

## Antalya Tufa Platolarının Oluşumu ve Jeomorfolojik Özellikleri Origin and Geomorphological Properties of Antalya Tufa Plateaus

\*Nihat DİPOVA, \*\*Mustafa YILDIRIM,

\*Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 07050 Topçular, Antalya,

E-posta: ndipova@akdeniz.edu.tr

\*\*Akdeniz Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,

07050, Topçular, Antalya, E-posta: mus\_yildirim@kablonet.com.tr

### ÖZ

Antalya kentinin de üzerine kurulu olduğu ve 6.30 km<sup>2</sup> alan kaplayan düzlükler dünyanın en geniş tufa (traverten) platosunu oluşturmaktadır. Literatüre "Antalya traverteni" olarak geçen birim, bazı yeni çalışmalarda "tufa" olarak adlandırılmaktadır. Antalya Tufası, deniz seviyesinden itibaren kuzeye doğru basamaklı düzlükler (platolar) halinde gözlenmektedir. Bu platolar; birisi deniz altında olmak üzere 4 ana plato olarak sınıflanmış ve bu 4 plato içinde 10 alt plato ayırt edilmiştir.

Platoların oluşumunda; birincil çökelim süreçleri, yüzey erozyonu ve deniz seviyesi değişimine bağlı gelişen kıyı erozyonu etkili olmuştur. Birinci platonun oluşumu, muhtemelen tünek kaynak hattı modeli ile başlamasına rağmen, egemen olarak gölsel modelle devam etmiştir. Mevcut yüzey şekli, platonun aşınması ve karstlaşması ve sonrasında terra-rosa oluşumu ile gelişmiştir. İkinci plato, denizin aşındırması ile gelişmiş abrazyon platformlarının deniz seviyesinin alçalması sonrasında yüzeye çıkması ile oluşmuştur. Platonun son şekillenmesinde aşınma, paludal ve menderesli nehir çökelleri etkili olmuştur. Üçüncü platoda; yamaçta gelişmiş, mikroteras yapıları, stromatolit kafaları ve bunların aralarında gelişen oolitik tufalar belirlenmiştir. Plato tanımına tam olarak girmeyen bu birimde karst kenar ovası oluşumu da aktif halde gözlenmektedir. Dördüncü plato ise eski bir abrazyon platformu olup deniz seviyesinin tekrar yükselmesi sonucu deniz altında kalmıştır.

Bu çalışmada bölgeye ait sayısal topoğrafik haritalar bilgisayar ortamında analiz edilerek, 3 boyutlu yüzey modeli elde edilmiş, platoların sınırları belirlenmiş ve buna göre sayıları belirlenerek gruplamalar yapılmıştır. Platoların şekillenmesinde etkili olacak jeolojik süreçler irdelenerek tüm platoları kapsayan birleştirilmiş model sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Antalya, plato, sayısal harita, tufa.

### ABSTRACT

Antalya Tufa plateaus, on which Antalya city established, cover 630 km<sup>2</sup> area. Antalya tufa is known as the largest tufa (travertine) deposit all over the world. In the literature it was named as "travertine", however, in some recent papers tufa term is preferred. Antalya tufa is observed as plateaus in increasing elevations northward. These plateaus are grouped into four principal plateaus and ten sub-plateaus.

In the formation of the plateaus, primary depositional, surface erosion and coastal erosion related to sea level change was the most effective models. The first plateau is product of dominantly lacustrine depositional environment, however the first tufa deposition most probably started in perched springline

*model. The present surface was shaped surface erosion and leveling with terra rosa infilling. The second plateau was formed as abrasion platform due to wave erosion. After sea level decrease this abrasion platform became a plateau. In the final planar appearance, paludal and meandering river depositional models played secondary role. In the third plateau, tufa pools, stromatolit heads and oncolites were determined. This unit is not a perfect plateau. Karst marginal plane development is observed in the present. The fourth plateau was formed as an abrasion plateau as well and due to sea level rise it is an undersea plateau in the present.*

*In this study, digital topographical maps were analyzed. 3 dimensional surface model was constructed and boundaries of the plateaus were determined. Geological processes, which are probably effective in plateau formation, were examined and a final unified model was proposed for all the plateaus.*

**Keywords:** Antalya, digital maps, plateau, tufa.

## GİRİŞ

Antalya kentinin üzerinde kurulu olduğu düzlükler 630 km<sup>2</sup> olup dünyanın en geniş tufa (traverten) çökeli özelliğini taşımaktadır (Pentecost, 1995). Literatüre "Antalya travertenini" olarak geçen birim, 1990 lı yıllarda önerilen yeni sınıflama sistemlerine dayanılarak bazı yeni çalışmalarda "tufa" olarak adlandırılmıştır.

Antalya Tufası, Akdeniz kıyısından kuzeye doğru artan yükseltilerde platolar halinde gözlenmektedir. Bu platoların oluşumu için önceki çalışmalarda (Darkot ve Erinç, 1951; Burger, 1990; Glover ve Robertson, 2003); tektonik, birincil oluşumsal, aşınmalı, deniz seviyesi değişimine bağlı erozyon gibi gerekçeler ileri sürülmüştür. Önceki çalışmalarda üç, dört, beş ve on iki olarak gruplanan düzlüklerin birisi deniz altında olmak üzere 4 ana plato olarak sınıflanması ve bu 4 plato içinde küçük yükseklik farklarından oluşan düzlüklerin alt platolar olarak ayıklaması daha yerinde olacaktır. Bu işlemi gerçekleştirmek için bölgenin topoğrafik sayısal haritaları elde edilmiş ve ArcView 3.1 GIS bilgisayar yazılımı kullanılarak arazi sanal ortamda üç boyutlu hale getirilmiştir. Plato düzlemlerini en iyi ortaya çıkaracak yükseklik aralıkları belirlenmiş ve farklı yükseltilerdeki düzlemler ve düzlemler arası şevler ayrılmıştır.

Belirlenen bu plato sınırları uydu görüntülerinde ve arazide kontrol edilmiştir.

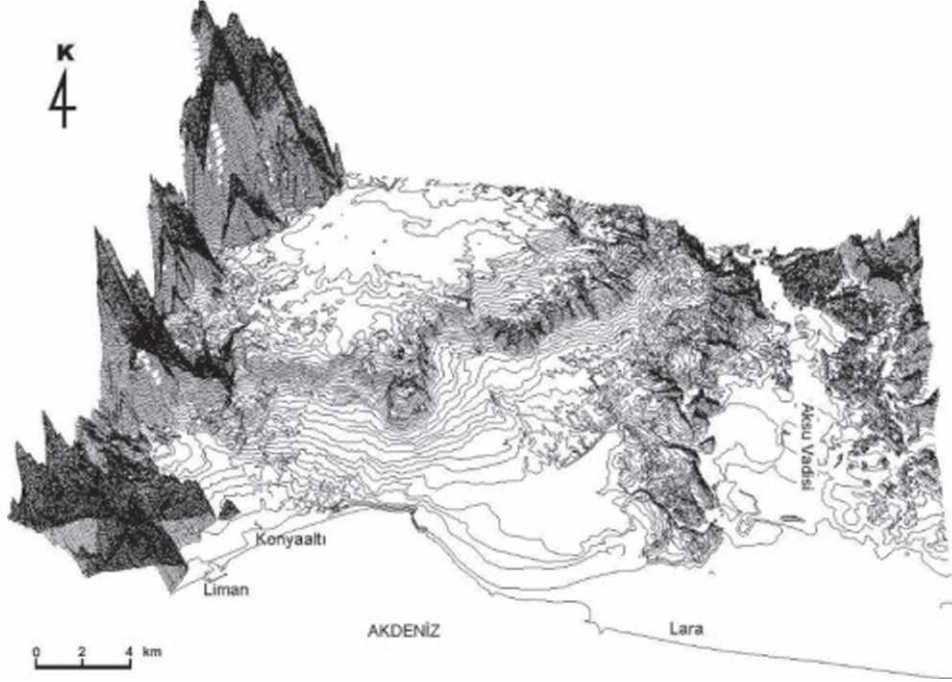
## JEOLOJİ

Önceki çalışmalarda "traverten" olarak tanımlanan kaya birimi, ılık su çökeli olması ve çökeliindeki biyojenik köken nedeni ile, "Antalya Tufası" olarak adlandırılmıştır (Dipova, 2002; Glover ve Robertson, 2003). Tufa birimini çevreleyen kalker ağırlıklı kayalardan, CO<sub>2</sub> içeren bünye suyunca çözünen karbonatlar, yeraltısu yolları ile taşınmaktadır. Yeraltısuyunun yüzeye çıktığı yerlerde ise, CO<sub>2</sub> havaya karışmakta, basınç düşmesi ve mikroorganizmaların etkisi ile kalsiyum, tufa şeklinde çökelmektedir.

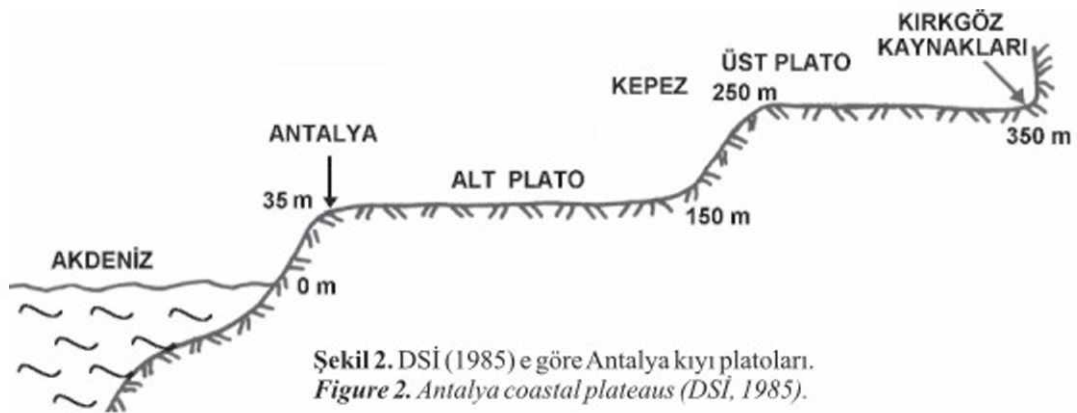
Antalya tufası 4 ayrı çökeltme sisteminde gelişmiştir. Bunlar; gölsel, akarsu, çağlayan ve paludal sistemleridir. Antalya'nın doğusundaki Düden çağlayanında, çağlayan tipi çökeltim gerçekleşmektedir. Düden Çayı'nın denize döküldüğü yerde, çağlayanın arkasında ise düşey perde şeklinde çökeltim yapıları görülmektedir. Düden çayının yatağı bir yatak düzenlemesi ile bu günkü halini almadan önce örgülü nehir sistemi egemendi. Düden Çayı yatağı sürekli değişerek, menderesli ve örgülü nehir çökelleri oluşturmuş ve falezler boyunca farklı alanlarda çağlayanlar

şeklinde denize akmıştır. Bugünkü falçezler boyunca eski çağlayan modeli çökeltim yapılarını görmek mümkündür. Çağlayanların arkasında ve iç kısımlarında irili ufaklı göller oluşmakta, bu göllerden taşan sular yeni küçük çağlayanlıklar oluşturmaktadır. Değişik çökeltme sistemleri, yatay ve düşey boyutta, düzensiz şekilde sıkça

değişiklik göstermektedir. Oluşum modeli kayacın mekanik özelliklerinde de etkili olmaktadır. Farklı dokularda kayalar ve ayrık zemin davranışı gösteren çökeller bir arada olabilmektedir. Bu durum kayacın mühendislik özelliklerinin belirlenmesi öncesi ayrıntılı bir jeolojik model üretilmesini gerekli kılmaktadır.



Şekil 1. Antalya tufa platoları ve Aksu Vadisinin üç boyutlu görünümü.  
Figure 1. 3 dimensional view of Antalya tufa plateaus and Aksu Valley.



Şekil 2. DSİ (1985) e göre Antalya kıyı platoları.  
Figure 2. Antalya coastal plateaus (DSİ, 1985).

## JEOMORFOLOJİ

Antalya tufası, batıda ve kuzeyde Beydağları ile, doğuda Aksu Nehri, güneyde ise Akdeniz ve Akdeniz kıyısında gelişen kıyı düzlükleri ile çevrilidir. Üzerine çökeltim imkanı bulduğu Aksu yarı grabeni (Glover and Robertson, 1998), günümüzde batısı tufa ile sınırlanmış bir vadi niteliğindedir (Şekil 1).

Antalya tufası çökelinin gerçekleştiği Aksu baseninin oluşumu Anadolu Yarımadası'nın tektonik gelişimi ile ilintilidir. Tektonik etkilerle Anadolu bloğunun batıya doğru hareket etmesi ve sıkışma sonucu oluşan yükselme ile Aksu Havzası'nın yarı graben şeklinde açılması neticesinde Antalya'nın batısında alçalma doğusunda ise yükselme olmuştur. Açılan bu yarı graben içinde Antalya Tufası çökelmiştir (Glover and Robertson, 1998). Karasal çökeltim ürünü olan tufa deniz seviyesinin yükselmesi ile deniz altında kalmıştır. Denizel aşınma platoların şekillenmesine katkı sağlamıştır. Holosen sonrası dönemde östatik ve göreceli deniz seviyesi değişimleri bunda rol oynamıştır. Son 15.000 yılda östatik deniz seviyesinin yaklaşık 100 m yükselmesi sonucunda, tufanın güney kısmı (Dördüncü plato) deniz altında kalmıştır. Bu göreceli deniz seviyesi değişimi Antalya'nın batısında Teke yarımadasında batmaya neden olmuştur. Böylece Teke Yarımadası'ndaki eski kara topografyası boğulmuş kıyı yapıları ile koy ve körfezlere dönüşmüştür. Bu koy ve körfezler akarsuların taşıdığı malzemelerle dolmaya başlamış, sonuçta lagünler ile yer yer bataklık alanlı kıyı ovaları gelişmiştir (Öner, 1997). Doğu kısımda ise deniz seviyesi yükselmesi, karadaki yükselmenin daha az hissedilmesine neden olmuştur. Sınırlı birkaç alan dışında lagün oluşumu gerçekleşmemiştir. Doğu kısım, daha çok genç denizel kaya birimlerinin yükselmiş ve yer yer alçak falezli yapıları ile karakterize olmuştur.

## PLATOLARIN SAYISI

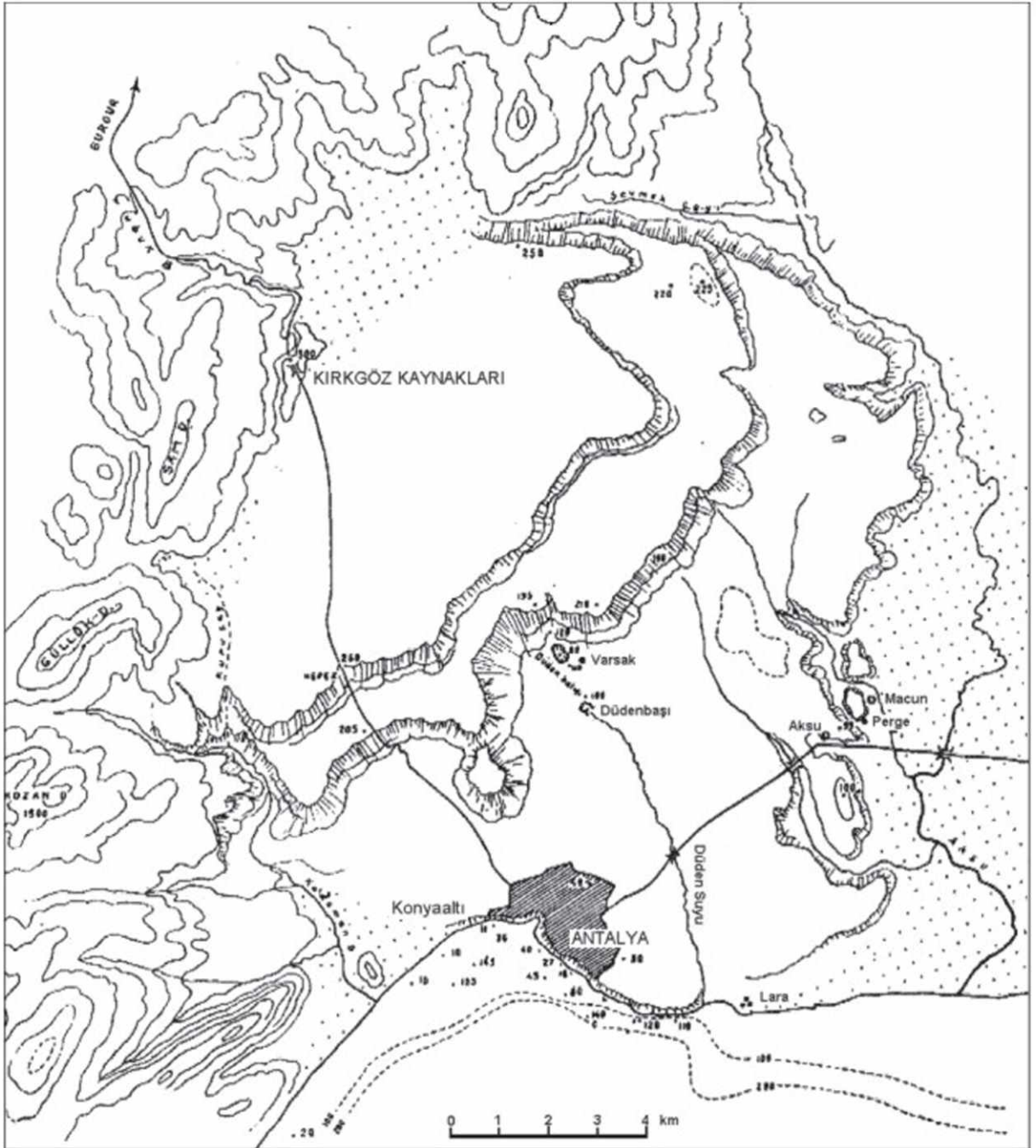
Antalya tufa platoları için farklı çalışmalarda, çalışmanın amacına bağlı olarak, farklı gruplamalar yapılmıştır. Aşağıda önceki çalışmalar özellenmekte, bölüm sonunda ise gerçekleştirilen sayısal harita analizi sonuçları verilerek, platoların sayısı ve bu platoların sınırlarını içeren birleştirilmiş bir model sunulmaktadır.

DSİ (1985) tarafından yapılan "Antalya-Kırkgöz Kaynakları ve Traverten Platosu Karst Hidrojeolojik Özellikleri" çalışmasında platolar ikiye ayrılmıştır. Denizden itibaren 250-350 m kotlar arası için "Üst Plato", 35-150 m kotlar arası için "Alt Plato" tanımlaması yapılmıştır (Şekil 2). Ayrıca deniz altında da bir platonun varlığından söz edilmektedir.

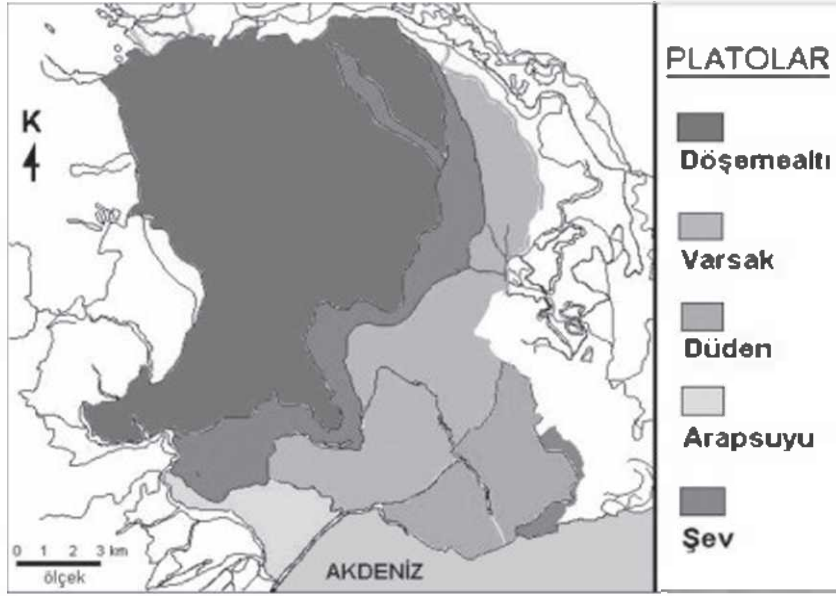
Darkot ve Erinç (1951), Antalya Travertenini (tufa) "Toros eteklerine dayanmış ve birbirinden keskin bir şekilde ayrılmış üç basamaktan mürekkep bir merdiveni andıran taraçalı bir yapı" olarak tanımlamıştır (Şekil 3).

Nossin (1989), SPOT sayısal uydu görüntüleri üzerinde yaptığı değerlendirmeler sonucunda traverten (tufa) platolarını iki ana gruba ayırmıştır. Bu iki grup içinde de biri deniz altında olmak üzere 5 ayrı platoya ayırmıştır (Şekil 4).

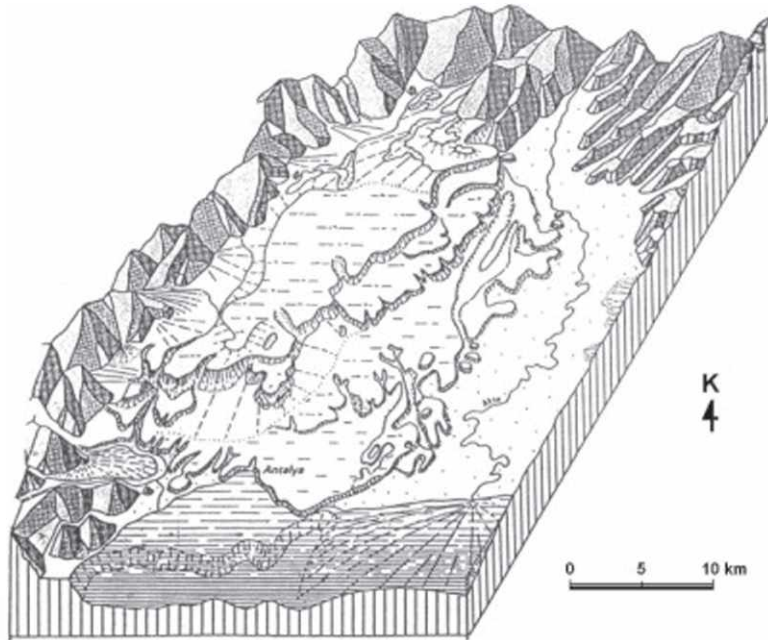
Burger (1990), düzlükleri deniz seviyesinden 110 m kotuna kadar "alt grup", 200 m ile 310 m arasına kadar "üst grup" olmak üzere iki ana gruba, bu iki grubu da kendi içinde 8 alt gruba ayırmıştır (Şekil 5).



Şekil 3. Darkot ve Erinç (1951) e göre Antalya kıyı platoları.  
 Figure 3. Antalya coastal plateaus (Darkot ve Erinç, 1951).



Şekil 4. Nossin (1989)'e göre Antalya kıyı platoları.  
Figure 4. Antalya coastal plateaus (Nossin, 1989).



Şekil 5. Burger (1990)'e göre Antalya kıyı platoları.  
Figure 5. Antalya coastal plateaus (Burger, 1990).

### Sayısal Harita Analizi

Yukarıda özeti verilen önceki çalışmalardaki bulgular; yayınların yapıldığı dönemin teknolojik olanakları ölçüsünde ve çoğunlukla gözlemsel değerlendirmeler ile elde edilmiştir. Bu çalışmada, sayısal haritaların bilgisayar ortamında analizi sonucunda daha hassas bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Antalya tufa platolarını içine alan, 1:25000 ölçekli, O25a4, O25a3, O25b4, O25b3, O25b2, O25b1, O25a2, O25a1, O24b2, N25d4, N25d3, N25c4, N25c3 paftaları birleştirilmiş ve ArcView 3.1 GIS bilgisayar programında ArcView 3D Analyst modülü kullanılarak çalışma bölgesinin TIN (Triangulated Irregular Networks) yüzey modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yüzey modeli raster formata (grid) dönüştürülmüş ardından z faktörü 10 alınarak 3 boyutlu yüzey modeli elde edilmiştir. Arazi gözlemleri de dikkate alınarak plato ve şev sınırları belirlenmiştir. Tüm platoları içine alan bölge için bir eğim haritası hazırlanarak şevli bölgeler belirlenmiştir. Platoları hassas bir şekilde ortaya çıkaracak yükselti belirlenmiş ve 3 boyutlu blok diyagram üzerinde sunulmuştur (Şekil 6). Çizelge 1 de ise elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Birinci ve ikinci platolar ve bunların alt grupları sadece yükseklik farklarına göre

belirlenmiştir. Üçüncü grup ise diğerlerine göre plato özelliği sunmamakla birlikte ayrı bir grup olarak ele alınmıştır. Oluşum biçimi ve jeomorfolojik yapısı nedeni ile bu ayırım uygun görülmüştür. Dördüncü düzlük ise Antalya platolarını çalışan tüm araştırmacıların ortak görüşte birleştikleri şekilde deniz seviyesi yükselmesi sonucu deniz altında kalmış bir platodur. Sayısal harita, uydu verisi ya da doğrudan gözlem olanaklı olmadığından bu plato sınırları batimetri haritası yardımı ile belirlenmiştir (Şekil 7).

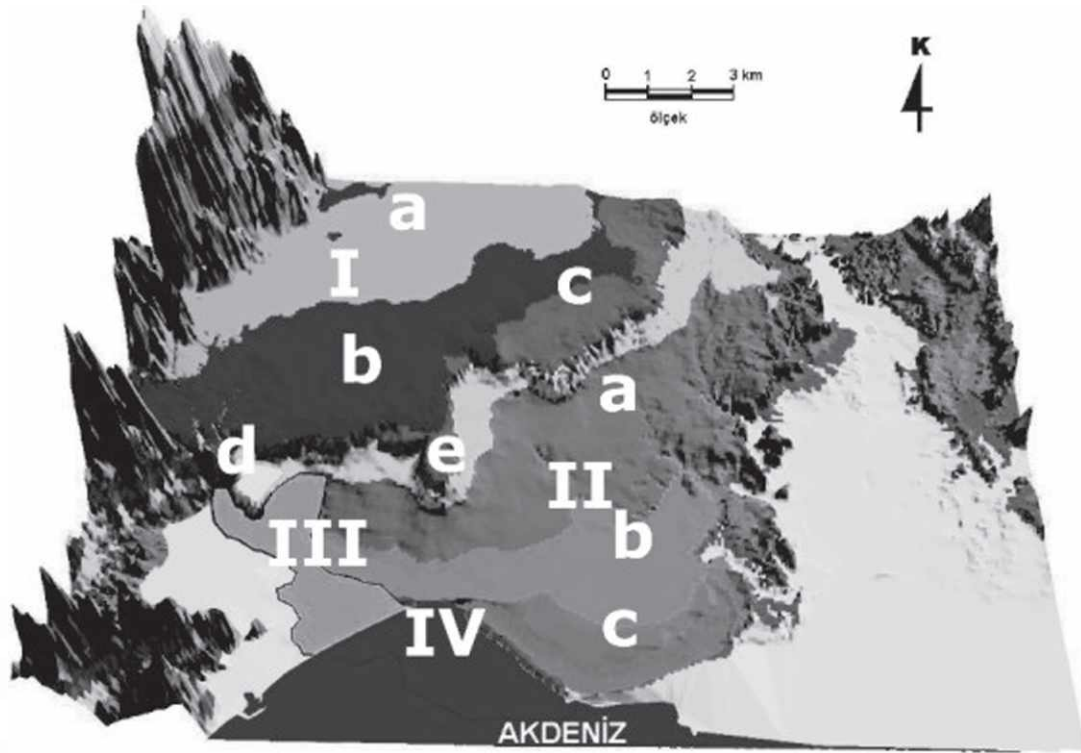
### PLATOLARIN OLUŞUMU

Antalya tufasının basamaklı yapısı çeşitli araştırmacılar tarafından (Darkot ve Erinc, 1951; Burger, 1990; Glover ve Robertson, 2003) incelenmiştir. Bu görüşler aşağıda özetlenmiştir. Platoların oluşumu ile ilgili yorumlar yapılmamakla birlikte Pedley (1990) tarafından oluşturulan tufa oluşum modellerinin Antalya Tufası için uyarlanması amacı ile yapılmış çalışmaların (Dipova, 2002; Glover ve Robertson, 2003) plato oluşumu açısından değerlendirmeleri de yapılacaktır. Ayrıca platoların şekillenmesine katkı koyma ihtimali açısından tektonik gerekçeler de irdelenecektir. Bölüm sonunda tüm bu değerlendirmeler ışığında birleştirilmiş model sunulacaktır.

**Çizelge 1.** Antalya tufasında sayısal harita analizi sonucu belirlenen platolar.

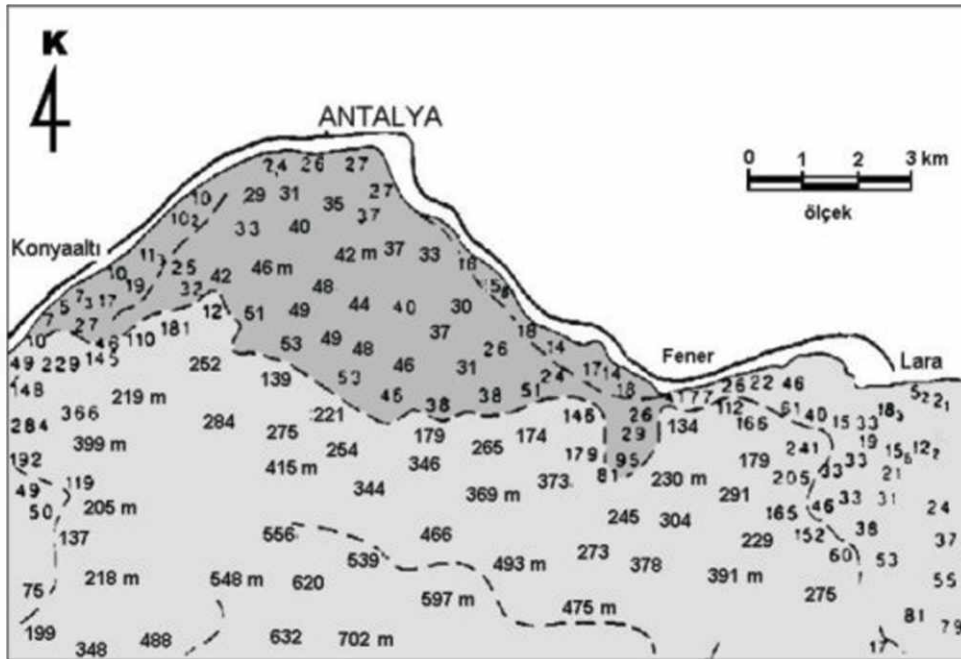
**Table 1.** Plateaus of Antalya Tufa determined as a result of analysis of digital map.

NO	ANA PLATO	Alt Plato	Yükseklik (m)	
1	BİRİNCİ PLATO	a	Kırkgöz	280-...
		b	Döşemealtı	250-280
		c	Masadağı	240-250
		d	Kızıllı	200-220
		e	Aşağıkaraman	130-140
2	İKİNCİ PLATO	a	Varsak-Kepez	60-100
		b	Meltem-Koyunlar	45-60
		c	Düden	35-45
3	ÜÇÜNCÜ PLATO	Arapsuyu		
4	DÖRDÜNCÜ PLATO	Denizaltı Platosu	(-25)-(-50)	



Şekil 6. Sayısal harita analizi sonucu elde edilen plato sınırları.

Figure 6. Boundaries of plateaus determined from analysis of digital maps.



Şekil 7. Batimetri haritasından elde edilen deniz altı platosu.

Figure 7. Undersea plateau determined from bathymetry map.



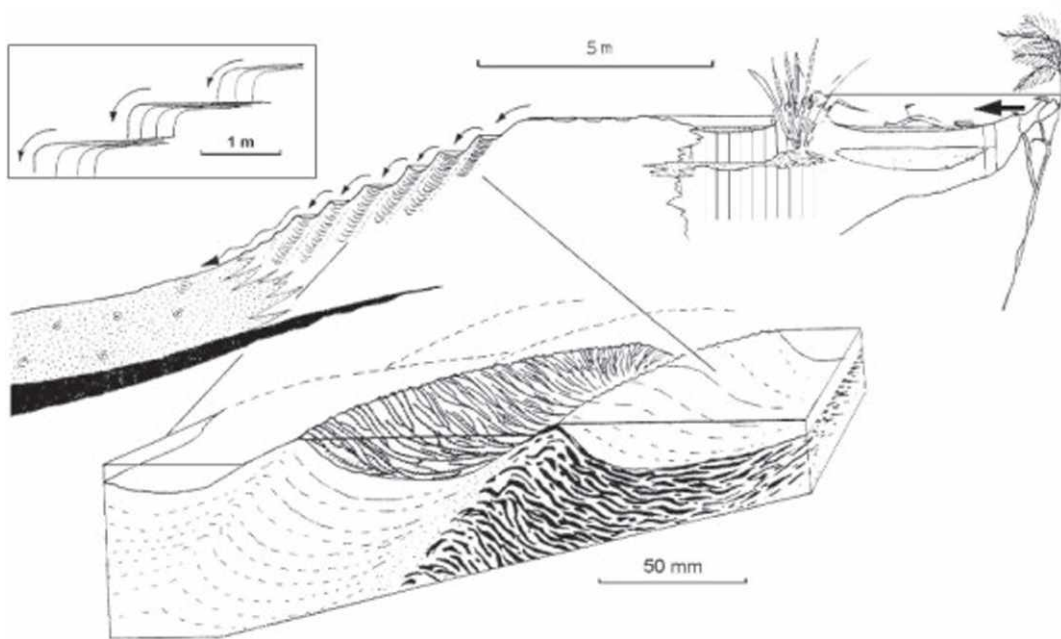
### Birincil Oluşum:

Bu bölümde Pedley (1990) tarafından geliştirilen ve Dipova (2002) ve Glover ve Robertson (2003) tarafından Antalya tufasına uyarlanan tufa oluşum modellerinin tufa düzlüklerinin oluşumundaki rolü irdelenecektir.

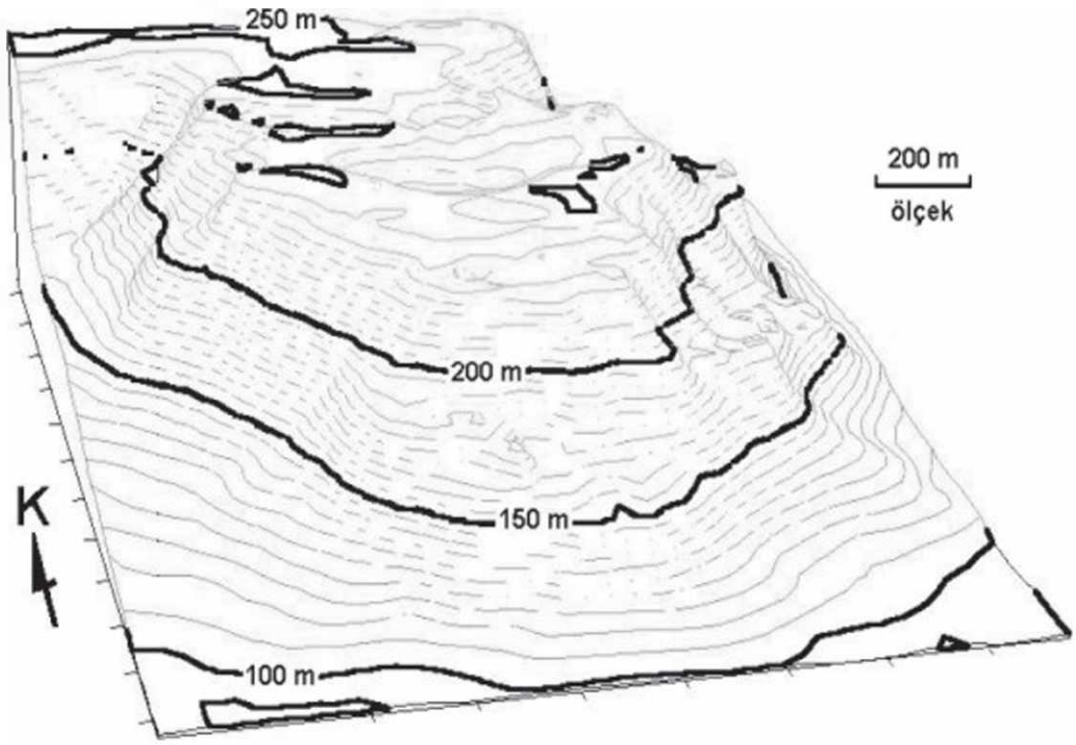
a) Gölsel çökeltme ortamı: Geniş gölsel ortamlarda yatay ve yataya yakın, kalın tabakalı masif tufa çökeltimi mümkün olmaktadır. Birinci ve ikinci platoda açılan derin kazılarda bu türde tufa tabakaları belirlenmiştir. Glover ve Robertson (2003) özellikle birinci platonun kaynak (Kırkgözler) kotuna yakın oluşu nedeni ile, bu platonun gölsel kökenli birincil oluşumsal olduğunu savunmaktadır. Burger (1990) aşınma izleri nedeni ile bu platoyu erozyonel olarak tanımlasa da kaynak kotu ile karşılaştırıldığında bu erozyonun fazla olmadığı görülmektedir.

b) Tufa havuzcukları içinde çökeltim: Pedley (1990) da tanımlanan tünek kaynak hattı modeli, bir yamaçta gelişen ve üzerinde kurna şekilli

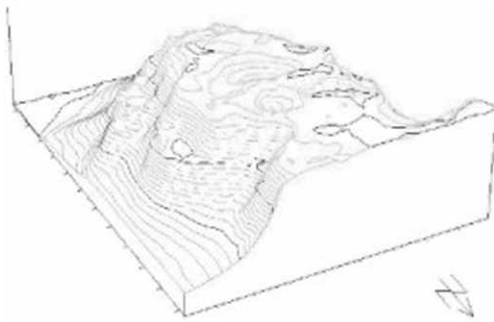
gölcüklerde tufa çökeltiminin gerçekleştiği bir modeldir (Şekil 8). Bu şekilde oluşumda, planda yelpaze, kesitte ise kama şekilli oluşum genişleyerek üzeri düzgün bir şekle dönüşür. Bu model Antalya'dan iyi bir örnek, adını bir masa şeklini andırdığı için alan, Masadağı'dır. Üstteki düz görünüm ayrıntılı incelendiğinde kurna şekilli çukurluklardan oluştuğu görülmektedir. Bu çukurlar 400 m genişliğe, 30-35 m derinliğe kadar ulaşmaktadır. 1:25.000 lik topografik haritada Recep Çukuru, Armutlu Çukuru, Geyikli Çukur, İnceler çukuru gibi adlar verilmiştir. Bu alan günümüzde yapılaşmaya açılmıştır. Ancak eski tarihli topografik haritadan yararlanılarak üç boyutlu modellenenmiştir (Şekil 9). Burger (1990) bu oluşumlara "traverten baseni" adını vermiş ve bunları "birincil oluşumsal" olarak değerlendirmiştir. Bu sistemdeki oluşum tipi, bir yamaçta gelişen tufa oluşumu için başlangıç teşkil etmesi açısından önemlidir. Ancak üzerindeki düzlük genişleyip eğim azaldığında, yerini geniş gölsel ortamlara yada akarsu modellerine bırakmaktadır.



Şekil 8. Tünek kaynak hattı oluşum modelinde kurna çökeltimi ile düzlüklerin oluşması Pedley (1990).  
Figure 8. Precipitation in ponds and formation of plateaus in perched springline model Pedley (1990).



(A)



(B)



(C)

Şekil 9. Masadağı üzerinde düzlük oluşumu ve kurna çukurları.  
Figure 9. Plateau formation on Masadağı and empty tufa ponds.

c) Çağlayan tipi oluşum modeli: İrili ufaklı göllerde tufa çökelişi sürerken, yamaç aşağı gölü sınırlayan setlerden taşan su çağlayanları oluşturur. Çağlayanların yüksek enerjili ve türbülanslı ortamında fiziko-kimyasal ve biyojenik çökeliş ile düşey tufa perdeleri oluşabilir (Şekil 10). Bu perdelerin ön sahanlığında düzlük oluşabilir. Ancak bunlar

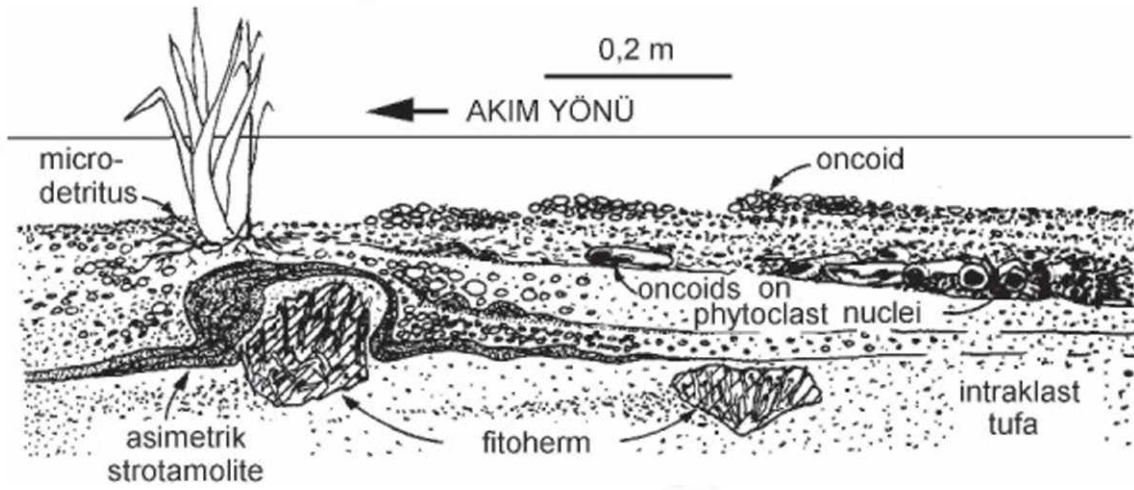
deniz kıyısında aşınma sonucunda korunamadıklarından jeolojik kayıtlara girememektedir. Bunlar, Antalya tufasında plato oluşturacak önemde değildirler. Şekil 11' de görülen ve 1930' larda mevcut olan düşey perde çağlayan tipindeki tufa çökelleri günümüzde gözlenmemektedir.



**Şekil 10.** Fener mevkiinde çağlayan tipi tufa oluşumu.  
**Figure 10.** Cascade model tufa formation around Fener region.



**Şekil 11.** Paşakavaklar mevkiinde 1930' lara kadar aktif olan çağlayanlar.  
**Figure 11.** Cascade environment which was active until 1930s around Paşakavaklar region.

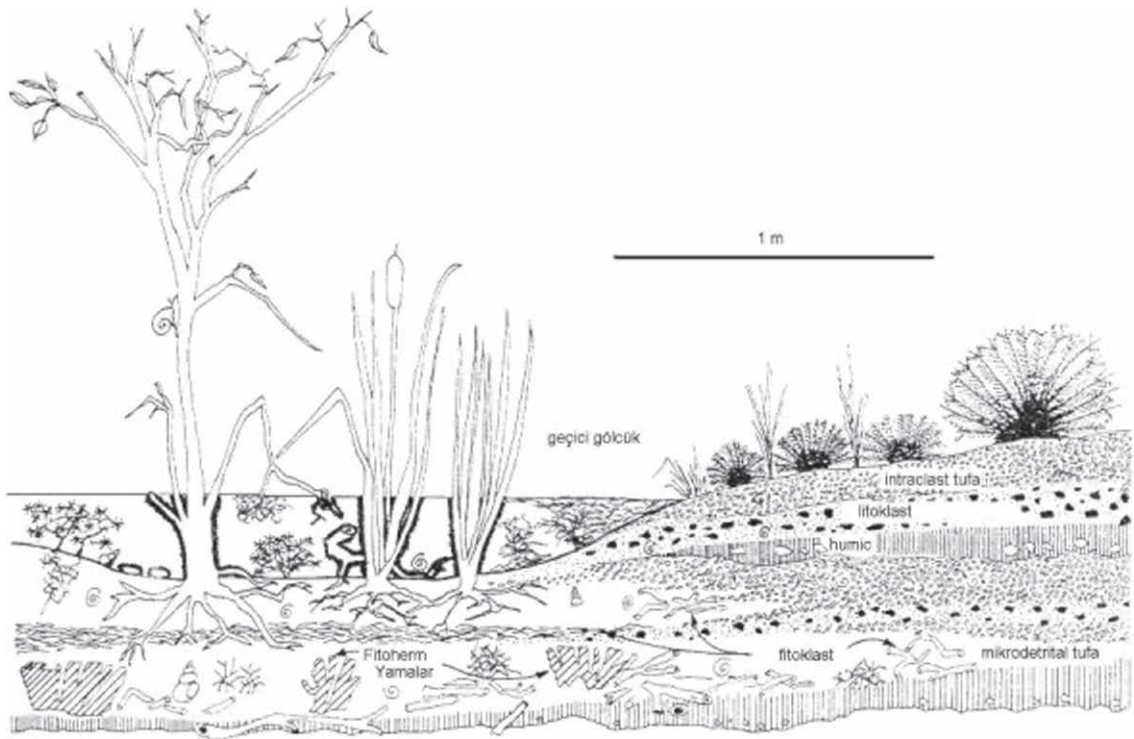


Şekil 12. Örgülü akarsu ortamında tufa oluşumu (Pedley, 1990).

Figure 12. Tufa formation in braided river environment (Pedley, 1990).

d) Menderes yada örgülü nehir modeli: Tufalar, diğer çökelim sistemleri ile belli bir kalınlığa ulaştıktan sonra, havza içinde taşınan tufa kırıntıları akarsu ortamında tekrar çökebilir (Şekil 12). Tufa tanecekleri (litoklast), hidrolik eğimin düşük olduğu alanlarda menderesli ya da örgülü nehir biçiminde çökerek geniş düzlükler oluşturabilirler (Pedley, 1990). Bu çökelim biçimi özellikle ikinci platonun üst seviyelerinde (Düden Alt Platosu) gözlenmektedir. Düden Çayı 19. yüzyılın sonlarında yatak düzenlemesi ile islah edilene kadar Düden platosu üzerinde düzensiz akmış ve menderesli nehir sisteminde tufa çökelimi gerçekleşmiştir. Düden alt platosundaki intraklast ve litoklast tufalar menderesli nehir çökelim sistemi ürünüdürler. Açılan araştırma çukurlarında intraklast tufa içinde fitoklast parçaları, onkoidler ve çapraz tabakalanma yapılarına rastlanmaktadır. Bu tür çökeller mühendislikte de sorunlu zemin olarak değerlendirilen "çökebilin zemin" olarak tanımlanmaktadır (Dipova, 2002).

e) Paludal oluşum modeli: Tufa havzası içinde küçük kanallarla beslenen küçük ve çoğunlukla geçici gölcüklerde tufa oluşumu devam edebilmektedir. Bu tür gölcüklerde fazla su çoğunlukla tahliye olmamakta ve tabandan sızmaktadır. Gölcük içindeki biyolojik aktivite suyun pH'ını değiştirerek tufa çökelimine neden olmaktadır (Şekil 13). İnceleme alanında açılan araştırma çukurlarında intraklast tufa katmanları içinde fitoklastlar yaygın olarak gözlenmektedir. Bu tür gölcükler tufa çökelimi ile dolmakta, bu mekanizmanın yanıl yayılım göstermesi ile de düzlükler oluşmaktadır. Düden alt platosunun üst tabakanın oluşumunda bu çökelim modeli önemli yer tutmaktadır. 1930 lu yılların topoğrafik haritalarında göl ya da bataklık olarak gösterilen alanlar günümüzde imara açılmış ve bu alanlardan birine Göl Mahallesi adı verilmiştir. Günümüzde Düden nehri yakınlarında birkaç küçük gölcükte bu model aktif olarak gözlenebilmektedir (Şekil 14).



Şekil 13. Paludal ortamda tufa oluşumu (Pedley, 1990).

Figure 13. Tufa formation in the paludal environment (Pedley, 1990).

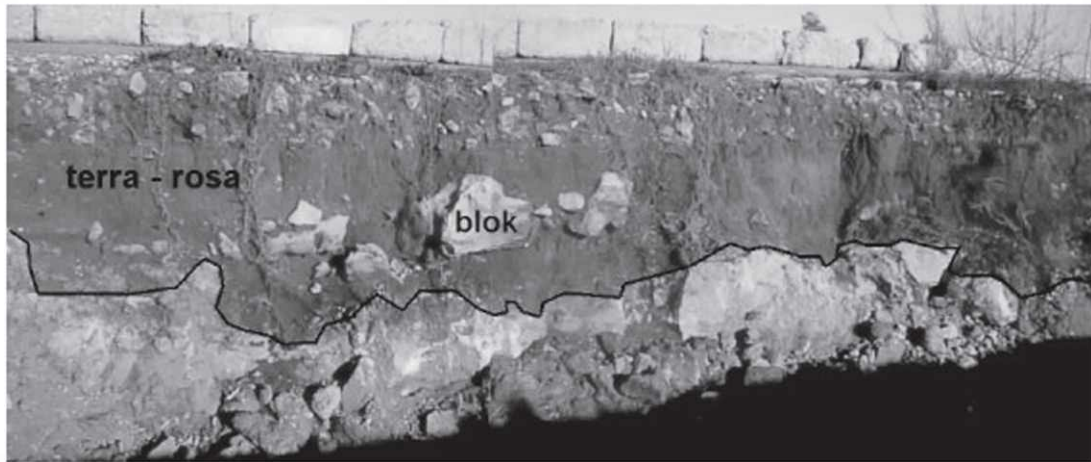
### Karstlaşma

Karbon dioksit ( $CO_2$ ) yağmur suyu ile birleşerek karbonik asiti oluşturur. Karbonik asit yüzeyden kaya ile temas ettiğinde karbonat kayaç erimeye başlar. Görel olarak zayıf bölümler daha fazla erir. Erimeyen artık (rezidüyel) bileşenler terra rosa türü toprağı oluşturur. Demir, alüminyum, manganez, kırıntılı taneler içeren kalıntı topraklar karstik boşluklarda çukurluklarda birikirler (Şekil 15). Bu yolla yüzey tesviye olur. Burger (1990) birinci platonun düzlük görünümünü bu prosese bağlamaktadır. Ancak Kırkgözler kaynağı kotuna yakınlığı düşünüldüğünde bu platonun birincil çökelim modeli sonucu düzlük olduğu, yüzey erozyonu ile de kotunun düştüğü daha uygun görülmektedir.



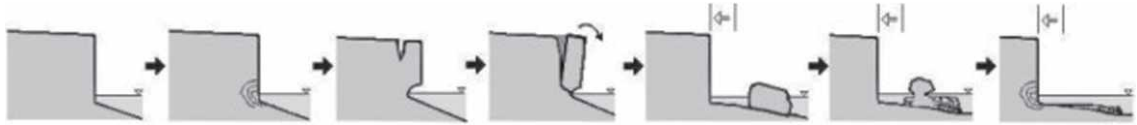
Şekil 14. Antalya Düden Çayı yakınlarında aktif bir paludal ortam.

Figure 14. An active paludal environment near to Düden Stream.



Şekil 15. Karstlaşma ve terra rosa çökelişi ile yüzey tesviyesi.

Figure 15. Surface levelling as a result of karstification and terra-rossa deposition.



Şekil 16. Kıyı erozyonu sonucunda abrazyon platformu şeklinde düzlük oluşumu.

Figure 16. Plateau formation as abrasion platform as a result of coastal erosion.

### Kıyı Erozyonu

Deniz suyu kıyıdaki kayalarda aşınmaya ve sonuçta falez oluşumuna neden olmaktadır (Emery and Khun, 1982). Antalya falezlerinin oluşumunda da kıyı erozyonu etkili olmuştur (Dipova, 2003). Kıyı yamaçları dalga aşındırmasına maruz kaldığında falez oluşturmakta ve sonrasında da falez gerilemesi gerçekleşmektedir. Bu yolla deniz altında abrazyon platformu oluşmaktadır (Şekil 16). Deniz su seviyesi düştüğünde ise bir plato ortaya çıkmaktadır. Darkot ve Erinç (1951) mevcut falezlerin önünde derinliğin birden 100-200 m yi bulması ve abrazyon platformunun gelişmemiş olması nedenleri ile falezlerin günümüzdeki kıyı erozyonu ile şekillenmediğini savunmakla birlikte, platoların farklı deniz seviyelerinde normal aşınım dalgaları ile işlenmiş döngüsel (cyclic) aşınım düzlükleri olduğunu kabul etmektedir.

Deniz seviyesinde gelişen bir diğer oluşum

ise karst kenar ovalarıdır. Burger (1990) deniz aşındırmasına ek olarak deniz seviyesinde yeraltısuyunun yüzeye çıktığı alanda tufa içinde geriye doğru bir erozyonun da platoların oluşumunda etkili olduğunu savunmaktadır. Bu model günümüzde Arapsuyu platosunda gözlenebilmektedir. Bu birimde yeraltısuyu seviyesinde kaynaklar çıkmakta ve geriye doğru erozyon sonucu kanyonlar oluşmaktadır. Arapsuyu kaynağı ve Olbia antik yerleşiminin bulunduğu kanyon bu mekanizmaya örnektir.

### Platoların Oluşumunda Tektonizmanın Etkisi

Tufa kütlesi içinde kırık hatlarına rastlanmaktadır. Bazı boşluklar sistematik olarak bir hat üzerinde bulunmaktadır. Ayday ve Dumont (1979) Antalya yöresine ait Landsat uydu görüntülerini inceleyerek çizgisellikler belirlemişler ve bunların Miyosen sonrası genç tektoniğe bağlanabileceğini, taban kayadaki

fauların üzerine traverten (tufa) çökeldikten sonraki izleri olduğunu belirtmişlerdir. Koçyiğit (1984) ise bu çizgisellikleri Ege hendeği boyunca oluşan çekme tektoniği rejimi sonucunda oluşan blok faylanmaya bağlamaktadır. Glover ve Robertson (2003) ise tufanın çökeldiği Aksu Havzası'nın oluşumunu Orta Anadolu'daki yükselmeye bağlı blok faylanmasına ve yarı graben gelişimine bağlamaktadır. Bu bağlamda tufa kütlelerinin de bu blok faylanmadan etkilendiği savunulmaktadır.

### Birleştirilmiş Model

Antalya Tufası, Kırkgöz Kaynakları'ndan başlamak üzere güneye doğru alçalan platolar halinde geniş bir alanda gözlenmektedir. Oluşumunda, yamaçta tufa çökelişini başlatma açısından tünnek kaynak hattı modeli önemli yer tutmakla birlikte, genelde gölsel çökeliş modeli egemendir. Oluşum durduktan sonra yüzey aşınması başlamıştır. Birinci platodaki mevcut yüzey, birincil oluşumsal platonun karstlaşma ile aşınması ve oluşan boşluklara terra-rosa dolgusu ile günümüzdeki görünümünü almıştır.

Deniz seviyesi yükselmesi sonucu tufanın güney bölümleri su seviyesi altında kalmıştır. Dalga aşındırması falez oluştururken gerisinde de abrazyon platformları bırakmaktadır. Deniz seviyesi düştüğünde ise bu abrazyon platformları tufa platosu haline gelmiştir. İkinci plato ve alt grupları bu yolla oluşmuştur. Birinci plato ile ikinci plato arasındaki şev ise eski falezin yüzeyel aşınması ile şekillenerek bugünkü halini almıştır. Birinci platonun alt grupları olarak tanımlanan Masadağı ve Aşağı Karaman düzlükleri ise bu şevde tünnek kaynak hattı modeli ile oluşmuş birincil oluşumlardır. İkinci platonun alt gruplarının oluşumu da deniz seviyesi değişimleri sonucu oluşan aşınmaya bağlıdır. Ancak, deniz seviyesinin çekilmesinden sonra yüzeyel aşınma sonucunda denizel izler silinmiştir. Düden platosunda ise Düden Çayı'nın

menderesli nehir çökelleri ve buna bağlı gelişen paludal model çökelleri Düden platosunun günümüzdeki görünümünü almasında etkin olmuştur. Tektonizmanın etkisi ile özellikle kuzey-güney doğrultulu kırık hatlarının varlığı bilinmektedir. Ancak bu kırık hatları boyunca plato oluşumu gözlenmemiştir.

Oluşumunda etkin olan mekanizmalardaki çeşitlilik nedeni ile Arapsuyu platosunun ayrı bir birim olarak ayrılmıştır. Eski abrazyon platformu biçimi gözlenmekle birlikte, bu aşınma sürecinden sonra gelişen birincil oluşum yapıları da gözlenmektedir. Yamaçta gelişmiş, henüz içi dolmamış kurna yapıları, geniş göl kenarlarında gelişen stromatolit kafaları ve bu stromatolitler aralarında gelişen oolitik tufalar yaygın olarak gözlenmektedir. Bunlarla birlikte karst kenar ovası oluşum mekanizması da bölgenin jeomorfolojik evriminde etkin olmuştur. Dördüncü plato da eski bir abrazyon platformudur. Ancak deniz seviyesinin tekrar yükselmesi sonucu deniz altında kalmıştır.

### SONUÇLAR

Antalya Tufası, deniz seviyesinden itibaren kuzeye doğru yükselteleri artan platolar şeklinde gözlenmektedir. Bu platoların birisi deniz altında olmak üzere 4 plato olarak sınıflanmış ve bu 4 plato içinde de toplam 10 alt plato ayırt edilmiştir.

Platoların oluşumunda; birincil çökeliş koşulları, yüzey aşındırması ve deniz seviyesi değişimine bağlı kıyı erozyonu etkili olmuştur. Birinci plato, oluşum evresinde başlangıçta muhtemelen tünnek kaynak hattı modelinde, ileri safhada ise gölsel modelde çökelmiş ve şekillenmiştir. Günümüzdeki topoğrafya yüzeyel karstlaşma ile oluşan boşluklara terra-rosa dolgusu yolu ile gelişmiştir. İkinci plato, deniz erozyonu ile oluşmuş abrazyon platformlarının deniz seviyesinin alçalması ile yüzeye çıkması şeklinde oluşmuştur. Nihai

topografyanın oluşumunda aşınma, paludal ve menderesli nehir modellerini etkili olmuştur. Üçüncü birimde (Arapsuyu Platosu); yamaçta gelişmiş kurna yapıları, geniş göl kenarlarında gelişen stromatolit kafaları ve aralarında gelişen oolitik tufalar belirlenmiştir. Tam olarak plato tanımına girmeyen bu birimde karst kenar ovası oluşumu da aktif halde gözlenmektedir. Dördüncü plato eski bir abrazyon platformu olup deniz seviyesinin tekrar yükselmesi sonucu su altında kalmıştır.

Antalya tufasının platolu morfolojisi kentsel, çevresel ve mühendislik faaliyetlerinde etkilerini göstermektedir. 100-250 kotlu taraçaları bağlayan büyük şev, ulaşım açısından şehri ikiye bölmektedir. Plato sınırları imar planına ve yol ağlarına da yansımaktadır. Yol ağları deniz kıyısına ve topografyaya paralel güzergah izlemiştir.

Falez ve şevli alanlarda hava sirkülasyonu azalır. Özellikle yaz aylarında nemli havanın kara içine taşınımı zorlaşmakta, en fazla Kaleiçi'nde olmak üzere alt platolarda nem daha fazla hissedilmektedir. Birinci plato hava akımının fazla olması nedeni ile nem ve sıcaklık konusunda daha avantajlıdır. Deniz kenarında olması, ılıman iklime sahip olması ve düzlüklerden oluşmasına rağmen Antalya'da hava kirliliği de hissedilir düzeye ulaşmıştır. Hava sirkülasyonunun olmaması nedeniyle de askıda bulunan kirleticiler yağışlarla birleşerek veya partikül maddelere yapışarak, toprak ve su kaynaklarını kirletmektedir.

Antalya kentinde içme suyu kaynakları ağırlıklı kotu düşük olan Hurma, Gürkavak gibi kaynaklardan sağlanmaktadır. Birinci platoda yeraltısuyu ortalama 250 m düzeyindedir. Bu nedenle derin kuyu ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Masadağı gibi yüksek bölgelerde bulunan yerleşim yerlerine içme suyu ulaştırmak için terfi merkezlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca işletme basıncı sınırlı olduğu için (6 atü) fazla

basıncı kırmak için haznelere inşa edilmesi gerekmektedir. Bu da maliyeti arttırmaktadır. Ancak platolu morfoloji atık su şebekesi inşaatı için avantaj sağlamıştır. Güneye doğru azalan irtifalarda ve kendi içinde denize doğru hafif meyilli platolar şebekenin inşaatı için ekonomi sağlamıştır.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Ayday, C. ve Dumont, J. F., 1979. Antalya travertenlerinde görülen dizilimlerden elde edilen landsat görüntüleri üzerinde yapılan gözlemler: Neotektonik ve hidrojeoloji arasında olabilecek bağıntıların tartışması, MTA Dergisi, 92, 131-134, Ankara.
- Burger, D., 1990. The travertine complex of Antalya/Southwest Turkey., Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Forschung. Suppl. Bd. 77, 25-46.
- Dipova, N., 2002. Collapse mechanism of the Antalya tufa deposits. PhD. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, (yayınlanmamış).
- Dipova, N., 2003. Erosion and retreat of Antalya coastal cliffs, Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03, Ravenna, Italy.
- Darkot, B., ve Erinç, S., 1951. Aksu batısında Antalya traverten taraçaları, İst. Ün. Coğr. Enst. Derg., Cilt 1, Sayı 2, s. 55-65, İstanbul.
- DSİ, 1985. Antalya-Kırkgöz kaynakları ve traverten platosu karst hidrojeolojik etüd raporu. DSİ Teknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Emery, K. and Kuhn, G., 1982. Sea cliffs: their processes, profiles and classification. Geol. Soc. Am. Bull. 93, 644-654.



- Glover, C.P. and Robertson, A.H.F., 1998. Role of regional extension and uplift in the Plio-Pleistocene evolution of the Aksu Basin, SW Turkey, *Journal of Geological Society*, London, vol.155, p. 365-387.
- Glover, C.P. and Robertson, A.H.F., 2003. Origin of Tufa (Cool-Water Carbonate) and related terraces in the Antalya Area, SW Turkey, *Geological Journal*, vol. 38, issue 3-4, p 329-359.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında levha içi yeni tektonik gelişim, *TJK Bült.*, Cilt 27, Sayı 1, s.1-16, Ankara.
- Nossin, J.J., 1989. SPOT stereo interpretation in karst terrain, Southern Turkey, *ITC Journal*, 2.
- Pedley, H.M., 1990. Classification and environmental models of cool freshwater Tufas, *Sedimentary Geology*, 68, 143-154.
- Pentecost, A., 1995. The Quaternary travertine deposits of Europe and Asia Minor., *Quaternary Science Reviews*, Vol.14, p. 1005-1028.
- Öner, E., 1997. Teke yarımadası (Antalya) güncünde kıyı-kenar çizgisi değişimleri, I. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, Ankara.

### EXTENDED SUMMARY

*Antalya Tufa plateaus, on which Antalya city established, cover 630 km<sup>2</sup> area. It is known as the largest tufa (travertine) deposit all over the world. In the literature it was named as "travertine", in some recent papers tufa term is preferred. Tufas are the products of both physico-chemical and biogenic calcium carbonate precipitation. Dominant process is biogenic process, in which, precipitation is the cause of*

*decreasing partial pressure of CO<sub>2</sub> by photosynthesis of algae or bacteria. X-ray diffraction and SEM analysis have revealed that the tufa deposits were made almost completely of calcite.*

*Antalya tufa is observed as plateaus in increasing elevations northward. In the literature number and boundaries of plateaus were controversial. In this study, digital topographical maps were analyzed and boundaries of the plateaus were determined. The plateaus are grouped into four groups; one is under the sea and the others are on land. In detailed study using a computer program, ten subgroup were identified.*

*Geological processes, which is probably effective in plateau formation, were examined. In the formation of the plateaus, primary depositional, surface erosion and coastal erosion related to sea level change was the most effective models. In addition tectonic processes were discussed. At the end of the studies a final unified model was proposed for all the plateaus.*

*The first plateau is product of dominantly lacustrine depositional environment, however the first tufa deposition most probably started in perched springline model. The present surface was shaped by surface erosion and leveling with terra rosa infilling. The second plateau was formed as abrasion platform due to wave erosion. After sea level decrease this abrasion platform became a plateau. In the final planar appearance, paludal and meandering river depositional models played secondary role. In the third tufa unit, tufa pools, stromatolite heads and oncolites were determined. Karst marginal plane development is observed in the present. The fourth plateau was formed as an abrasion plateau and due to sea level rise it is an undersea plateau in the present.*



## YAYIM AMAÇLARI VE KURALLARI, YAYINA KABUL İLKELERİ

### AMAÇ

#### JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

- İnsan ile Yerküre arasındaki etkileşimlere ilişkin bilgi ve deneyimleri daha güvenli ve daha rahat bir yaşam ortamı sağlamak doğrultusunda, doğal çevreyi gözetenek insanın hizmetine sunmayı amaçlayan Jeoloji Mühendisliği mesleğinin günlük yaşamdaki yerini ve önemini daha etkin bir şekilde yansıtmak.
- Bu alanda ulusal ve uluslararası gelişmeleri Jeoloji Mühendislerinin bilgisine sunmak.
- Konu ile doğrudan dolaylı etkinliklerde bulunan bilimadamları, araştırmacılar, mühendisler ve diğer uygulayıcılar arasındaki bilgi ve deneyim iletişimini güçlendirecek ve hızlandırarak kolay erişilebilen, geniş katılımlı bir tartışma ortamı sağlamak ve yayma olanağı yaratmak
- Türkiye'nin sosyal ve ekonomik kalkınmasını yakından ilgilendiren jeolojiye ilişkin sorunların daha etkin çözümünü sağlamak açısından büyük önem taşıyan kurumlararası işbirliğinin başlatılmasına katkıda bulunmak.
- Türkçenin jeoloji mühendisliği alanında bilim dili olarak geliştirilmesini ve yabancı sözcüklerden arındırılmasını özendirmek gibi amaçlara sahiptir.

### KAPSAM VE NİTELİK

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ**, ulusal ve uluslararası platformda yerbilimlerinin uygulamaya dönük alanları ile ilgili çalışmalar yapan herkesin katkılarına açıktır. Bu çerçevede

- ✓ İnsanın yaşamını etkileyen jeolojik süreçler ile mühendislik yapıları ve bunlara ilişkin sorunlar ve çözümler
- ✓ Jeolojik kaynakların yönetimi ve ekonomik değerlendirmesi
- ✓ Doğal ve yapay kirleticiler ve ekosisteme etkileri
- ✓ Jeolojik anıtların korunması
- ✓ Jeolojik sorunların çözümüne katkıda bulunan arazi ve laboratuvar yöntem ve tekniklerinin geliştirilmesi

ile ilgili kuramsal ve uygulamalı çalışmalar kapsayan ürünler, Yayın Kurulunun değerlendirmesinden geçtikten sonra Jeoloji Mühendisliği Dergisinde yayınlanır.

Jeolojinin uygulama alanlarına ilişkin her türlü çalışma Jeoloji Mühendisliği Dergisinin yayın amaçlarına uygundur. Bununla birlikte, çalışmaya konu olan sorunun kullanılan teknik ne olursa olsun, bilimsel yöntemlerle ele alınması ve jeolojinin uygulama alanlarına ilişkin olması aranan temel nitelikler arasında olacaktır. Çalışmanın daha önce Türkçe yayımlanmamış olması gerekmektedir. Jeoloji Mühendisliği Dergisi yeni yapısıyla beş tür yazı yayımlanacaktır:

- 1- **ELEŞTİREL İNCELEME (Review Paper):** Editörlerin daveti üzerine veya bilgisi dahilinde hazırlanan, jeoloji mühendisliğinin herhangi bir alanında halen kullanılmakta olan teknik, yöntem ve yaklaşımların günümüz teknolojik gelişimleri ve kendi deneyimleri ışığında inceleyeni, bu açıdan öneriler geliştiren yazılardır. Yazı uzunluğu konuya bağlı olarak değişebilir. Yayın Kurulu incelemesi zorunluluğu yoktur.
- 2- **ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article):** Özgün bir çalışmanın sunulduğu yazıdır. Kuramsal temel, yeterli miktarda ve nitelikte veriye dayalı bulgu ve sonuçların ayrıntılıyla

değerlendirildiği bölümleri içermelidir. Yazının toplam uzunluğu 6000 sözcük eşdeğerini (10 JMD sayfası) aşmamalıdır. En az iki yayın kurulu üyesi tarafından incelendikten sonra yayınlanır.

- 3- **TEKNİK NOT (Technical Note):** Herhangi bir süreç veya tekniği, kuramsal temel, yeterli veri, ve ayrıntılı değerlendirmeye dayanmadan sunan ve amacı bu süreç veya teknikleri kullanabilecek yerbilimcilere duyurmak olan özgün yazıdır. Yazının uzunluğu 5000 sözcük eşdeğerini (5 JMD sayfası) aşmamalıdır. En az iki yayın kurulu üyesi tarafından incelendikten sonra yayınlanır.
- 4- **ARAŞTIRMA NOTU (Research Note):** Henüz tamamlanmamış, eksik veri, ve bulgularla yüzeysel değerlendirmelere dayalı kendi içinde tutarlı, özgün deneysel, uygulamalı veya kuramsal araştırmaların ön sonuçlarının veya bulgularının sunulduğu yazıdır. Amaç, okuyucuya güncel bir konuya ilişkin bir çalışmanın ön bulgu ve sonuçlarını duyurarak konu üzerinde tartışma ortamı yaratmak, konunun gelişmesine başka araştırmacıların katkılarına sağlamaktır. Yazı uzunluğu 5000 sözcük eşdeğerini (5 JMD sayfası) aşmamalıdır. En az iki yayın kurulu üyesi tarafından incelendikten sonra yayınlanır.
- 5- **GÖRÜŞ-YORUM ve YANITLAR (View, Comment and Reply):** Dergide yayımlanan yazılar hakkında her türlü görüş, yorum ve bunlara ilişkin yanıtları içerir. Editörlerin uygun gördüğü uzunlukta yayınlanır.

### YAZILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YAYINA KABUL İLKELERİ

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ** Editörlüğüne **2 saat arayla 12 punto harflerle yazılmış ve 3 nüsha halinde** ulaşan yazılar, öncelikle içerik, sunum, yayım kuralları, vd. yönlerden Editörlük tarafından incelenir ve daha sonra değerlendirilmek üzere en az iki Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyelerinden gelecek görüşler doğrultusunda yazının doğrudan, az veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşuluyla yayımlanmasına veya reddine Editörlük karar verir ve sonuç yazarlara bildirilir.

Yayın Kurulu üyelerinin birbiriyle çelişen görüş bildirmeleri durumunda Editörlüğün bir karara varabilmesi için yazı, üçüncü bir Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyeleri gerekli görürlerse yazıları düzeltilmiş haliyle tekrar görüş değerlendirebilirler.

Yazarlar, Yayın Kurulu Üyelerinin ve Editörlüğün yaptığı eleştiri, öneri ve düzeltmeler arasında katılmadıkları hususlar olduğunda bunları ayrı bir sayfada gerekçeleriyle birlikte açıklamalıdır.

Gönderilen yazılar, **JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ**nde yayımlansın veya yayımlanmasın yazarlara geri iade edilmez.

### YAZIM DİLİ

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ**nde yayın dili olarak "Türkçe" ve "İngilizce" kullanılmaktadır. Derginin oldukça geniş bir yurt dışı aboneliği ve sürümü olduğu için, Türkçe makalelerin, **kabülünden sonra "Genişletilmiş bir İngilizce Özet"**inin yazılması gerekmektedir. Dergide; ayrıca yazıların başlıklar, özetleri ve tüm çizelge ve resimlemelerin açıklamaları Türkçe ve İngilizce olarak iki dilde birlikte verilmelidir.

## YAZIM KURALLARI

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ'nde yayımlanması kabul edilen yazıların** basım öncesi dizgi işlemleri Editörlükçe yazarlara gönderilecek olan "**Makale Yazım Formatı**"na göre yazarlar tarafından yapılır. Zaman tasarrufu, ekonomiklik ve yazıların son şeklinin yazarlar tarafından da kontrolünü sağlamak açısından tercih edilen bu yöntemde, yazarlar yazılarını baskıya girecek şekilde bilgisayar formatına uygun bir şekilde dize eder ve bırakılan boşluklara da şekil ve çizelgeleri yerleştirerek (camera-ready uygulamasına benzer şekilde) basım aşamasına getirerek Editörlüğe gönderirler.

### Metin Bölümü

1. **Metin:** A4 boyutunda (29.7 x 21 cm) kağıtların üzerine bilgisayarda, 1.5 satır aralıklı ve 10 punto ve Times New Roman (ya da benzer bir karakterle) yazı karakteri ile yazılmalıdır. Sayfa kenarlarında 3'er cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır. Bilgisayar çıktılarının silik olmamasına özen gösterilmelidir.
2. **Başlık:** konuyu en iyi şekilde belirtir ve 12 kelimeyi geçmeyecek şekilde kısa seçilmeli ve Türkçe başlığın (tamamı büyük harfle ve koyu yazılmış) yanısıra, İngilizcesi (İtalik ve normal büyük harflerle) de yazılmalıdır. Eğer yazı İngilizce yazılmış ise önce İngilizce sonra Türkçe başlık verilmelidir.
3. **Öz:** yazının başlangıcında en fazla 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde hazırlanmış, Türkçe öz (abstract) ve kabilden sonra İngilizce Genişletilmiş Özet (extended summary) bulunmalıdır. Bu bölüm, yayının diğer bölümlerinden ayrı olarak yayımlanabilecek düzende yazılmış, yazının tümünü en kısa, ancak öz biçimde yansıtır nitelikte (özellikle çalışmanın amacını ve sonuçlarını yansıtarak) olmalıdır. Yazı Türkçe yazılmışsa Extended summary'nin, İngilizce yazılmışsa Öz'ün başlığı ve metin kısmı italik karakterle yazılmalıdır. İngilizce Genişletilmiş Özet içinde; yararlanılan kaynaklara, şekil, çizelge ve eşitlik numaralarına değinilmelidir. Ayrıca, öz ve extended summary bölümlerinin altında bir satır boşluk bırakılarak **Anahtar kelimeler** ve **Key words** (en az 2, en çok 6 kelime alfabetik sıraya göre) verilmelidir. Eğer yazı İngilizce hazırlanmış ise, extended summary bölümü yerine abstract yazılmalı ve önce abstract sonra öz verilmelidir.
4. Yazının genel olarak aşağıda belirtilen düzene göre sunulmasına özen gösterilmelidir.
  - a) Başlık (Türkçe ve İngilizce)
  - b) Yazar ad(lar)ı ve adres(ler)i (yazar adları koyu karakterle ve soyadları tamamen büyük harfle, adresler normal İtalik karakterlerle)
  - c) Öz (anahtar kelimeler eklenerek)
  - d) Extended summary (key words eklenerek)
  - e) Giriş (amaç, kapsam, çalışma yöntemleri, vd.)
  - f) Metin bölümü (yöntemler, çalışılan malzeme, saha tanımlamaları, vd.)
  - g) Sonuçlar ve Tartışmalar (Sonuçların tartışılması gerektiği durumlarda, tartışmalar sonuçlarla birlikte verilmelidir. Bu durumda "Sonuçlar" başlığı yerine "Tartışma ve Sonuçlar" başlığı kullanılmalıdır.
  - h) Kalkı belirtme (gerekliyse)
  - i) Kaynaklar
  - j) Ek açıklamalar
5. Metin içinde ana bölüm başlıkları dışında en fazla üç alt başlık oluşturulmalı ve başlıklara numara verilmemelidir. Bunların yazım şekli aşağıdaki gibi olmalıdır.

### ÖZ

### EXTENDED SUMMARY

### GİRİŞ

### ANABAŞLIK

### Birinci Derece Alt Başlık

### İkinci derece alt başlık

### Üçüncü derece alt başlık

### SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

### KATKI BELİRTME

### Değinilen Belgeler

6. Metrik sistem veya SI birimleri (kPa, kN.m<sup>-3</sup> vb.) kullanılmalıdır.
7. Gerek metin içinde ve çizelgelerde, gerekse resimlemelerde rakamların ondalık bölümlerinin ayrılması için nokta

kullanılmalıdır (3.1 gibi).

### Kaynaklar

- A) Metin içinde kaynaklara değinme yapılırken aşağıdaki örneklerde olduğu gibi, bibliyografya araştırmacı soyadı ve tarih sırasıyla verilir.

..... Ford (1986) tarafından.....  
..... bazı araştırmacılar (Williams, 1987; Gunn, 1990; Saraç ve Tarcan, 1995)
- b) Birden fazla sayıda yazarlı yayınlara metin içinde değinilirken ilk yazarın adı belirtilmeli diğerleri için vd. ibaresi kullanılmalıdır.

..... Doğan vd. (1995)....  
..... Smart vd. (1971).....
- c) Ulaşılmayan bir yayına metin içinde değinme yapılırken bu kaynakla birlikte alıntının yapıldığı kaynak da aşağıdaki şekilde belirtilmelidir. Ancak Kaynaklar Dizisinde sadece alıntının yapıldığı kaynak belirtilmelidir.

..... Dreybrodt (1981; Schuster ve White, 1971).....
- d) Kişisel görüşmelere metin içinde soyadı ve tarih belirtilerek değinilmeli, ayrıca Kaynaklar Dizisinde de belirtilmelidir (Soyadı, Adı, Tarih, Kişisel görüşme, Görüşülen kişi(ler)in adresi)
- e) Kaynaklar, yazar soyadları esas alınarak alfabetik sırayla verilmeli ve metin içinde değinilen tüm kaynaklar Kaynaklar Dizisinde eksiksiz olarak belirtilmelidir. Kaynakların yazılmasında aşağıdaki örneklerde belirtilen düzen esas alınmalıdır.

### • Süreli yayınlar ve bildiriler:

Drew, D.P., 1996. Agriculturally induced changes in the Burren karst, western Ireland. *Environmental Geology*, 28(2), 137 - 144.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih, Makalenin başlığı, Süreli Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No. (Sayı No.), sayfa no.]

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A. Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih, Bildirinin başlığı, Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editör(ler), Basımevi, Cilt No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yer Adı, sayfa no.]

### • Kitaplar için:

Palmer, C.M., 1996. Principles of Contaminant Hydrogeology (2<sup>nd</sup> Edition). Lewis Publishers, New York, 235 p.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Malbaşa, Gümüşsuyu, Sayı:869, 520 s.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih, Kitabın Adı (ilk harfleri büyük), Yayınevi, Bastığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.]

### • Raporlar ve Tezler:

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeolojisi ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayımlanmamış).

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemlili kaya kütleli içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99s (yayımlanmamış).

[Yazar ad(lar)ı, Tarih, Raporun veya tezin başlığı, Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayımlanıp, yayımlanmadığı)]

**NOT:** Tüm kaynaklarda ilk satırdan sonraki satırlar 1.5 cm içeriden başlanarak yazılmalıdır.

### Eşitlikler ve Formüller

- Eşitlikler elle yazılmamalı ve bilgisayardan yararlanılmalıdır. Eşitliklerde, yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelere yer verilmesine özen gösterilmelidir.
- Her eşitliğe sırayla numara verilmeli, numaralar parantez içinde eşitliğin hizasında ve sayfanın sağ kenarında belirtilmelidir.
- Eşitliklerde kullanılacak alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterlerle yazılmalıdır ( $1_2, x^2$  gibi).
- Eşitliklerdeki sembollerin açıklamaları eşitliğin hemen altındaki ilk paragrafa verilmelidir.
- Karekök işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır ( $\sigma_{\text{maks}} = \sigma_s^{0.5}$  gibi).
- Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine "/" simgesi kullanılmalıdır. Çarpma işareti olarak genellikle herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak zorunlu hallerde "\*" işareti tercih edilmelidir ( $Y=5^*10^*X$  gibi).
- Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla  $Ca^{++}$  veya  $CO_3^{--}$  gibi ifadeler yerine  $Ca^{2+}$  ve  $CO_3^{2-}$  kullanılmalıdır.
- İzotop numaraları, örneğin  $^{18}O$  şeklinde verilmelidir.

### Çizelgeler

- Yazarlar, Derginin boyutlarını dikkate alarak, çizelgeleri sınırlamalı ve gerekiyorsa metinde kullanılanla oranla çizelgeleri daha küçük karakterlerle yazmalıdır. Bu amaçla çizelgeler tek sütuna (7.5 cm) veya çift sütuna (16 cm) yerleştirilebilecek şekilde düzenlenmesine özen gösterilmelidir. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük çizelgelerin en fazla (16 x 21) cm boyutlarında olması gereklidir. Bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak çizelgeler kabul edilmez.
- Çizelgelerin hemen altında gerekli durumlarda açıklayıcı dip notlarına veya kısaltmalara ilişkin açıklamalara yer verilmelidir.
- Çizelgelerin başlıkları, kısa ve öz olarak seçilerek, hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harfle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük italik harflerle) "Çizelgeler Dizini" başlığı altında ayrı bir sayfaya yazılmalıdır. İngilizce olarak hazırlanmış yazılarda önce İngilizce sonra Türkçe çizelge başlığı verilmelidir.
- Çizelgelerde kolonsal ayrıntı gösteren düzey çizgiler yer almamalı, sadece çizelgenin üst ve alt sınırları ve gerek görülen diğer bölümleri için yatay çizgiler kullanılmalıdır.
- Her çizelge ayrı bir sayfaya bastırılarak ve sıraya dizilerek Çizelgeler Dizini sayfasıyla birlikte metnin arkasına konulmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üzerine yazılmamalıdır. Çizelge numaralarının kurşun kalemle her çizelgenin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.

### Resimlemeler (Çizim, fotoğraf ve levhalar)

- Değerlendirme aşamasında şekillerin orjinallerinin gönderilmesine gerek yoktur. Bu aşamada çizimlerin teknik çizim normlarına uygun olarak çini mürekkeple aydıngere çizilmiş veya bilgisayar çıktısı olarak alınmış ve harf, rakam ve simgeleri kolaylıkla okunabilen orjinallerinin kaliteli kopyaları gönderilmelidir.
- Tüm çizim ve fotoğraflar şekil olarak değerlendirilip numaralandırılmalıdır. Şekil altı yazıları "Şekiller Dizini" başlığı altında hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harflerle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük italik harflerle) ayrı bir sayfada verilmelidir. Yazı İngilizce olarak hazırlanmışsa şekil altı yazıları önce İngilizce sonra Türkçe verilmelidir.
- Her şekil, ayrı bir sayfada yer alacak biçimde sıraya dizilerek Şekiller Dizini sayfasıyla birlikte çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekil altı yazılarının ayrıca şekil sayfalarına da

- yazılmasına gerek olmayıp, şekil numaralarının kurşun kalemle her şeklin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.
- Şekillerin boyutları ya tek sütuna (7.5 cm), ya da çift sütuna (en fazla 16 cm) yerleştirilebilecek nitelikte hazırlanmalıdır. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük şekillerin, şekil altı açıklamalarına da yer kalacak biçimde, en fazla (16x21 cm) boyutlarında olması gereklidir. Belirtilen bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak boyuttaki şekiller kabul edilmez.
- Harita, kesit ve planlarda sayısal ölçek yerine çubuk (bar) türü ölçek kullanılmalıdır.
- Şekiller yukarıda belirtilen boyutlarda hazırlanırken şekil üzerindeki açıklamaların (karakterlerin) okunabilir boyutlarda olmasına özen gösterilmelidir.
- Fotoğraflar şekiller için yukarıda belirtilen boyutlarda, parlak kağıda, kontrastlı ve siyah-beyaz basılmış olmalıdır. Fotoğrafların üzerinde gösterilebilecek olan simgeler için çini mürekkebi veya letaset kullanılmalıdır. Özellikle koyu tonların egemen olduğu bölgelerde simgelerin beyaz letasetle gösterilmesi önerilir. Yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelerin kullanılmasına özen gösterilmelidir.
- Mikroskopta çekilmiş ince kesit fotoğrafları (paleontolojik veya mineralojik), levha (plate) olarak değerlendirilir ve parlak siyah-beyaz kağıda basılı olmaları gereklidir. Levha sayısı üçten çok olmamalıdır.

### Ek Açıklamalar ve Dipnotlar

- Ana metnin içine alınması, okuyucunun dikkatinin dağılmasına yol açabilecek ve hatırlatma niteliğindeki bilgiler, yazının sonunda "Ek Açıklamalar" başlığı altında konulabilir (İstatistik bilgilerin verilmesinde, formüllerin çıkarılmasının gösterilmesinde, bilgisayar programlarının verilmesinde, vb. konularda bu yol izlenebilir.)
- Dipnotlar, yerleştirme ve yazılma açısından güçlükler neden olduğundan, çok gerekli durumlarda kullanılmamalıdır. Eğer dipnot kullanılırsa, yıldız (\*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Dipnota eğer değinme yapılırsa bibliyografik bilgiler dipnota değil, Kaynaklar Dizini içinde verilmelidir.

### YAZILARIN GÖNDERİLMESİ

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ**'nin "Yayın Amaç ve Kuralları" nda belirtilen ilkelere uygun olarak hazırlanmış yazılar, biri orijinal diğer ikisi fotokopi olmak üzere aşağıdaki yazışma adresine üç nüsha gönderilmelidir. **Orijinal resimlemeler, yazının yayına kabul edilmesi durumunda kullanılmak üzere yazarlar tarafından muhafaza edilmelidir.**

### JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ EDITÖRLÜĞÜ T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası

PK 464, Yenişehir  
06444, Ankara  
Tel : (312) 432 30 85 / (312) 434 36 01  
Faks : (312) 434 23 88  
E-posta : mesener@mta.gov.tr

### AYRI BASKILAR

Dergide yayımlanması kabul edilen yazıların ayrı baskısından on adet yazısına veya birden fazla yazarlı yazılarda yayım için başvuru yapan yazara olanaklar çerçevesinde ücretsiz olarak gönderilir. Ondan fazla ayrı baskı talebinde bulunulması halinde yazarlar tarafından her ayrı baskı için Jeoloji Mühendisliği Odası Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ücret ödenir.