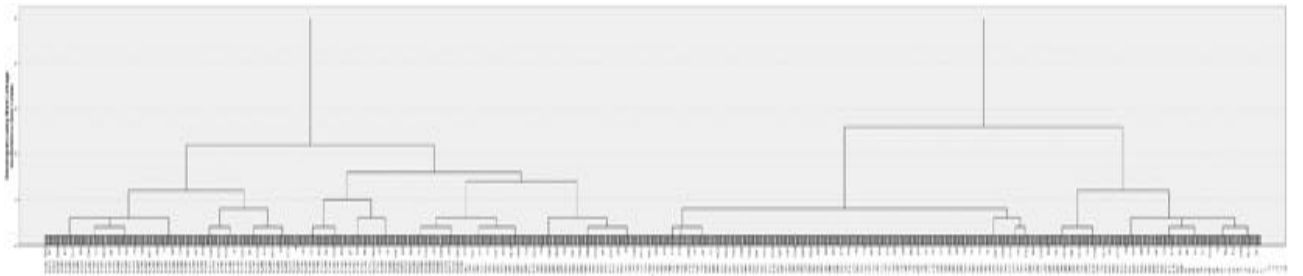
3.2. Hiyerarşik Yöntemle Kümeleme

3.2.1. EŞit AĞırlıklı znitelikler ile Kümeleme

Ekstrem noktalar ile komşu noktaların ağırlıkları eşit kabul edilerek, yakınlık ölçütü olarak Euclid mesafesinin karesi kullanılarak, Ward yöntemine göre kümeleme yapılmıştır. Küme sayısı 2 olarak belirtilmiştir. Kümeleme işlemi sonunda Şekil 6'da görünen dendogram oluşmuştur. Bu kümelerin içerikleri incelendiğinde,

- Birinci kümede, 415'i ekstrem nokta özelliğine sahip toplam 742 nokta ve
- İkinci kümede, 51'i ekstrem nokta özelliğine sahip toplam 779 nokta

olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, ekstrem noktaların tamamı bir kümede toplanmamıştır. Bununla birlikte, grid temelli SYM'den TIN temelli SYM elde etme amacı doğrultusunda, ekstrem nokta sayısına göre, birinci kümedeki noktalar "Seçilenler" kümesine, ikinci kümedeki noktalar ise "Elenenler" kümesine dâhil edilebilir.



Şekil 6: EŞit ağırlıklı öznitelikler ile hiyerarşik kümeleme dendogramı

3.2.2. Ağırlıklandırılmış Öznitelikler İle Kümeleme

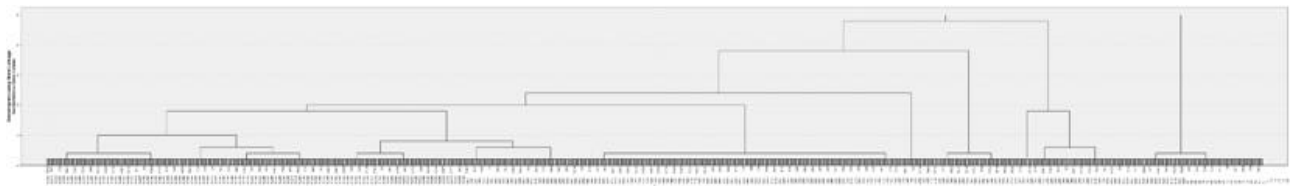
Bu uygulamada, grid noktalarının öznitelikleri, Tablo 2’de görüldüğü gibi, ekstrem nokta özniteliklerine 1 yerine 2 değeri, en yüksek ve en düşük kotlu noktalara da 1 yerine 10 değeri atanarak ağırlıklandırıldıktan sonra, yine yakınlık ölçütü olarak Euclid mesafesinin karesi kullanılarak, Ward yöntemine göre kümeleme yapılmıştır. Küme sayısı 5 olarak belirtilmiştir. Kümeleme işlemi sonunda Şekil 7’de görünen dendogram oluşmuştur. Bu kümelerin içerikleri incelendiğinde,

- Birinci kümede, tamamı ekstrem nokta özelliğine sahip 146 nokta (Güney-Kuzey profilleri boyunca belirlenen ekstrem noktaların tamamı ve en yüksek ve en düşük kotlu noktalar),
- İkinci kümede, tamamı ekstrem nokta özelliğine sahip olmayan 1054 nokta,
- Üçüncü kümede, tamamı ekstrem nokta özelliğine sahip 62 nokta (Güneydoğu-Kuzeybatı profilleri boyunca belirlenen ekstrem noktaların tamamı),
- Dördüncü kümede, tamamı ekstrem nokta özelliğine sahip 149 nokta (Batı-Doğu profilleri boyunca belirlenen ekstrem noktaların tamamı) ve
- Beşinci kümede, tamamı ekstrem nokta özelliğine sahip 110 nokta (Güneybatı-Kuzeydoğu profilleri boyunca belirlenen ekstrem noktaların tamamı)

olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, ekstrem olmayan noktaların tamamı bir kümede, ekstrem noktalar ise geriye kalan dört kümede toplanmıştır. Grid temelli SYM’den TIN temelli SYM elde etme amacı doğrultusunda, ikinci kümedeki noktalar “Elenenler” kümesine, birinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci kümedeki noktalar ise “Seçilenler” kümesine dâhil edilebilir.

Tablo 2: Grid noktalarının ağırlıklandırılmış öznitelikleri (EY/ED: En Yüksek / En Düşük, D: Doğu, Gd: Güneydoğu, G: Güney, Gb: Güneybatı, B: Batı, Kb: Kuzeybatı, K: Kuzey, Kd: Kuzeydoğu)

Nokta No	Öznitelikler												
	EY/ED	Ekstrem Noktalar				Komşu Noktalar							
		B-D	G-K	Gb-Kd	Gd-Kb	D	Gd	G	Gb	B	Kb	K	Kd
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
...
...
...
1521	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0



Şekil 7: Ağırlıklandırılmış öznitelikler ile hiyerarşik kümeleme dendogramı

3.3. K-Ortalama Yöntemiyle Kümeleme

3.3.1. Eşit Ağırlıklı Öznitelikler İle Kümeleme

Ekstrem noktalar ile komşu noktaların ağırlıkları eşit kabul edilerek, yakınlık ölçütü olarak Euclid mesafesi kullanılarak, kümeleme yapılmıştır. Küme sayısı 2, maksimum iterasyon sayısı 10 ve yakınsama kriteri 0.2 olarak belirtilmiştir. Kümeleme işlemi sonunda oluşan kümelerin içerikleri incelendiğinde,

- Birinci kümede, 62’si ekstrem nokta özelliğine sahip toplam 803 nokta ve
- İkinci kümede, 404’ü ekstrem nokta özelliğine sahip nokta, 2’si en yüksek ve en düşük kotlu nokta olmak üzere toplam 718 nokta olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, ekstrem noktaların tamamı bir kümede toplanmamıştır. Bununla birlikte, grid temelli SYM’den TIN temelli SYM elde etme amacı doğrultusunda, ekstrem nokta sayısına göre, ikinci kümedeki noktalar “Seçilenler” kümesine, birinci kümedeki noktalar ise “Elenenler” kümesine dâhil edilebilir.

3.3.2. Ağırlıklandırılmış Öznitelikler İle Kümeleme

Bu uygulamada, grid noktalarının öznitelikleri, Tablo 2’de göründüğü gibi, ekstrem nokta özniteliklerine 1 yerine 2 değeri, en yüksek ve en düşük kotlu noktalara da 1 yerine 10 değeri atanarak ağırlıklandırıldıktan sonra, yine yakınlık ölçütü olarak Euclid mesafesi kullanılarak, kümeleme yapılmıştır. Küme sayısı 2, maksimum iterasyon sayısı 10 ve yakınsama kriteri 0.2 olarak belirtilmiştir. Kümeleme işlemi sonunda oluşan kümelerin içerikleri incelendiğinde,

- Birinci kümede, 187’si ekstrem nokta özelliğine sahip toplam 995 nokta ve
- İkinci kümede, 279’u ekstrem nokta özelliğine sahip nokta, 2’si en yüksek ve en düşük kotlu nokta olmak üzere toplam 526 nokta olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, ekstrem noktaların tamamı bir kümede toplanmamıştır. Bununla birlikte, grid temelli SYM’den TIN temelli SYM elde etme amacı doğrultusunda, ekstrem nokta sayısına göre, ikinci kümedeki noktalar “Seçilenler” kümesine, birinci kümedeki noktalar ise “Elenenler” kümesine dâhil edilebilir.

Yapılan tüm uygulamaların sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Uygulama sonuçları (ED: En düşük kotlu nokta, EY: En yüksek kotlu nokta)

Yöntem	Öznitelik Ağırlığı	Küme	Nokta Özelliği	Nokta Sayısı	Toplam	Seçilen	Elenen	
Hiyerarşık	Eşit Ağırlıklı	1	Ekstrem	414+1 (ED)	742	✓		
			Diğer	326+1 (EY)				
		2	Ekstrem	51	779		✓	
			Diğer	728				
	Ağırlıklandırılmış	1	Ekstrem	144+1 (ED)	146	✓		
				Diğer				1 (EY)
			2	Ekstrem	0	1054		✓
				Diğer	1054			
			3	Ekstrem	62	62	✓	
				Diğer	0			
		4	Ekstrem	149	149	✓		
			Diğer	0				
5		Ekstrem	110	110	✓			
		Diğer	0					
K-ortalama	Eşit Ağırlıklı	1	Ekstrem	62	803		✓	
			Diğer	741				
		2	Ekstrem	403+1 (ED)	718	✓		
			Diğer	313+1 (EY)				
	Ağırlıklandırılmış	1	Ekstrem	187	995		✓	
			Diğer	808				
		2	Ekstrem	278+1 (ED)	526	✓		
			Diğer	246+1 (EY)				

3. Sonuçlar

Grid temelli SYM’lerden TIN temelli SYM’ler elde edilirken, grid noktalarının tamamının TIN modele dâhil edilmesi yerine, önemli grid noktalarının seçilmesi yoluna gidilir. Bu çalışmada, önemli grid noktalarının seçilmesi, bir yapay zekâ problemi olarak ele alınmıştır. Grid noktaları, Hiyerarşık ve K-ortalama yöntemleri kullanılarak, belirlenen on üç öznitelige göre, “Seçilenler” ve “Elenenler” olmak üzere iki kümede toplanmaya çalışılmıştır.

Ağırlıklandırılmış özniteliklerle hiyerarşık kümeleme sonucu ortaya çıkan kümeler hariç, diğer kümelerin ekstrem nokta bakımından homojen olmadığı görülmüştür. Başka bir deyişle, ağırlıklandırılmış özniteliklerle hiyerarşık kümeleme sonucu ortaya çıkan kümeler ya bütünüyle ekstrem nokta özelliğine sahip grid noktalarından ya da bütünüyle ekstrem nokta özelliğine sahip olmayan grid noktalarından meydana gelmişken, diğer yaklaşımlarla elde edilen kümelerde böylesi bir gruplaşma olmamıştır. Ağırlıklandırılmış özniteliklerle hiyerarşık kümeleme sonucu ortaya çıkan kümelerin ekstrem nokta bakımından homojen olması, ekstrem noktalar ile önemli noktalar arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, grid temelli SYM’lerden TIN temelli SYM’ler elde edilirken, önemli grid noktaları belirlemede kullanılacak bir kümeleme yönteminden, ekstrem noktaların tamamını seçmeye elverişli kümeler oluşturması beklenir. Ancak, bu çalışmada, ele alınan iki yöntemden yalnız biri (hiyerarşık kümeleme) bu beklentiyi karşılayabilmiştir.

Kaynaklar

- Afacan, N., Bildirici İ.Ö., (2017), Tematik kartografyada kümeleme analizi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.
- Anderberg, M. R. (1973) Cluster Analysis for Applications, Academic Press, New York.
- Blashfield, R.K., Aldenderfer, M.S. (1978) The literature on cluster analysis, Multivariate Behavioral Research,13, 271-295
- Chen, Z.-T., Guevara, J.A., 1987. Systematic Selection of Very Important Points (VIP) From Digital Terrain Model for Constructing Triangular Irregular Networks, in Proceedings of the Eighth International Symposium on Computer Assisted Cartography (AutoCarto 8); Baltimore, Maryland, USA.
- Çetinkaya, S., (2008), İstanbul'daki binaların veri madenciliği yaklaşımıyla kümelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Everitt, S.B., Landau, S., Leese, M.,(2001) Cluster Analysis, Oxford University Press İnc, 122, New York.
- FIRAT S. Ü.,(1997) Kümeleme analizi istihdamın sektörel yapısı açısından Avrupa ülkelerinin karşılaştırılması, İ.Ü.Sosyal Bilimler Dergisi, 3, 50-59.
- Gökgöz, T., (2016), Sapma açıları ve belirgin üçgen kenarları kullanılarak sayısal yükseklik modellerinden düzensiz üçgen ağlarının türetimi, Harita Dergisi, 156, 1-12.
- Kalaycı, Ş., (Ed.), (2006), SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Evi, Ankara, TR, 426ss.
- Lorr, M. (1983) Cluster Analysis for Social Sciences. San Francisco:Jossey-Bass.
- Nabiyev, V.V., (Ed.), (2016), Yapay zeka: İnsan bilgisayar etkileşimi, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 792ss.
- Romesbourg, C., (1984). Cluster Analysis for Researchers, Belmont: Lifetime Learning Publications.
- Tatlıdil, H., (Ed.), (1996) , Uygulamalı Çok Değişkenli İstatiksel Analiz , Akademi Matbaası, 329-343, Ankara.