

Yapısal Jeomorfoloji

Tevfik ERKAL

5. Baskı





Prof. Dr. Tefvik ERKAL

YAPISAL JEOMORFOLOJİ

ISBN 978-605-241-722-5

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarına aittir.

© 2022, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevidir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Ağustos 2019, Ankara

5. Baskı: Ekim 2022, Ankara

Yayın-Proje: Zeynep Güler

Dizgi-Grafik Tasarım: Müge Kuyrukcu

Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Ay-bay Kırtasiye İnşaat Gıda Pazarlama ve Ticaret Ltd. Şti.
Çetin Emeç Bulvarı 1314. Cadde No: 37A-B Çankaya/ANKARA
Tel: (0312) 472 58 55

Yayıncı Sertifika No: 51818

Matbaa Sertifika No: 46661

İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50 - 430 67 51

Dağıtım: 0312 434 54 24 - 434 54 08

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: www.pegem.net

E-ileti: pegem@pegem.net

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

Prof. Dr. Tefik ERKAL

1971 yılında Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Fiziki Coğrafya ve Jeoloji Kürsüsü'nden mezun oldu. Askerlik hizmetini takiben bir süre TCDD Yol Dairesi'nde *Jeomorfoloj* olarak çalıştı. 1976'da MTA'ya geçti ve 1979 yılında yurtdışı yarışma sınavını kazanarak Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü hesabına İngiltere'ye Master (M.Sc.) öğrenimine gitti. Bristol Üniversitesi Jeoloji Bölümü'nde Prof. Dr. P. L. Hancock'un danışmanlığında "*Structure, Sedimentology and Geomorphology related to Active Faulting in the Gaziköy-Şarköy Area, Thrace, Turkey*" başlıklı tez çalışmasıyla "M.Sc." Derecesi aldı. 1983'de MTA Jeoloji Dairesi'ne döndü. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Jeomorfoloji Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. A. Kurter danışmanlığında hazırladığı "*Çarşamba Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi*" başlıklı teziyle 1991 yılında "*Jeomorfoloji Doktoru*" unvanını aldı.

Türkiye Jeomorfolojlar Derneği'nin yönetim kurulları, Türkiye jeomorfoloji kurultayları ve MTA'nın çeşitli bilimsel toplantılarının düzenleme kurullarında görev aldı. Bugüne dek 40'a yakın MTA, TÜBİTAK ve BAP projesinde proje yürütücüsü, proje teknik danışmanı ve proje elemanı olarak çalıştı. Çalışmalarını yurtiçi ve yurtdışı bilimsel toplantılarda sundu; yurtiçinde ve çeşitli ülkelerde bilimsel çalışmaları yayımlandı. 1999 yılında meydana gelen Doğu Marmara ve Düzce depremleri sırasındaki çalışmalarıyla Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden "*Takdirname*" aldı.

2002 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı'nda Yrd. Doçent, 2010 yılında Doçent, 2015 yılında ise Profesör oldu. 2015 yılı sonunda Çankırı Karatekin Üniversitesi'ne (ÇAKÜ) "*Fiziki Coğrafya Profesörü*" olarak geçiş yaptı. Lisans ve Lisansüstü programlarda Genel Jeomorfoloji, Yapısal Jeomorfoloji, Uygulamalı Jeomorfoloji, Kuvaterner Jeolojisi ve Jeomorfolojisi, Doğal Afetler, Türkiye'nin Jeomorfolojisi, Fotojeomorfoloji, Sedimentoloji, Çevre Jeomorfolojisi, Kıyı Jeomorfolojisi ve Yönetimi konularında dersler de vermektedir.

Profesör Erkal'ın yazarı olduğu "*Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı Jeomorfoloji*" ve "*Sedimentoloji*" adlı yayımlanmış iki kitabı ile pek çok bilimsel makalesi bulunmaktadır.

ÖN SÖZ

Bu kitap 2003-2015 yılları arasında Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) ve 2015'den buyana Çankırı Karatekin Üniversitesi (ÇAKÜ) Coğrafya bölümlerinde vermiş olduğum **Yapısal Jeomorfoloji** derslerinin kuramsal ve görsel malzemelerinin düzenlenerek ve güncellenerek kaleme alınan şeklini kapsamaktadır. Eser, uzun yıllar kamu sektöründe *Jeomorfolo*g olarak çalıştığım zaman aralığında edindiğim bilgi ve deneyimim ile üniversitelerde Yapısal Jeomorfoloji derslerimde aktarmaya çalıştığım kuramsal bilgileri güncel gelişmelerle birleştirmeye gayret ettiğim bir çalışma olup **ders kitabı** ve **başucu kitabı** olarak hazırlanmıştır. Böylece bazı kişilerin bilgi ve deneyimlerimi böylesi bir yayınla aktarmamı diledikleri isteklerini de karşılayabilmeyi amaçladım.

Bu kitabın yazılmasında yapısal jeomorfolojinin geniş kapsamı içinde ele aldığı konuların hepsine ayrıntıda girmek mümkün değildir. Çünkü bu kitap bir danışma (referans) kitabından çok bir ders kitabı, el kitabı niteliğinde hazırlanmıştır. Bu nedenle Batı dünyasında konuyla ilgili olarak yazılmış kitaplarla karşılaştırılırsa üzerinde durulmayan veya çok az değinilen bazı konular vardır. Bu arada bazı jeomorfolo

g ve jeolog arkadaşlarımdan benden güncel bir konu olan **Tektonik Jeomorfoloji** konusunu kapsayan bir elkitabı hazırlamamı istediklerini de belirtmem gerekir. Ancak bu aşamada bu dileği karşılamak biraz zor görünmektedir. Çünkü kökeni ve gelişimi Avrupa olan Yapısal Jeomorfoloji, Morfotektonik ile olan yakınlığını halen korumakta, Yeni Dünyada ortaya çıkan Tektonik Jeomorfoloji ise yapısal jeomorfolojiden daha hızla gelişerek bir anlamda onu da kapsayarak hızla gelişmekte ve bu konuda bir kitap yazmak biraz zamana gereksinim göstermektedir.

Gerek jeomorfolo

gların gerekse jeolo

gların yeni bir ilgi alanını oluşturan *Tektonik Jeomorfoloji*'nin kapsamı yapısal jeomorfolojiden farklıdır; ancak kökeni yapısal jeomorfolojiye oldukça yakındır. Bu nedenle yeni aşamada tektonik jeomorfoloji konusunu kapsayan bir ders/el kitabının yazılması da söz konusu olacaktır ama öncelikle yapısal jeomorfoloji konusundaki eksikliğin giderilmesi ve yapısal jeomorfolojinin ne olduğu/olmadığı anlaşılmalıdır.

Yapısal Jeomorfoloji adlı bu kitabımı gerçekleştirme isteğim güncel yerşekillerinin ortaya çıkmasında ülkemizin genç olan morfolojisinde yapısal özelliklerinin büyük çapta etkili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu, ülkemiz jeomorfolojisi konusunda başka faktörlerin de etkili olmasına karşın deneyimlerimin iç kuvvetlere bağlı yapısal etkenlerin ağırlığının daha fazla olduğuna inanmaktan geçmektedir. Çünkü iç kuvvet ve etkenlerle ortaya çıkan yerşekillerinin jeomorfolojik gelişimine dış etken ve kuvvetler de katılmaktadır.

Türkiye'nin yapısal jeomorfolojisini de yazmak çok zor bir iştir ancak bu konuda yaklaşımın ne olacağını, ne olması gerektiğini saptamak çok daha ön planda yer almaktadır. Bu nedenle bu kitap Türkiye'nin yapısal jeomorfolojisi için **yapı** kavramının ulaştığı genel bilgilere, süreçlere ve konulara bakış açısından altyapı oluşturabilmeyi de hedeflemektedir.

Bu çalışmamda en büyük zorluklarımdan biri yapısal jeomorfoloji ile yapısal jeolojinin yakınlığından kaynaklanan hassas ve esnek bilimlararası sınırın aşılması olmuştur. Bu noktada hemen hemen tüm yerbilimciler için pratikte bir sorun olan yapısal jeomorfoloji konuları ile yapısal jeoloji yaklaşımı karış(tırıl)makta veya aradaki ince sınırın kavranmasında bazı sıkıntılar yaşanmaktadır.

Kitapta görsel malzemeye olduğunca fazla yer verilmeye çalışılmıştır. Bunun nedeni açık, kısa, yalın ve örnekli bir anlatım ile *okumayı hiç sevmeyen* genç kuşağa yaklaşma, bilgi ve deneyimimi aktarma yolu olarak düşünülmüştür. Ayrıca öğrencilerle yapılan arazi çalışmalarında veya gezilerde görsel bilginin kalabalık bir kitle ile arzulan eğitimi-öğretim amacına ulaşmanın zorluğudur.

Yukarıda belirtilen amaçlar dışında günceli yakalamak da ayrı bir sorundur. Hızla gelişen bilim dünyasında elektronik yöntemlerle pek çok veriye ulaşılabilmesine karşın bu aşamada bu kitap ile yol gösterici olmak da düşünülmüştür.

Bunu çok daha önceden fark eden bazı yazarların kaleme aldıkları iki eseri burada belirtmek gerekir. Jeomorfolojinin duayen isimlerinden Rahmetli Prof. Dr. İsmail Yalçınlar hocamızın *Strüktürel Morfoloji I* (1958 1.Baskı, 1968 2.Baskı, 1985 3.Baskı) ile *Strüktürel Morfoloji II* (1960 1.Baskı, 1969 2.Baskı) ve Rahmetli Prof. Dr. Özdoğan Sür hocamızın *Strüktürel Jeomorfoloji* (1980 1.Baskı, 1986 2.Baskı, 1994 3.Baskı) adlı kitaplarının baskıları tükenmiş olup yapısal jeomorfoloji konusunda günceli içeren, yeni bir kitaba gereksinimin de yadsınamaz noktaya geldiği kanısındayım.

Yapısal Jeomorfoloji'nin hazırlanmasında herhangi bir kitabın planı örnek alınmamıştır. Kitabın planı ve kapsamı tamamen kişisel akademik deneyime bağlı yaklaşımında bilimsel piramide dayanan, özgün bir yaklaşım içermektedir.

Bu kitap yayımlanması öncesinde, adlarını belirtemeyeceğim çok değerli bilim insanı dostlarımda da düşüncelerine başvurulmuş bir çalışmadır. Söz konusu değerli bilim insanı dostlarıma gerek tartışma, öneri, eleştiri ve katkıları, gerekse bu eserin yazım aşamalarında verdikleri destek için teşekkürlerimi sunarım. Bu mütevazı çalışmamın teknik editörlüğü yine bir değerli arkadaşım tarafından yapılmıştır. Kendisine şükran borçluyum. Kitabın baskı ve yayın aşamasında yakın ilgilerini gördüğüm PEGEM Yayınevi çalışanları da özveriyle katkıda bulunmuşlardır.

Tüm beni seven, çalışmama destek olan, teşvik edenlerin başında ise hayat arkadaşım eşim ile biricik kızımın sevgileri en önemli motivasyonum olmuşlardır. İyi ki varsınız.

Herkesin zevkle okuması ve yararlanması dileğiyle.

Tevfik Erkal

Ankara, 19.07.2019

İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....iv

1. BÖLÜM: JEOMORFOLOJİ VE YAPISAL JEOMORFOLOJİ.....1

Yararlanılan İnternet Kaynakları.....6

2. BÖLÜM: JEOMORFOLOJİDE YAPISAL ELEMANLAR.....7

2.1. Kıvrımlar7

2.2. Çatlaklar8

2.3. Faylar.....12

2.4. Fayların Yaşlarının Saptanması18

Yararlanılan İnternet Kaynakları.....24

3. BÖLÜM: YAPISAL JEOMORFOLOJİDE ETKİN SÜREÇLER.....25

3.1. Ayrışma25

3.2. Aşınma ve Degradasyon.....28

3.3. Taşınma30

3.4. Birikme31

Yararlanılan İnternet Kaynakları.....32

4. BÖLÜM: TEKTONİZMA.....33

4.1. Orojenez33

4.2. Epirojenik Hareketler43

4.3. Depremler44

Yararlanılan İnternet Kaynakları.....48

5. BÖLÜM: VOLKANİZMA.....49

5.1. Püskürme Tipleri50

5.2. Volkanik Yerşekilleri53

5.3. Granit Topoğrafyası57

Yararlanılan İnternet Kaynakları.....60

6. BÖLÜM: DRENAJIN YAPI VE TEKTONİK İLE İLİŞKİLERİ	61
6.1. Drenaj Türleri	61
6.2. Kapma	69
7. BÖLÜM: YAPISAL DÜZLÜKLER.....	77
7.1. Planasyon Yüzeyleri	77
7.2. Yontukdüzler	78
7.3. Pediplenler	79
7.4. Panplenler	79
7.5. Yapısal Yüzeyler	79
7.6. Sıyrılmış Yüzeyler.....	80
7.7. Paleopenler.....	81
7.8. Eski Kıyı Ovaları	81
7.9. Aşınım Yüzeyleri	81
Yararlanılan İnternet Kaynakları	82
8. BÖLÜM: TEKTONİK YERŞEKİLLERİ	83
8.1. Normal / Eğim Atımlı Fay Morfolojisi	87
8.2. Doğrultu Atımlı Fay Morfolojisi	90
8.3. Ters Fay Morfolojisi	98
Yararlanılan İnternet Kaynakları	102
9. BÖLÜM: GENÇLEŞME	103
9.1. Gençleşme Başları	103
9.2. Gömük Menderesler	105
9.3. Sekiler	107
9.4. İççe Sekiler	108
Yararlanılan İnternet Kaynakları	110
10. BÖLÜM: LEVHA TEKTONİĞİ	111
10.1. Kıtaların Kayması	111
10.2. Levha Tektoniği	113
10.3. Levha Tektoniğinde Süreçler	116
Yararlanılan İnternet Kaynakları	124

11. BÖLÜM: MEGAYERŞEKİLLERİ	125
11.1. Levha İçi Yerşekilleri.....	125
11.2. Pasif Kıta Kenarı Yerşekilleri	126
11.3. Aktif Kıta Kenarlarındaki Yerşekilleri.....	127
11.4. Platolar.....	133
11.5. Kıtasal Platformlar	135
12. BÖLÜM: GELECEKTE YERYÜZÜ	137
TERİMLER SÖZLÜĞÜ	141
DEĞİNİLEN BELGELER	151
DİZİN	159

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.....	5
Şekil 2.1.....	7
Şekil 2.2.....	9
Şekil 2.3.....	11
Şekil 2.4.....	11
Şekil 2.5.....	12
Şekil 2.6.....	13
Şekil 2.7.....	14
Şekil 2.8.....	15
Şekil 2.9.....	15
Şekil 2.10.....	16
Şekil 2.11.....	17
Şekil 3.1.....	26
Şekil 3.2.....	30
Şekil 3.3.....	31
Şekil 3.4.....	31
Şekil 4.1.....	36
Şekil 4.2.....	37
Şekil 4.3.....	40
Şekil 4.4.....	40
Şekil 4.5.....	47
Şekil 4.6.....	47
Şekil 5.1.....	49
Şekil 5.2.....	54
Şekil 6.1.....	62
Şekil 6.2.....	63
Şekil 6.3.....	63
Şekil 6.4.....	64
Şekil 6.5.....	65
Şekil 6.6.....	65
Şekil 6.7.....	66
Şekil 6.8.....	67
Şekil 6.9.....	67
Şekil 6.10.....	68
Şekil 6.11.....	68
Şekil 6.12.....	69
Şekil 6.13.....	70
Şekil 6.14.....	70
Şekil 6.15.....	70

Şekil 6.16.....	71
Şekil 6.17.....	71
Şekil 6.18.....	72
Şekil 6.19.....	73
Şekil 6.20.....	74
Şekil 6.21.....	74
Şekil 7.1.....	80
Şekil 8.1.....	87
Şekil 8.2.....	87
Şekil 8.3.....	87
Şekil 8.4.....	88
Şekil 8.5.....	89
Şekil 8.6.....	90
Şekil 8.7.....	92
Şekil 8.8.....	92
Şekil 8.9.....	94
Şekil 8.10.....	95
Şekil 8.11.....	95
Şekil 8.12.....	96
Şekil 8.13.....	96
Şekil 8.14.....	97
Şekil 8.15.....	97
Şekil 8.16.....	97
Şekil 8.17.....	98
Şekil 8.18.....	99
Şekil 8.19.....	100
Şekil 8.20.....	101
Şekil 9.1.....	104
Şekil 9.2.....	105
Şekil 9.3.....	106
Şekil 9.4.....	107
Şekil 9.5.....	109
Şekil 10.1.....	112
Şekil 10.2.....	112
Şekil 10.3.....	115
Şekil 10.4.....	115
Şekil 10.5.....	116
Şekil 10.6.....	117
Şekil 10.7.....	118
Şekil 10.8.....	120

Şekil 10.9.....	121
Şekil 10.10.....	122
Şekil 10.11.....	123
Şekil 11.1.....	125
Şekil 11.2.....	126
Şekil 11.3.....	128
Şekil 11.4.....	130
Şekil 11.5.....	131
Şekil 11.6.....	132
Şekil 11.7.....	132
Şekil 11.8.....	133
Şekil 11.9.....	135
Şekil 11.10.....	136

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1.1.....	5
Foto 1.2.....	5
Foto 1.3.....	6
Foto 2.1.....	7
Foto 2.2.....	8
Foto 2.3.....	9
Foto 2.4.....	9
Foto 2.5.....	10
Foto 2.6.....	10
Foto 2.7.....	13
Foto 2.8.....	13
Foto 2.9.....	14
Foto 2.10.....	15
Foto 2.11.....	16
Foto 2.12.....	16
Foto 2.13.....	17
Foto 2.14.....	17
Foto 2.15.....	17
Foto 3.1.....	27
Foto 3.2.....	27
Foto 3.3.....	27
Foto 3.4.....	28
Foto 3.5.....	28
Foto 3.6.....	29
Foto 3.7.....	29

Foto 4.1.	37
Foto 4.2.	38
Foto 4.3.	38
Foto 4.4.	39
Foto 4.5.	39
Foto 4.6.	41
Foto 4.7.	42
Foto 4.8.	42
Foto 5.1.	52
Foto 5.2.	53
Foto 5.3.	53
Foto 5.4.	54
Foto 5.5.	55
Foto 5.6.	56
Foto 5.7.	56
Foto 5.8.	56
Foto 5.9.	57
Foto 5.10.	58
Foto 5.11.	58
Foto 5.12.	58
Foto 5.13.	59
Foto 7.1.	78
Foto 7.2.	80
Foto 7.3.	82
Foto 8.1.	84
Foto 8.2.	85
Foto 8.3.	85
Foto 8.4.	86
Foto 8.5.	86
Foto 8.6.	86
Foto 8.7.	89
Foto 8.8.	89
Foto 8.9.	93
Foto 8.10.	93
Foto 8.11.	93
Foto 8.12.	94
Foto 8.13.	94
Foto 8.14.	95
Foto 8.15.	98
Foto 8.16.	99

Foto 9.1.	104
Foto 9.2.	104
Foto 9.3.	106
Foto 9.4.	106
Foto 9.5.	109
Foto 10.1.	122

TABLolar LIStESI

Tablo 4.1.....	35
Tablo 4.2.....	36
Tablo 4.3.....	41
Tablo 5.1.....	51
Tablo 10.1.	118
Tablo 12.1.	140

1. BÖLÜM

JEOMORFOLOJİ VE YAPISAL JEOMORFOLOJİ

Jeomorfoloji (*geomorphology*) jeo (*geo*) = yer, morfo (*morpho*) = şekil ve loji (*logy*) = bilim(i) sözcüklerinin birleşmesinden türemiş olan, günümüzde akarsular, tepeler, ovalar, kumsallar gibi çevremizde gördüğümüz her türlü fiziksel yer şekliyle ilgili bir bilimdir. Bilimsel bir tanım yapmak gerekirse jeomorfoloji karalar üzerinde ve denizlerin altında, litosfer (*lithosphere*)in yüzeyinde görülen şekilleri (yerşekillerini) inceleyen, oluşum ve evrimlerini açıklayan, bunları sınıflandıran, coğrafi yayılış ve gruplanmalarını nedenleriyle birlikte açıklayan (Erinç, 2000) ve onlardan yararlanmayı öğreten bilimdir. Son zamanlarda bazı bilim insanları evrende yeralan Güneş, Ay, Venüs, Mars, Jüpiter gibi gezegenlerin yüzeylerindeki yerşekillerini de jeomorfolojinin çalışma kapsamına almaktadırlar.

Yerşekillerini meydana getiren süreçler (jeomorfolojik süreçler) Yerküre'nin yüzeyini etkileyen fiziksel ve kimyasal etkenlerle beraber yerin içinden gelen süreçler (iç/endojenik süreçler = *endogenic processes*), yeryüzüne atmosferden gelen süreçler (dış/eksojenik süreçler = *exogenic processes*) ile Yerküre dışından gelen ekstraterrestrial (*extraterrestrial processes*) süreçler olarak sınıflandırılabilir. Buna göre yapısal jeomorfolojinin odağında yeralan yapısal yerşekilleri iç süreçlerin etkisi altında ortaya çıkarlar (Sür, 1986; Yalçınlar, 1968, 1969).

Jeomorfoloji biliminin konusu olan yerşekilleri çeşitli yaklaşımlarla ele alınmakla beraber bugünün modern jeomorfolojisinde, özellikle Anglo-Sakson (İngiliz-Amerikan) ve Japon ekolünde süreçler ve tarihsel yaklaşım son derece baskın bir şekilde ele alınmaktadır (Summerfield, 2005). Bu itibarla bir süreç jeomorfolojisi ve tarihsel jeomorfolojiden de sözedilebilir (Chorley, 1979; Embleton ve Thornes, 1979).

Jeomorfolojiye yukarıda sözü edilen bu bilimsel yaklaşımlar içinde bugün de etkinliğini sürdüren bir uzmanlık dalı olan **yapısal jeomorfoloji** (*structural geomorphology*), pekçok modern çalışmada öne çıkan tektonik jeomorfoloji ile karıştırılmaktadır. Günümüzde ortaya çıkan yeni trendte, jeomorfoloji çalışma/ilgi alanları uygulamalı jeomorfoloji (*applied geomorphology*), iklimatik jeomorfoloji (*climatic geomorphology*), tektonik jeomorfoloji (*tectonic geomorphology*),