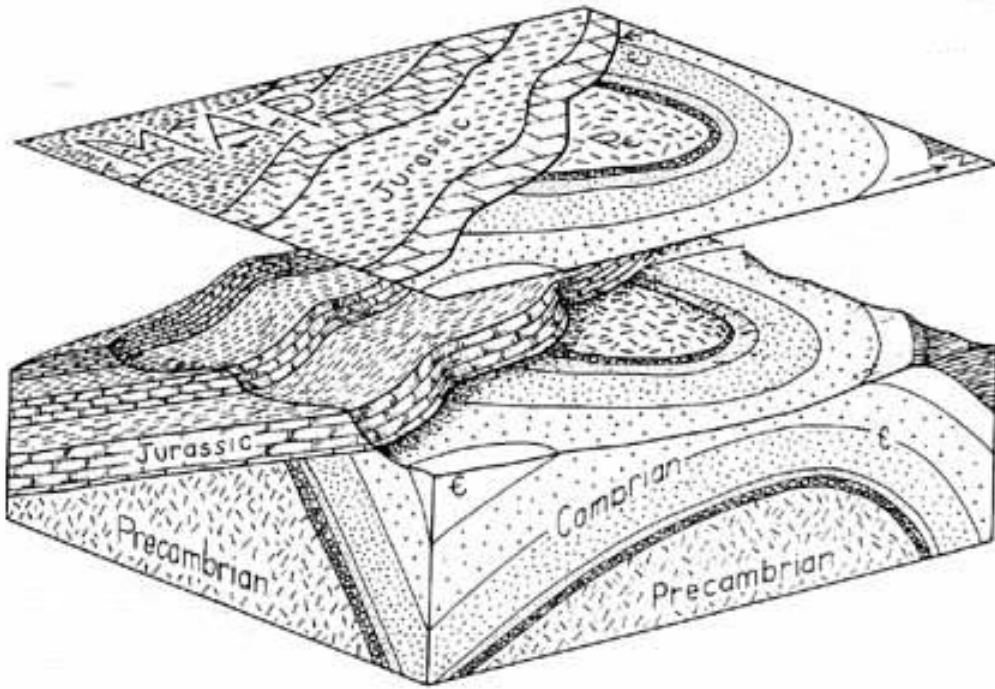


JEO 499

Jeolojik Haritalama Teknikleri ve Uygulamaları

DERS NOTLARI



Doç. Dr. Erman ÖZSAYIN

Hacettepe Üniversitesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

2022

HAFTALARA GÖRE İŞLENECEK KONULAR

Haftalar	Tartışılacak işlenecek konular	
	Teori	Uygulama
1. Hafta	Giriş, jeolojik haritalamanın önemi ve jeoloji disiplinlerindeki kullanımı	Topoğrafik harita lejandı ve nokta tarif yöntemleri
2. Hafta	Topoğrafik haritalar, koordinat sistemleri, GPS cihazları ve kullanımı	UTM ve derece cinsinden nokta ifade etme
3. Hafta	Jeolojik yüzlekler boyunca veri toplama, düzlemsel ve çizgisel yapılar	Pusula ile düzlemsel ve çizgisel yapıların ölçümü ve haritaya işlenmesi
4. Hafta	Jeolojik haritalama yöntemleri	V-kuralı ve traversleme yöntemi ile ölçülen verilerden sınır çizimi
5. Hafta	Çökel kayaçlarda haritalama	Doğrultu uzanımı kavramı ve sınır çizimi
6. Hafta	Ara sınav	
7. Hafta	Magmatik ve metamorfik kayaçlarda haritalama	Dokanak ilişkilerine göre haritalama
8. Hafta	Kıvrımlı yapılar	Kıvrımlı yapıların haritalanması
9. Hafta	Uyumsuzluk çeşitleri	Uyumsuzluk haritalama ve sınır ilişkisi
10.Hafta	Tektonik dokanaklar	Fay haritalama ve sınır ilişkisi
11.Hafta	Tektonik dokanaklar	Fay haritalama ve sınır ilişkisi
12.Hafta	Ara sınav	
13.Hafta	Jeoloji haritalarının dijital ortama aktarılması	Çizim programı kullanılarak jeolojik harita çizimi
14.Hafta	Dijital haritaların koordinatlandırılması ve genel sınava hazırlık	Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) programı kullanılarak jeolojik haritaların koordinatlanması
15.Ve 16. hafta	Genel sınav	

H.Ü. Önlisans, Lisans Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği

MADDE 22 – (1) Derslere ve uygulamalara devam zorunludur. Mazeretler de dahil olmak üzere kuramsal (teorik) saatlerin %30’undan, uygulama saatlerinin de %20’sinden fazlasına katılmayan öğrenci o dersin genel sınavına alınmaz. Devamsızlıkları nedeniyle sınava girme hakkı kazanamayanların listesi, genel sınav döneminden önce ilgili dersin sorumlu öğretim elemanı tarafından ilan edilir. (Bkz: 6 Haziran 2016 tarihli, 29734 sayılı Resmi Gazete)

Jeo 499 Jeolojik Haritalama Teknikleri ve Uygulamaları dersi ara sınavlar hariç toplam 12 hafta olup, teorik derslere 4 ve/veya uygulama derslerine 3 haftadan fazla devamsızlık yapan öğrenciler devamsızlık nedeniyle genel sınava girme hakkı kazanamazlar.

İçindekiler

- 1. Giriş**
 - 1.1. Jeolojik Haritalamanın Önemi
 - 1.2. Jeoloji Haritalarının Jeoloji Disiplinlerindeki Kullanımı
 - 1.3. Topoğrafik harita Açıklamaları (lejandı)
 - 1.4. Nokta tarif yöntemleri
 - 1.5. UYGULAMA 1
- 2. Koordinat Sistemleri**
 - 2.1. Topoğrafik haritalar
 - 2.2. Koordinat sistemleri
 - 2.3. GPS cihazları ve kullanımı
 - 2.4. UTM ve derece cinsinden nokta ifade etme
 - 2.5. UYGULAMA 2
- 3. Veri Toplama**
 - 3.1. Jeolojik yüzlekler boyunca veri toplama
 - 3.2. Düzlemsel ve çizgisel yapılar
 - 3.3. Pusula ile düzlemsel ve çizgisel yapıların ölçümü ve haritaya işlenmesi
 - 3.4. UYGULAMA 3
- 4. Jeolojik Harita Yapımı**
 - 4.1. Jeolojik haritalama yöntemleri
 - 4.2. V-kuralı ve traversleme yöntemi ile ölçülen verilerden sınır çizimi
 - 4.3. UYGULAMA 4
 - 4.4. Çökel kayalarda haritalama
 - 4.5. Doğrultu uzanımı kavramı ve sınır çizimi
 - 4.6. UYGULAMA 5
 - ÖDEV 1**
 - 4.7. UYGULAMA 6
 - 4.8. UYGULAMA 7
- 5. Magmatik ve metamorfik kayalarda haritalama**
 - 5.1. Magmatik kayalar (UYGULAMA 8-9-10-11-12)
 - 5.2. Metamorfik kayalar
 - 5.3. Dokanak ilişkilerine göre haritalama
- 6. Yapısal Unsurların Haritalanması**
 - 6.1. Kıvrımlı yapılar
 - 6.2. Kıvrımlı yapıların haritalanması (UYGULAMA 13-14)
 - 6.3. Uyumsuzluk çeşitleri
 - 6.4. Uyumsuzluk haritalama ve sınır ilişkisi (UYGULAMA 15-16-17)
 - 6.5. Tektonik dokanaklar
 - 6.6. Fay haritalama ve sınır ilişkisi (UYGULAMA 18-19)
 - ÖDEV 2**
- 7. Haritaların Sayısal Ortamlara Aktarılması**
 - 7.1. Jeoloji haritalarının dijital ortama aktarılması
 - 7.2. Çizim programı kullanılarak jeolojik harita çizimi (UYGULAMA 20)
 - 7.3. Dijital haritaların koordinatlandırılması (UYGULAMA 21)

1. GİRİŞ (1.HAFTA)

Bu ders Jeoloji Mühendisliği ve Jeoloji Mühendisliği Hidrojeoloji Programı lisans öğrencilerine; 1. ve 2. sınıfta öğrendikleri temel harita bilgilerini pekiştirmek amacıyla teknik seçmeli lisans dersi olarak açılmıştır. Ayrıca, Jeo 359 Saha Jeolojisi ve Jeo 302 Jeolojik Haritalama Çalışması derslerinin daha başarılı sonuçlanması ve eksikliklerinin giderilmesi bakımından da destekleyici ve katkı koyucu şekilde düzenlenmiştir.

1.1. Jeolojik Haritalamanın Önemi

Yerbilimcilerin arazi çalışmaları sırasında karşılaştıkları kayaç türlerini, bunların birbirleriyle olan ilişkilerini ve oluşturdıkları jeolojik/jeomorfolojik yapıları zaman ve mekân ilişkisi gözeterek kayıt altına alırlar. Bu kayıtlar öncelikli olarak saha defterleri ve jeolojik haritalardır. Saha defterleri incelemeye ilişkin gözlemleri, notları, tanımlamaları, kesitleri ve kişisel değerlendirmeleri kapsar. Jeoloji haritası ise incelenen bölgedeki kayaç gruplarının dağılımını, yayılımını, konumlarını, içerdikleri yapısal unsurları, bunların konumlarını ve özelliklerini gösterir niteliktedir.

Bir jeoloji haritası yapımı sırasında yukarıda toplanan bilgilerin en sade ancak anlaşılır şekilde hazırlanan haritaya yansıtılması gerekir. Hazırlanan jeoloji haritasında bulunması gerekenler aşağıda sıralanmıştır:

- a. Kuzey işareti
- b. Çizgi ölçek
- c. Kesir ölçek
- d. UTM grid ya da kullanılan koordinat sistemini gösteren enlem ve boylam çizgileri
- e. Yollar
- f. Yerleşimler
- g. Dereler
- h. Çeşme/Tepe gibi topoğrafik haritada da bulunan unsurlar
- i. Birim sınırları
- j. Tabaka/foliasyon konumları (1 km²'lik alan içine en az dört adet)
- k. Varsa kıvrım eksenleri
- l. Varsa faylar
- m. Varsa eklem konumları
- n. Örnek alım istasyonları

1.2. Jeoloji Haritalarının Jeoloji Disiplinlerindeki Kullanımı

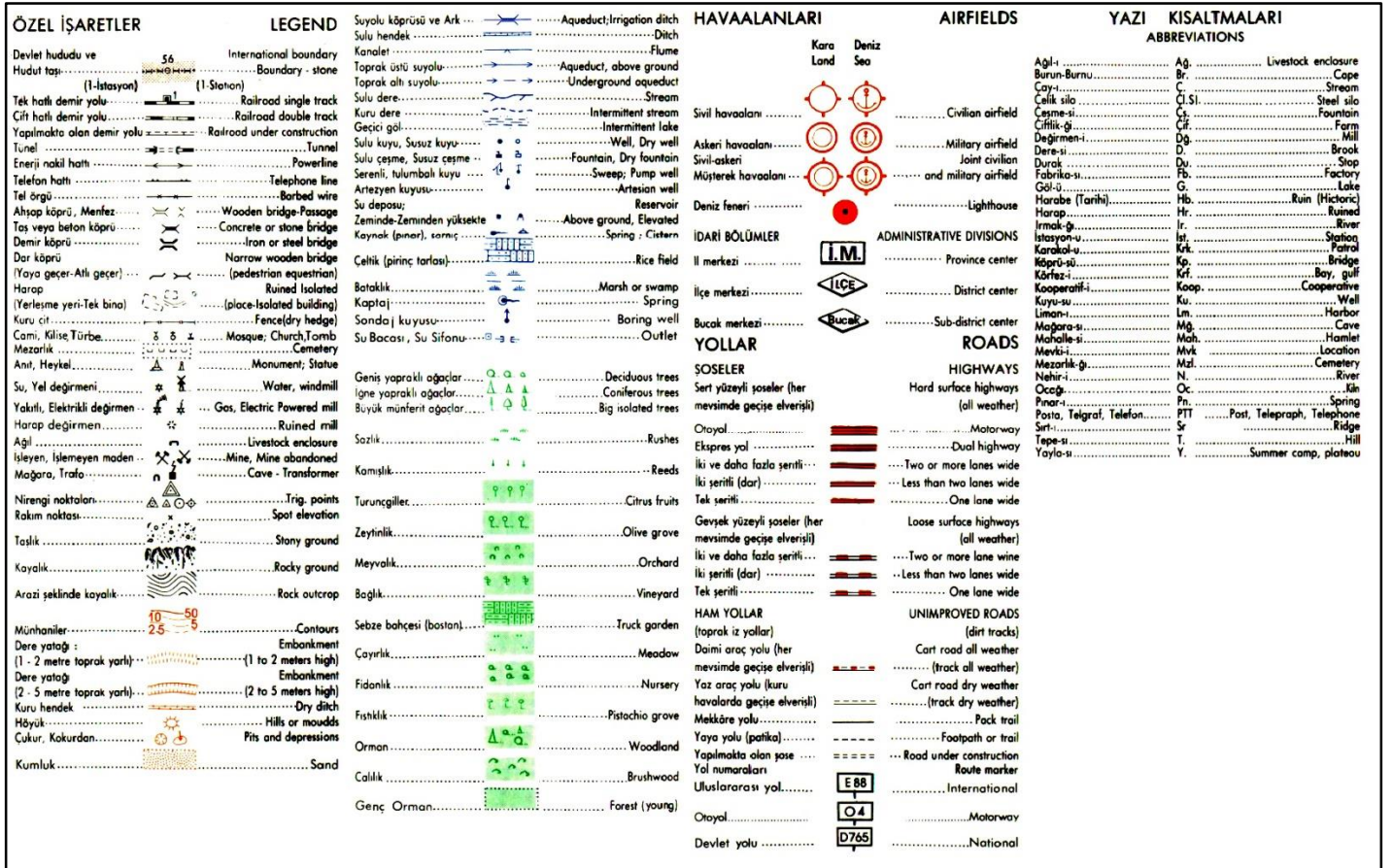
Hazırlanmış olan jeoloji haritaları farklı kullanım amaçlarına göre yeniden düzenlenerek ya da sadeleştirilerek farklı disiplinlerde de kullanılabilir. Aşağıda bunlara ait bazı örnekler sunulmuş olup kullanım amacına göre çoğaltılabilir.

- a. **Hidrojeoloji haritaları:** Geçirimli/geçirimsiz taneli/kaya ortamı şeklinde jeoloji haritasında sınırları belirtilen birimler gruplanarak/yeniden işaretlenerek kullanılabilir.
- b. **Fay /aktif fay/yapısal jeoloji haritaları:** Litolojilerin silinerek sadece fayların/yapısal unsurların gösterildiği haritalardır.

- c. **Heyelan/potansiyel heyelan/risk haritaları:** Jeoloji üzerine heyelanların, riskli bölgelerin veya heyelan beklenen bölgelerin işlendiği haritalardır. Bu haritalar sadeleştirilerek de kullanılabilir.

1.3. Topoğrafik Harita Açıklamaları (Lejanti)

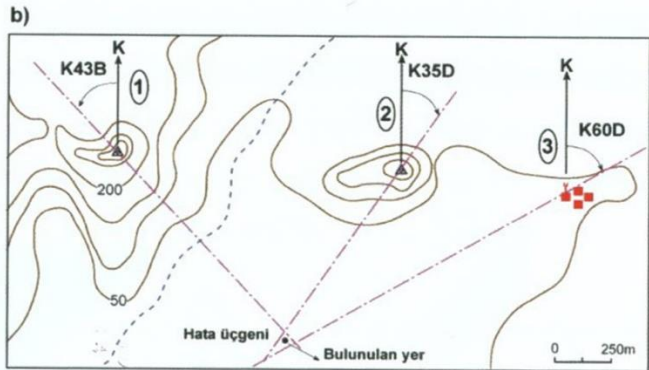
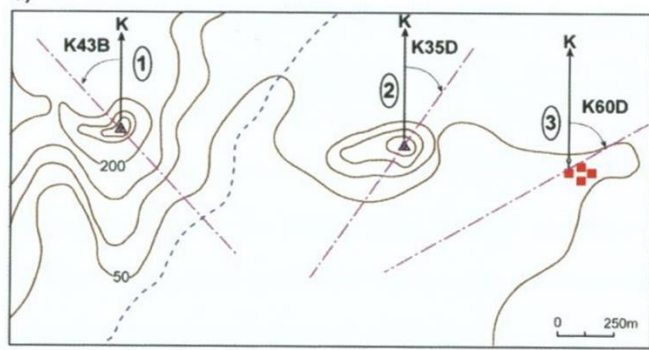
Topoğrafik haritalarda kullanılan işaretlemelerin önemli bir kısmı jeoloji haritalarında da kullanılmaktadır. Bu işaretlemeler özellikle arazi çalışmasında yer tayini yaparken ve sınır çizerken dikkate alınması gereken unsurlardır. Arazi çalışmasında en çok kullanılan harita sembolleri yerleşim, yol, akarsu, çeşme, tepe, köprü, enerji nakil hatları, menfez ve demiryoludur. Bunların dışında vadi ve sırtlar, çukur alanlar, topoğrafya şekli eşyükseklik eğrileri yardımıyla morfolojik olarak kullanabileceğimiz önemli noktalardır. Aşağıda bir topoğrafik haritada yer alan ve açıklamalar bölümünde verilen lejant yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Topoğrafik haritalarda kullanılan özel işaretler.

1.4. Nokta Tarif Yöntemleri

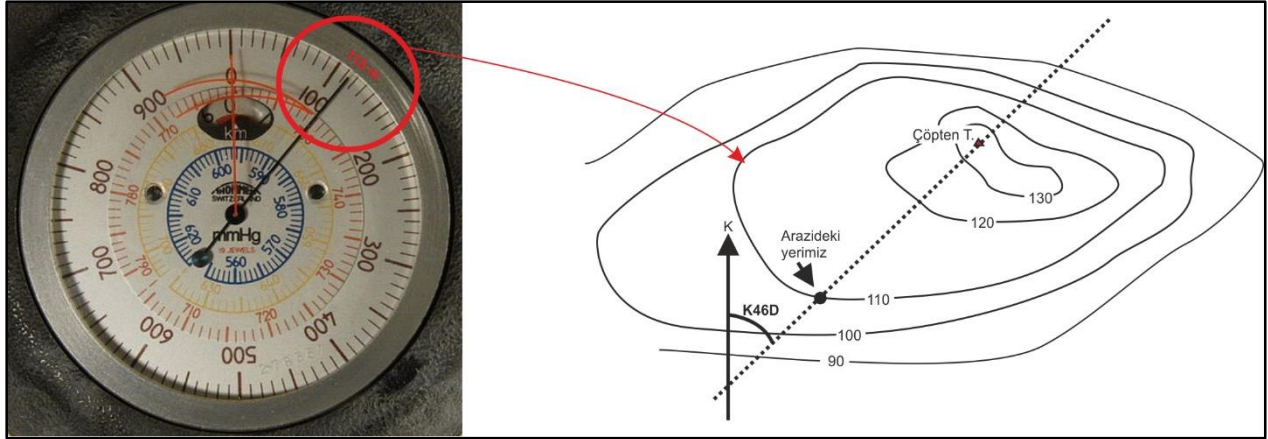
GPS (Global Positioning System) cihazı: En hızlı ve en doğru yer bulmak için geliştirilmiş ve/veya bütünleşmiş sistemlerdir. Cihaz en az üç uydu ile bağlantı kurarak konumu ve hata payını sayısal olarak ifade eder. Tercih edilen koordinat gösterim şeklini cihaz üzerinden ayarlamak mümkündür (UTM, ondalık derece gibi). Bu cihazlar ayrı satılmakla beraber akıllı telefonlara, bazı dizüstü bilgisayarlara ve tabletlere bütünleşmiş şekilde de sunulmaktadır.



Şekil 1.2. Pusulanın tutuş şekli ve topoğrafik harita üzerine işlenerek yerin bulunması.

Pusulalıtimetre yöntemi: Bu yöntem de geriden kestirme yöntemine benzer şekilde uygulanmaktadır. Harita kuzeylendikten sonra hedef alınan unsurun doğrultusu pusuladan okunur ve harita üzerine çizilir. Altimetre (yükseklikölçer) ile deniz seviyesinden olan yükseklik okunur. Harita üzerine çizilen çizgi ile kesişen yükseklik değeri (altimetreden okuduğumuz) işaretlenerek yer bulunmuş olur ([Şekil 1.3](#)).

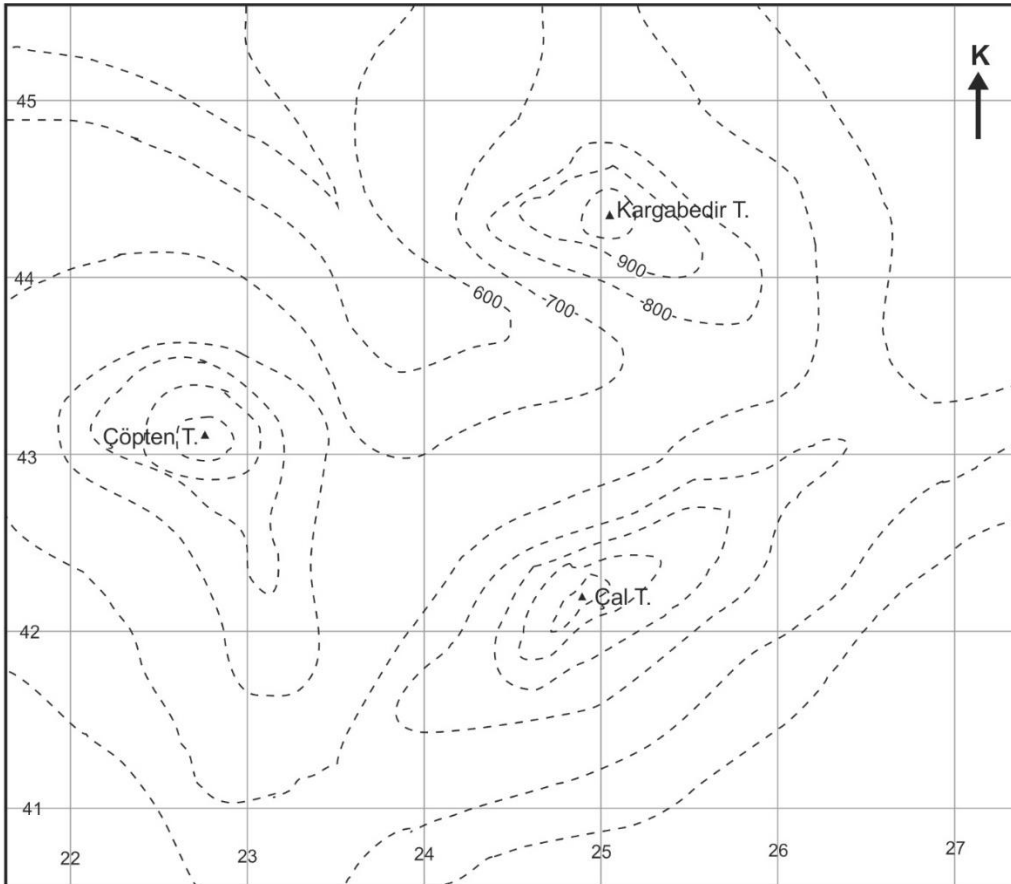
NOT: Altimetre hava basıncıyla çalıştığından ve günlük olarak hava koşulları değişebildiğinden cihaz arazi çalışmasına başlamadan önce yüksekliği bilinen bir noktada kalibre edilmelidir.



Şekil 1.3. Pusula-altimetre yöntemi ile arazideki konumun bulunması.

1.5. UYGULAMA 1

- Verilen haritanın ölçeğini hesaplayınız.
- Aşağıda verilen haritada belirtilen konumları Geriden Kestirme Yöntemi'yle bulunuz. Bulduğunuz noktaları UTM Grid sistemine göre tarif ediniz.
 - (A noktası Kargabedir Tepe'ye atış K20D, Çöpten Tepe'ye atış K50B, Çal Tepe'ye atış K70D)
 - (B noktası Kargabedir Tepe'ye atış K88D, Çöpten Tepe'ye atış K10B, Çal Tepe'ye atış K47B)
- Aşağıda verilen haritada belirtilen konumu Pusula-Altimetre Yöntemi'yle bulunuz. Bulduğunuz noktayı UTM Grid sistemine göre tarif ediniz.
 - (C noktası Çöpten Tepe'ye atış K50B, altimetre yüksekliği 650 m)

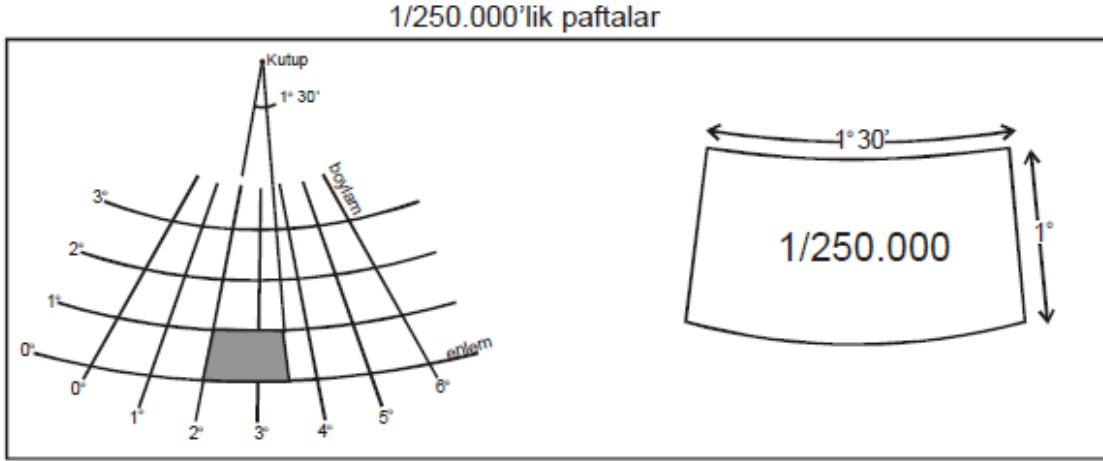


2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ (2.HAFTA)

2.1. Topoğrafik Haritalar

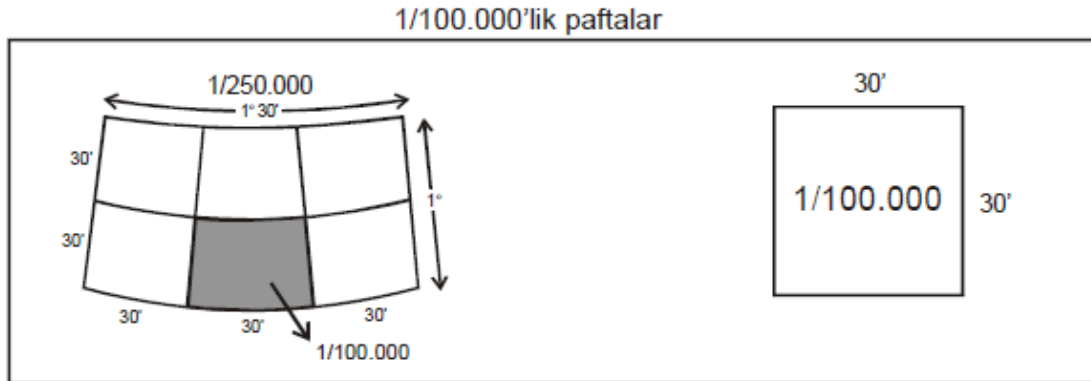
Yeryüzünün tamamının veya bir bölümünün morfolojik (şekilsel) yapısının belli bir ölçek dâhilinde eş yükseklik eğrileriyle yatay düzleme aktarılmasıyla elde edilen haritalara topoğrafik haritalar denir. Topoğrafik haritalarda, yeryüzünde bulunan tüm doğal ve yapay unsurlar kendilerine özgü simgelerle gösterilmiştir. Bunlar binalar, köprüler, yollar, akarsu/göl/gölet/deniz/baraj, bitki örtüsü ve arazi şeklidir.

Paftalar temel olarak 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 ve 1:25.000 olmak üzere dünya çapında ortak olarak ölçeklendirilmiştir. Bu bölümlenme de her bir paftanın kapladığı yer yüzeyi belirli enlem ve boylam aralıklarına karşılık gelmektedir. Dünya standartlarında 1:250.000 ölçekli bir paftanın yeryüzünde kapladığı alan 1°30' lık meridyen ve 1° lik paralel aralığıdır. Bu alan içerisinde bulunan yerleşimlerden biri paftaya ismini verir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. 1:250.000 ölçekli paftanın bölümlenmesi.

Bundan sonraki kısımda bu alan meridyen ve paralellerde 30' lık aralıklara bölünür. Bu da paftanın eni ve boyu aynı dakika aralıklarında 6 eşit parçaya ayrılmasını sağlar. Her bir parça 30'x30' dır ve 1:100.000 ölçekli bir alanı temsil eder (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. 1:100.000 ölçekli paftanın bölümlenmesi.

TÜRKİYE PAFTA BÖLÜMLEMESİ

The map illustrates the administrative divisions of Turkey, numbered 15 to 53. The regions are arranged in a grid corresponding to the following coordinates:

	27°				30°				33°				36°				39°				42°				45°															
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
D																																								
E																																								
F																																								
G																																								
H																																								
I																																								
J																																								
K																																								
L																																								
M																																								
N																																								
O																																								
P																																								
R																																								

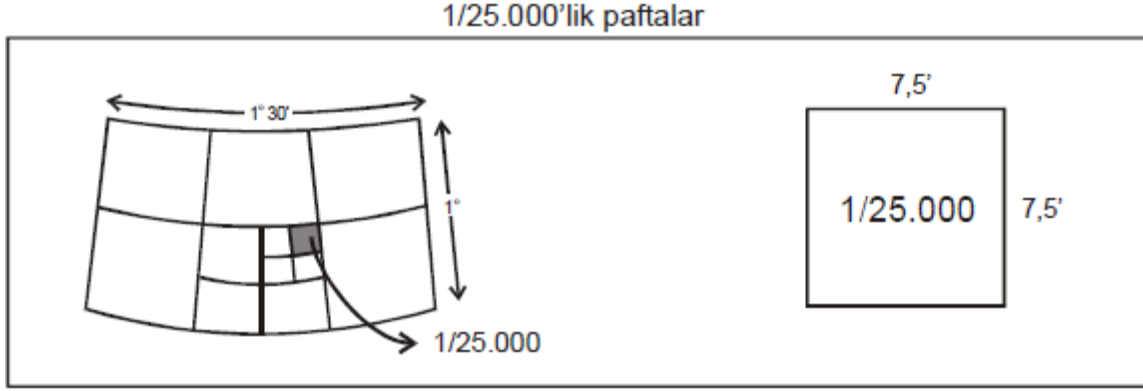
Latitude coordinates (from top to bottom): 42°, 41°, 40°, 39°, 38°, 37°, 36°.

Longitude coordinates (from left to right): 27°, 33°, 39°, 45°.

1:100.000 ölçekli haritalara geçildikten sonra daha büyük ölçekli paftalar elde etmek için alan kenarortaylarından dört eşit parçaya bölünür. Çünkü paralel ve meridyen miktarları artık aynıdır (30'x30'). Dörde bölünen her parça 15'x15' ölçüsündedir ve 1:50.000 ölçekli paftayı temsil eder (Şekil 2.4).

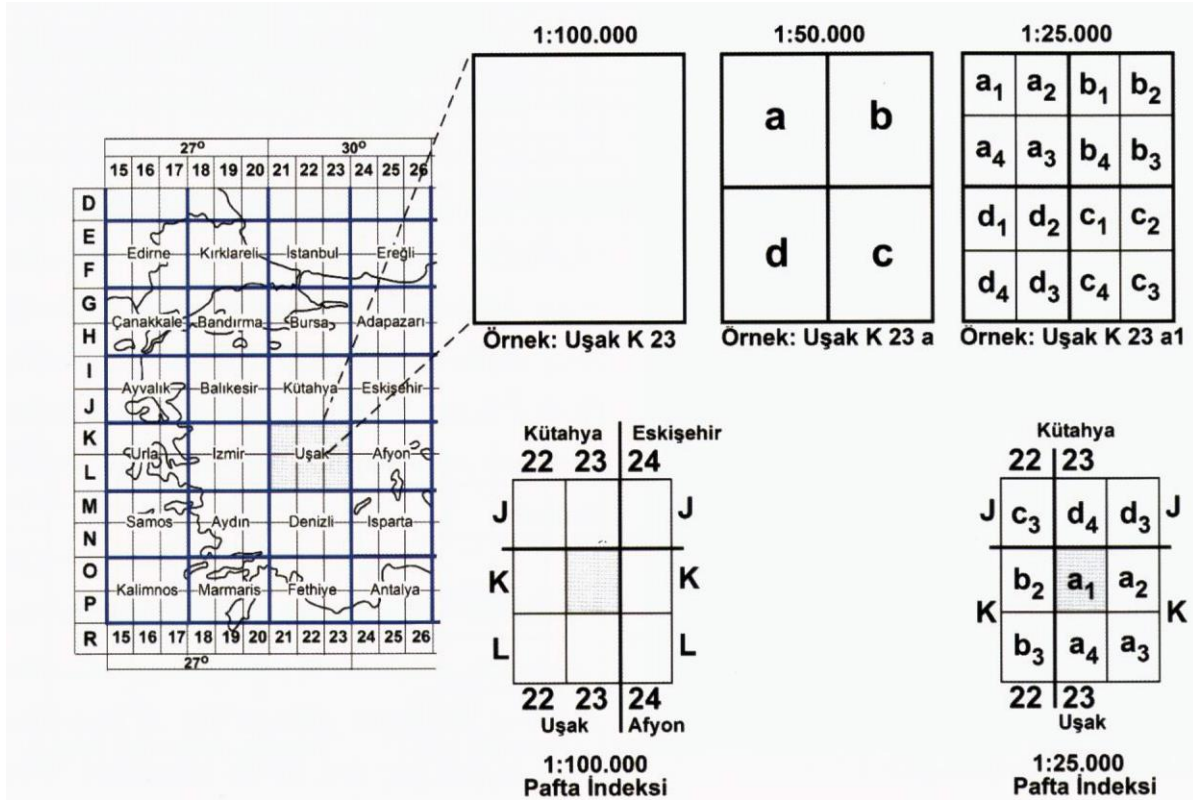


9



Şekil 2.5. 1:25.000 ölçekli paftanın bölümlenmesi.

1:50.000 ve 1:25.000 ölçekli paftaların isimlendirilmesinde saat yönünde a/b/c/d ve 1/2/3/4 rakamları kullanılır. Bunların verilmiş şekilleri Şekil 2.6'da gösterilmiştir.

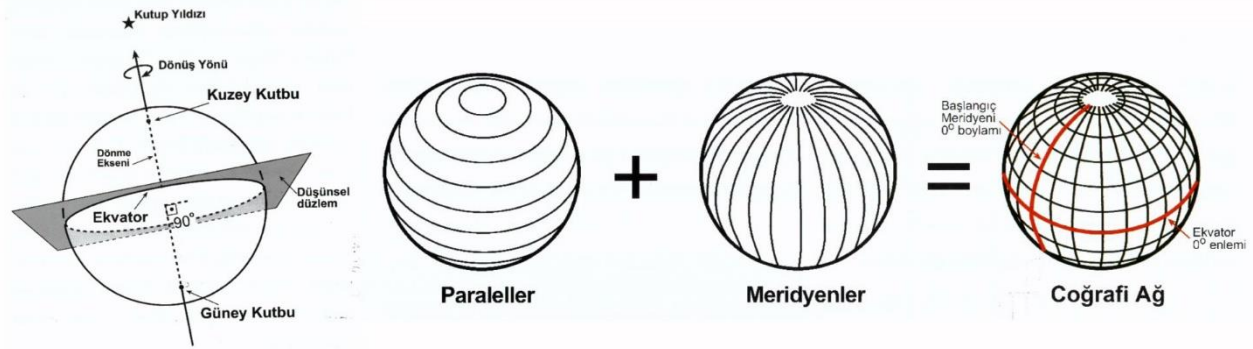


Şekil 2.6. Paftaların bölümlenmesi ve isimlendirilmesi (Seyitoğlu, 2013).

2.2. Koordinat sistemleri

Coğrafi koordinat sistemi, dünya üzerindeki herhangi bir yeri topoğrafik bir nokta olarak tanımlamayı sağlayabilen ifade şeklidir. Küresel ölçekte belirlenmiş ve topoğrafik haritalarda yer alan meridyen/boylam ve paralel/enlem koordinat sistemini oluşturur. İki çeşit koordinat sistemi bulunmaktadır. Bunlar:

- a) **Coğrafi koordinatlar:** Yerin dönme ekseninin referans alındığı sistemdir. Bu eksenin kuzey kutbundan itibaren uzatılması ile Kutup Yıldızı (Polaris) na ulaşılır. Bu sistemde eksen Dünya yüzeyi üzerinden adeta karpuz dilimi şeklinde bölen yarı çemberlere meridyen, bu eksene dik, ekvatora paralel olarak oluşturulan çemberlere ise paralel adı verilir. Her ikisi birlikte coğrafi ağı oluşturur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Yerin dönme eksenini ve coğrafi ağı (Seyitoğlu, 2013).

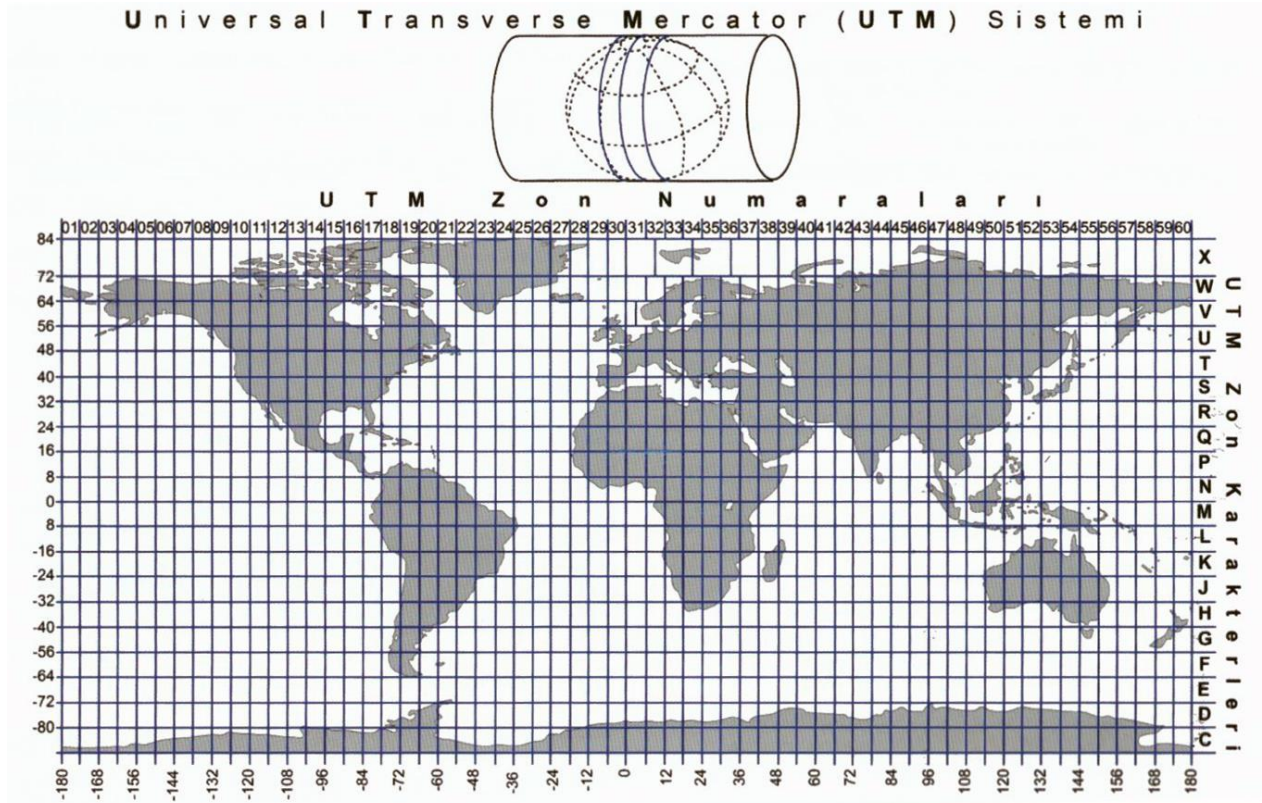
Coğrafi koordinatların ifadesi iki şekilde yapılır. İlk ifade şekli derece-dakika-saniye şeklindedir. İkinci ifade şekli ise ondalık derece cinsinden kullanımdır. Günümüz bilgisayar yazılımları ve GPS teknolojisi her iki ifade şeklini de gösterebilmesine rağmen, yazılı olarak sunulan belgelerde (rapor, makale, derleme, saha notu gibi) verilen koordinatların birbirlerine dönüştürülmesi gerekebilir. Bu dönüşümün nasıl yapıldığı aşağıda verilmiştir.

Örnek: 45°33'22" olarak verilmiş bir ifadeyi ondalık dereceye çeviriniz.

- Çözüm:**
- İlk olarak 33' saniyeye çevrilir. $1' = 60''$ ise $33 \times 60 = 1980''$ olur.
 - Bu değer 22'' üzerine eklenir. $22 + 1980 = 2002''$.
 - $1^\circ = 3600''$ ise $2002 / 3600 = 0.55$ olur. Yani $2002'' = 0.55^\circ$ dir.
 - Bu değer baştaki 45° ye eklenir. $45^\circ + 0.55^\circ = 45.55^\circ$ olarak sonuç bulunur.

NOT: Tersten giderek ondalık dereceyi derece-dakika-saniye şeklinde ifade etmekte mümkündür.

- b) **Grid koordinatları:** Enlem ve boylam değerleri ile nokta tarifi zaman aldığı için dik açılı grid sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemlerden biri UTM (Universal Transverse Mercator) sistemidir. Bu sistemde yeryuvarı 6° genişlikte UTM zon numaraları ve 8° lik zon karakterlerine bölünmüştür (Şekil 2.8). Örneğin 36S. Buradaki bölümlere görsel olarak topoğrafik harita bölümlemesine benzemektedir.

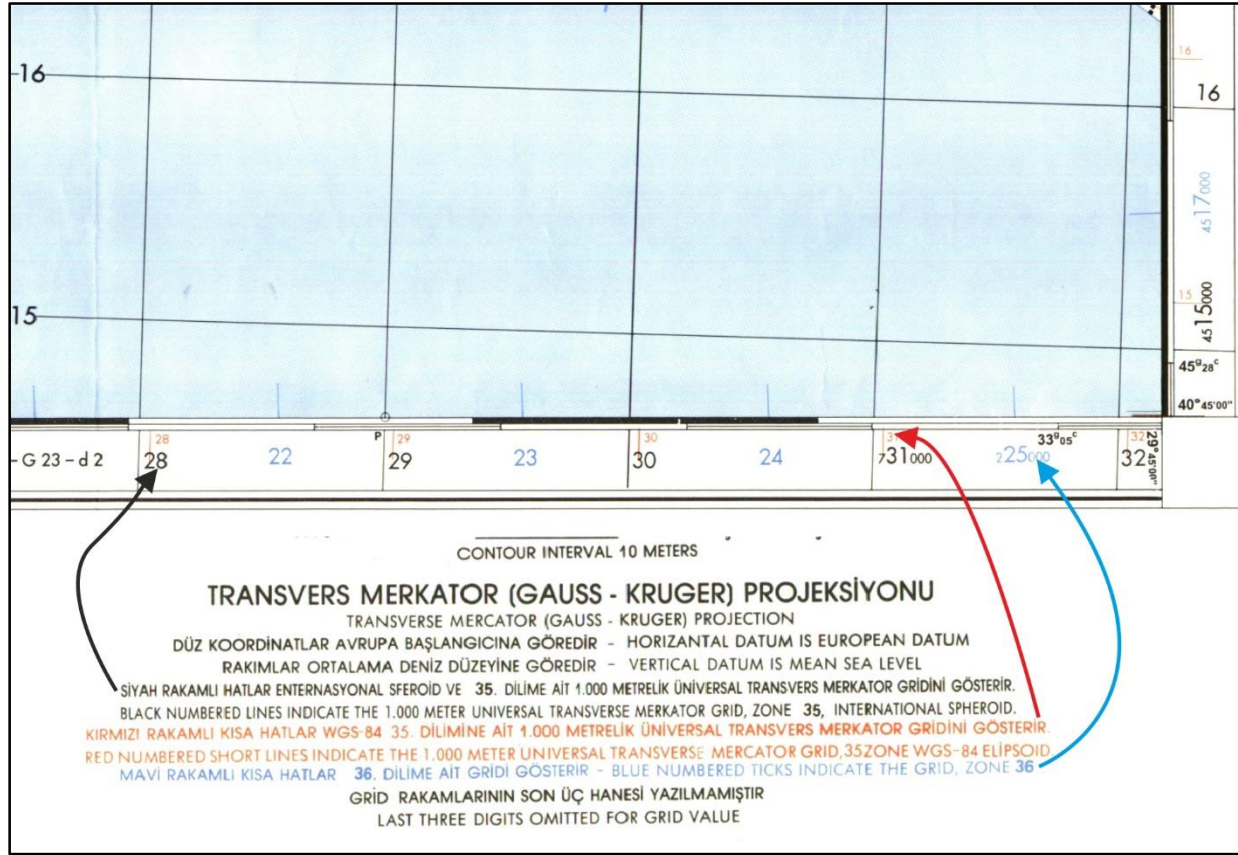


Şekil 2.8. UTM Grid Sistemi.

Ülkemizde iki farklı UTM sistemi kullanılmaktadır. Özellikle 1990 yılından önce hazırlanmış olan topoğrafik haritalarda sadece ED 50 (European Datum 1950) sistemi kullanılırken, daha yeni tarihli haritalarda hem ED 50 hem de WGS 84 (World Geodetic System) grid sistemi farklı renklerde gösterilmektedir. Harita üzerinde çalışırken bu koordinat sisteminden hangisinin kullanıldığına dikkat edilmelidir. Bu iki sistemin birbirlerine dönüşümü için matematiksel işlem gerekmektedir, internet üzerinde bunların birbirine dönüşümünü kolaylaştıran hazır yazılımlar ve tablolar bulunmaktadır. Aşağıdaki web adresinde bunlardan biri gösterilmektedir.

Örn: harita.gumushane.edu.tr/user_files/files/wgs84_ed50.xls

Şekil 2.8’de de görüldüğü gibi Türkiye 35., 36., 37. Ve 38. zonların içerisinde kalmaktadır. Bu durum üretilen topoğrafik haritalara yansıtılmak zorundadır. Dünya küre (geoid) şeklinde ve üretilen haritalar ise düzlem şeklinde olduğundan bu küreselliği kağıt üzerine yansıtma sırasında bazı düzenlemeler yapılması gereklidir. Bu düzenleme iki zonun sınır noktalarını kapsayan paftalarda yapılarak ilgili uyarılar topoğrafik harita üzerinde belirtilir (Şekil 2.9). Bu geçiş ve düzenlemeler tüm ülkelerde standart olup, ilgili paftalarda uyarı ve düzenlemeler yer almaktadır.

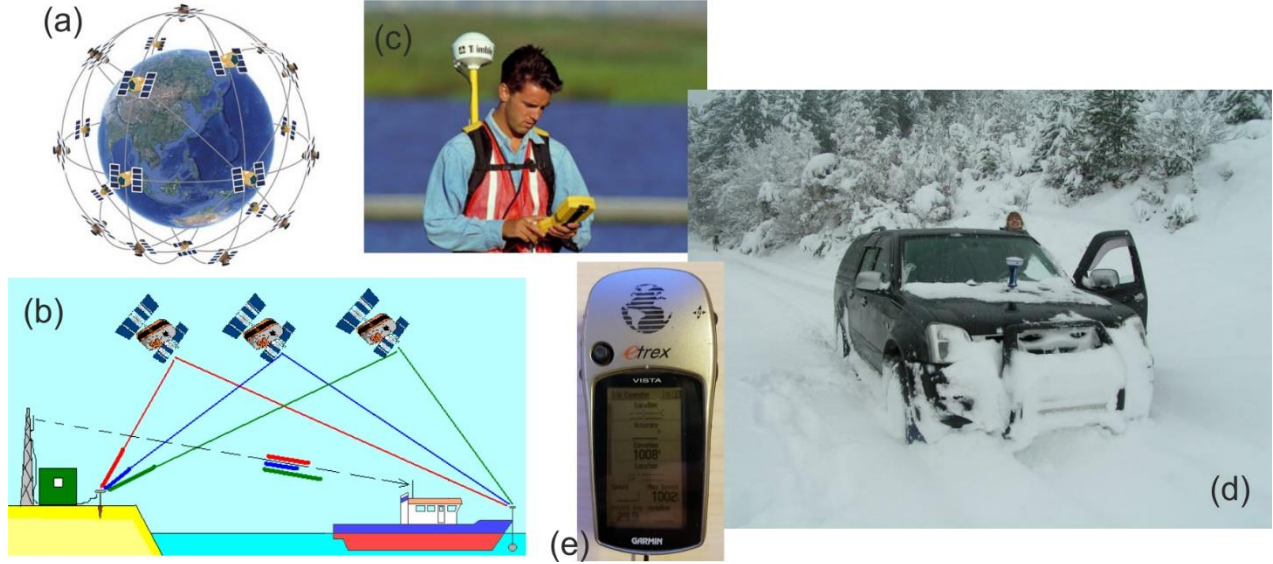


Şekil 2.9. Zon geçişlerindeki paftalarda yapılan düzenleme ve uyarılar.

2.3. GPS Cihazları ve Kullanımı

GPS (Global Positioning System), Türkçe adıyla “Küresel Konumlandırma Sistemi” ABD Savunma Bakanlığı’na ait 24 uydudan oluşan, Dünya çevresinde sürekli dönen ve düzenli bir şekilde kodlanmış bilgi yollayan uydu ağıdır. 1980 öncesinde askeri amaçlarla kurulmuş olan bu ağ bu tarihten sonra sivil kullanıma açılmıştır. Yayınladıkları çok düşük güçlü radyo sinyalleri GPS cihazları tarafından algılanır ve aradaki mesafeyi belirler. Bu sayede cihaz yeryüzündeki konumunu bulmuş olur. Sağlıklı bir konum belirleme için cihazın en az üç uydu verisini sağlıklı olarak alabilmesi gereklidir.

Bu cihazlar günümüzde ağırlıklı olarak navigasyon cihazlarında yer almaktadır. Hassasiyetleri ± 4 m ile ± 10 m arasında değişmektedir. Mesleki anlamda kullanılan cihazların hassasiyetleri daha yüksektir. Standart GPS cihazları günümüzde ± 3 m DGPS (Differential GPS/Ayrımsal GPS) cihazlarında ise ± 10 cm ölçüm hassasiyeti elde edilebilmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. (a) Dünya çevresinde yörüngedeki konumlama uyduları (b) DGPS konumlama şekli (c-d) DGPS (e) El tipi GPS.

GPS Ayarları ve Kullanımı

Arazi çalışması öncesi GPS cihazlarının göstereceği konum şekli ve kullanılacak haritanın konum standartları cihazın ayarlar bölümünden düzenlenmelidir. Doğru ayarlanmayan cihazlardan alınacak konum bilgileri harita üzerinde yanlış noktayı işaret edecektir.

Bu düzenleme için öncelikle kullanılacak haritadaki UTM Grid Sistemi kontrol edilmelidir. Daha öncede belirtildiği gibi ülkemizdeki koordinat sistemi European Datum 1950, ölçü birimi “metrik” tir. Ayrıca yeni haritalarda bu sistemle binik şekilde WGS84 sistemi de yer almaktadır.

Adımları Şekil 2.11’den takip ediniz.

- GPS cihazının ayarlar bölümüne girilir (1).
- Ayarları’nın içinden birimler (Units) seçilir (2).
- Konum formatı (Position format) bölümünden derece, ondalık derece veya UTM seçimi yapılır (3-4-5).
- Harita Datumu (Map Datum) bölümüne girilir ve elimizdeki haritada ya da yapacağımız işte kullanacağımız European 1950 ya da WGS 84 seçimi yapılır (6-7).
- Mesafe/hız (Distance/Speed) bölümünden “metrik” seçimi yapılır (8).
- Cihaz artık kullanıma hazırdır.

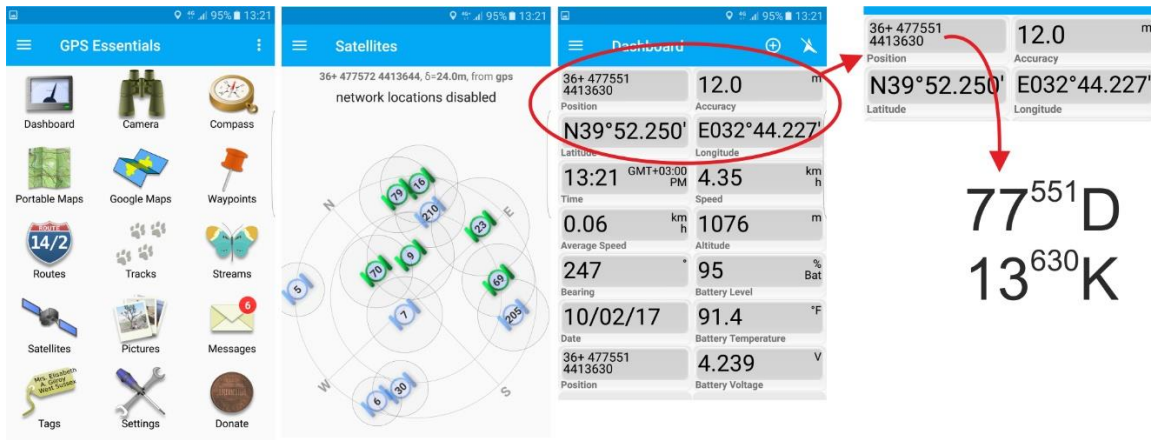


Şekil 2.11. GPS cihazlarının koordinat sistemlerinin ayarlanması

Bu noktadan sonra GPS cihazı konumu talep edilen formatta gösterime hazırdır. Arazi çalışmalarında marka ve modele bağlı olarak ilk çalıştırmada uyduların tespit edilmesi birkaç dakika sürebilir. Cihaz açıkken hareket halinde olmak işlemi hızlandırır. Cihaz bağlantıyı kurduktan sonra koordinatı hata payı ile birlikte gösterir. Şekil 2.12’de verilen örnekte uydu bağlantıları ve UTM Grid Sistemi (European Datum 1950) formatındaki konum görülmektedir. 36S olarak belirtilen kısım bulunduğumuz noktanın hangi bölgede olduğunu (Bkz. Şekil 2.8), 7’şer haneli rakamlar ise haritadaki UTM enlem ve boylamını ifade eder. Tek bir paftada çalışırken enlem ve boylam değerlerinin son 5 rakamının okunması yeterli olacaktır. Aşağıda örnek akıllı telefon yazılımları sunulmuş olup dahili GPS bulunan cihazlarda kullanılabilir. Doğru konum alınabilmesi için cihazlarda konum servisinin açık ve GPS’in aktif olması gerekmektedir.

Örnek akıllı telefon yazılımları: IOS: Locate! (Ücretsiz)

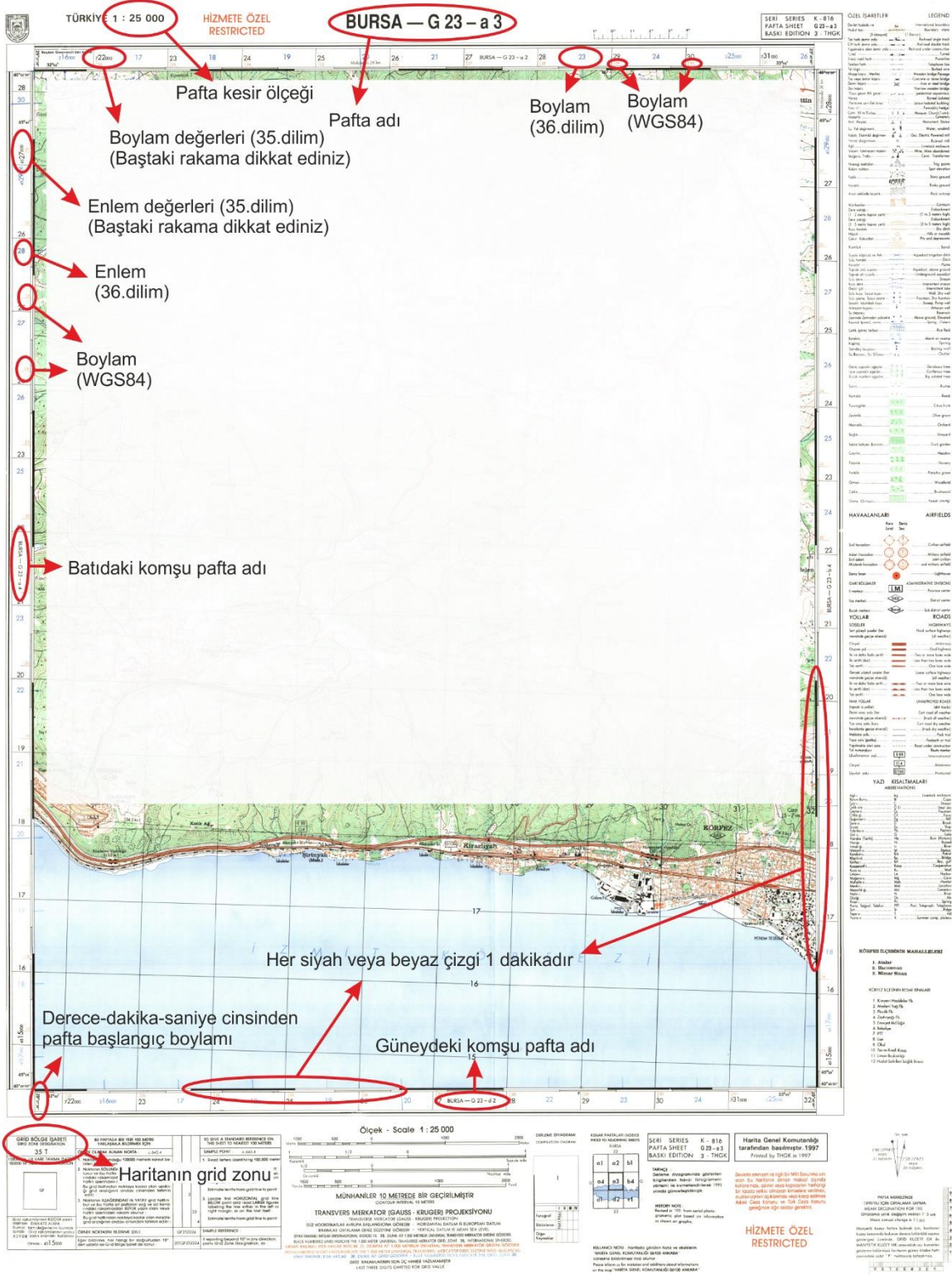
Android: GPS Essentials (Ücretsiz)



Şekil 2.12. UTM Grid Sistemi’ne ayarlanmış Android uygulaması ve veri görünümü.

2.4. UTM Ve Derece Cinsinden Nokta İfade Etme

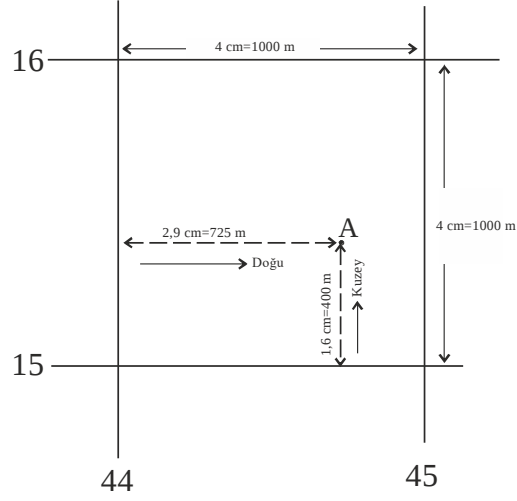
Topoğrafik haritalarda hem derece hem de UTM cinsinden koordinat gösterimleri yer alır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita örneği.

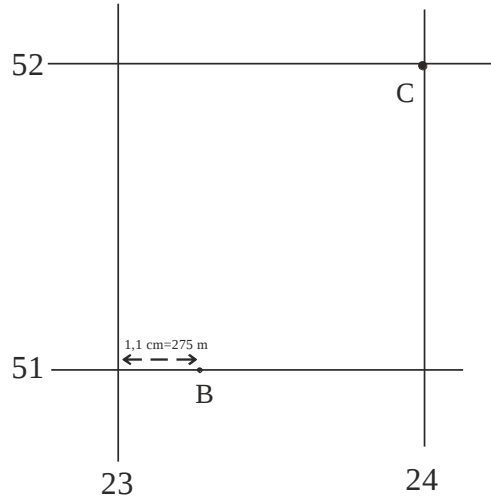
UTM Grid Sistemi İle Bir Noktanın Tarifi:

Örnek - 1 : 1/25.000'lik bir topoğrafik haritada bulunan A noktasının tarifi : $15^{400} \text{ K} / 44^{725} \text{ D}$



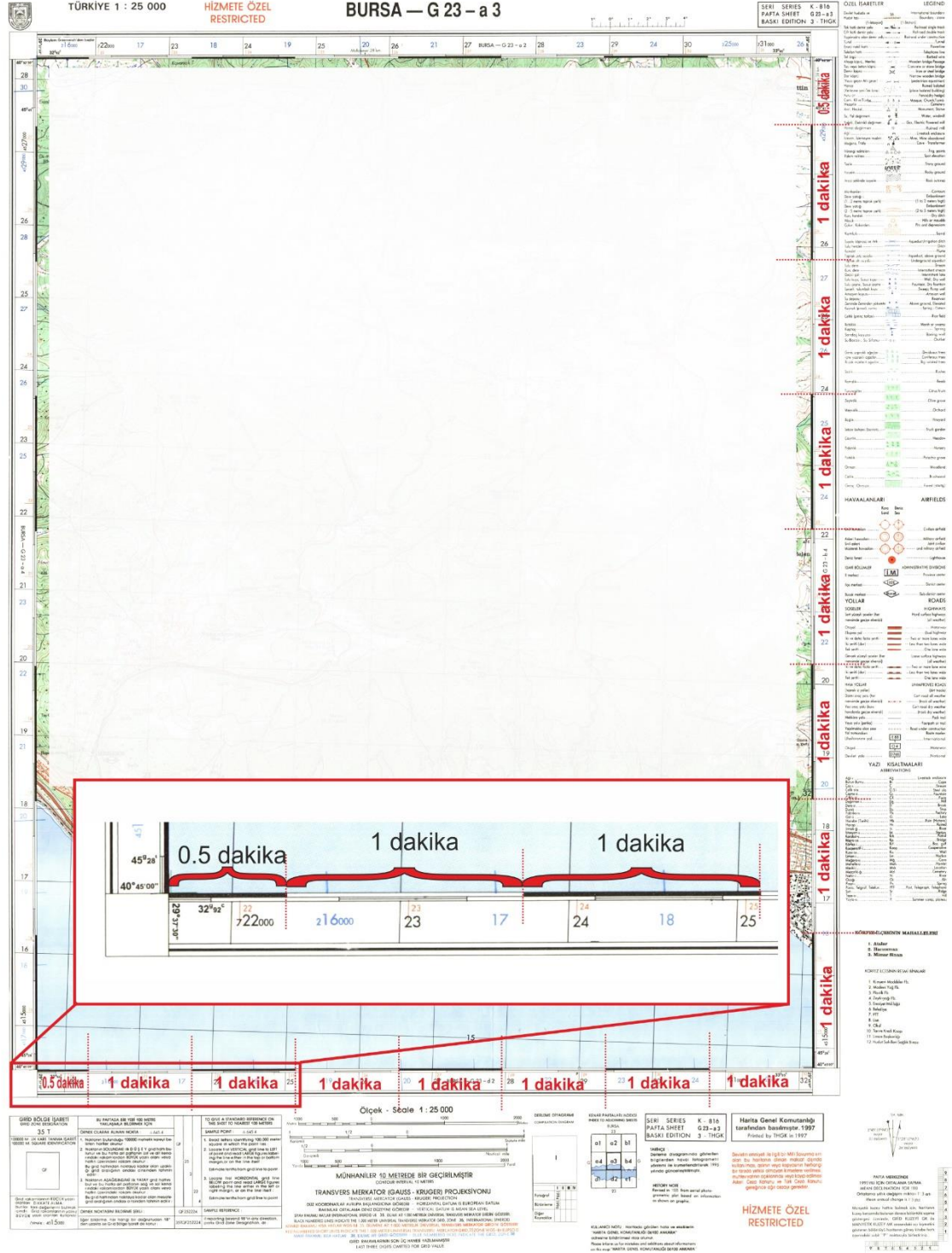
Örnek - 2 : B noktasının tarifi : $51^{000} \text{ K} / 23^{275} \text{ D}$

Örnek - 2 : C noktasının tarifi : $52^{000} \text{ K} / 24^{000} \text{ D}$



Coğrafi Koordinatlarla (Derece-Dakika-Saniye/Ondalık Derece) Bir Noktanın Tarifi

Coğrafi koordinatlarda topoğrafik harita üzerinde belirtilen derece-dakika-saniye cinsinden ifadeler dikkate alınır (Şekil 2.14).



- Ölçüm, her zaman küçük değerden büyük değere doğru yapılır.
- Topoğrafik harita üzerindeki siyah ya da beyaz (tam olan) uzunluk cetveller ölçülür ve bu uzunluğun 1' yani 60" ye karşılık geldiği kayıt edilir.
- Bu haritalarda enlem ve boylamda bulunan siyah-beyaz çizgi uzunluğu farklıdır. Bu yüzden enlem ve boylam için farklı uzunlukların 60" yi temsil edeceği unutulmamalı ve hesaplama buna göre yapılmalıdır.

Technical drawing of a corner detail showing dimensions and calculations for a 1m x 1m square.

Dimensions and Calculations:

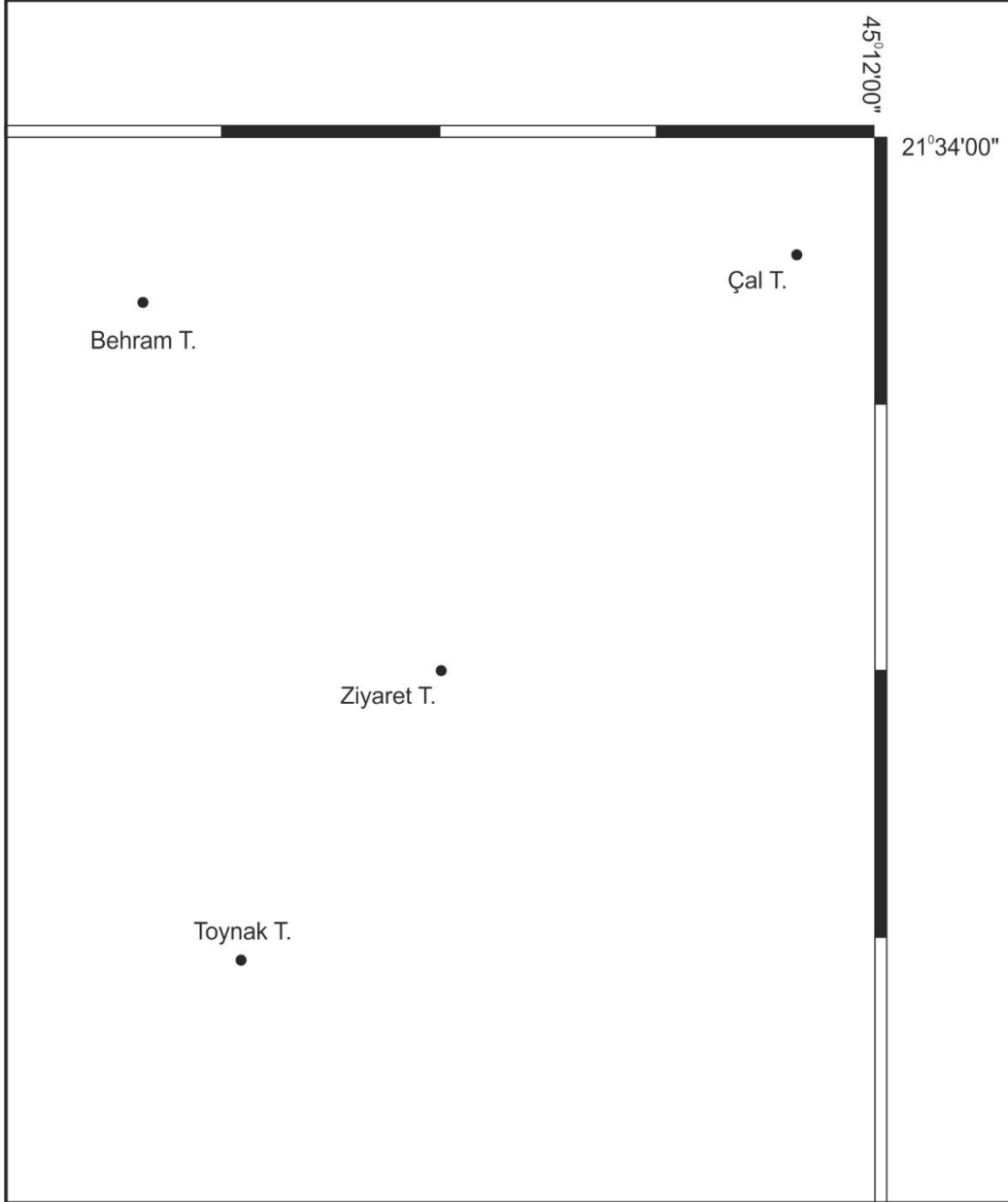
- Vertical wall height: 1'
- Horizontal wall width: 1'
- Corner detail dimensions:
 - 11,5 mm
 - 2,5 cm = 60"
 - 25 mm 60"
 - 11,5 mm x
 - x = 27.6 saniye ≈ 27"
- Angles:
 - 36°21'00"
 - 28°18'16"
 - 36°23'27"
- Horizontal wall detail dimensions:
 - 9,5 mm
 - 35 mm 60"
 - 9,5 mm x
 - x = 16.3 saniye ≈ 16"
 - 3,5 cm = 60"

19

2.5. UYGULAMA 2

Aşağıda verilmiş olan haritada;

- Tepelerin coğrafi koordinatlarını bulunuz.
- Çal Tepe ile Ziyaret Tepe arasındaki mesafe arazide 6500 m olduğuna göre haritanın ölçeğini bulunuz.



3. VERİ TOPLAMA (3.HAFTA)

3.1. Jeolojik Yüzlekler Boyunca Veri Toplama

Arazi çalışması sırasında yapılacak en önemli iş düzenli ve anlaşılır saha defteri tutmaktır. İster yeni bir harita yapılsın isterse var olan bir haritanın kontrolü ve revizyonu olsun, yapılan gözlemlerin kontrolü ve sonrasındaki rapor vb. unsurların yazımında temeli saha defteri oluşturur. Bu bağlamda bir saha defterinde kayıt altına alınması gereken (amaca göre yeni gözlem ve veri eklenebilir) bilgiler şu şekildedir:

- Tarih
- Hava durumu
- Çalışılan pafta ve çalışma bölgesinin yeri (Bolu H29c3 paftası Orhaniye Köyü kuzeyi gibi)
- Beraber araziye çıkılan jeolog
- Arazi aracının marka/model/plaka/yakıt bilgileri
- Lokasyonların koordinatları
- Her lokasyonda yapılan incelemelere ait bilgiler
- Kesitler
- Çekilen fotoğraflara ait bilgiler

Arazi çalışması sırasında incelenen yüzlek (mostra/kayaç kütlesi) üzerinden amaca yönelik farklılıklar olmakla beraber temelde aşağıdaki bilgiler toplanmalıdır:

- Yüzleğin koordinatları (UTM Grid sistemi ya da çalışmada kullanılan koordinat sistemine göre)
- Yüzleğin tanımlayıcı/hatırlatıcı konumu (Güvenç Köyü'nün 2 km güneybatısı gibi)
- Yüzleğin sergilediği topoğrafik görünüm (engebeli, düz, yumuşak, kayalık gibi)
- Yüzlekte incelenen litoloji/kayaç türü (çakıltaşı, granit vb.)
- Kayacın dokusu (tanesel, porfirik gibi)
- Kayacın rengi (taze kırık rengi)/Bozunma rengi
- **Kayaç sedimanterse;** tane boyu, tane şekli, bağlayıcı malzeme/çimentolanma özellikleri, konumu, tabaka kalınlığı, alt-üst sınır ilişkileri ve bu sınırlardaki diğer litolojiler, fosil içeriği, varsa boylanma, varsa derecelenme, varsa tabaka altı/üstü/içi yapıları (Bouma dizilimi, imbrikasyon/biniklenme, yük kalıpları, su kaçış yapıları, ripılmarklar, çapraz tabakalanma, oygu-oluk izleri, kuruma çatlakları, iz fosiller, alet izleri vb.), varsa fosil içeriği, asitle tepkime, sertlik, ardalama varsa hangi kayaçları içerdiği,
Kayaç magmatikse; doku, içerdiği gözle görülebilen mineraller, varsa hamuru oluşturan kristallerin tanımı, mafik/felsik gibi renge dayalı tanımlama, varsa akma dokusu gibi özel yapılar/dokular, varsa ksenolit içeriği (göreceli yaş tayini için), varsa anklavların özellikleri, kesme/kesilme ilişkisi ile yaşlı genç olma durumu, pişme zonu kontrolü, dayk/sil gibi düzlemsel yapı ise konumu
Kayaç metamorfikse; şist/gnays ayrımı, foliasyon konumu, metamorfizma derecesi, varsa mineral lineasyonu, varsa makaslama zonlarının konumu, tanımlanabilir mineral içeriği, alt/üst sınır ilişkisi
- Arazideki yayılımı ("Çöpten Tepe'nin kuzey yamaçları boyunca" gibi)
- Stratigrafik istifte nereye karşılık gelebileceği ("Paleosen birimlerinin alt seviyeleri" gibi)
- Varsa eklem/çatlak sistemlerinin konumları ve yoğunlukları
- Varsa fay düzlemi konumu, türü, fay çiziklerinin konumu, fayın sınırladığı/yanyana getirdiği litolojilerin türü

Yukarıda belirtilen verilerin toplanması amaca göre değişebilmektedir.

- Sedimentoloji ve stratigrafi ağırlıklı bir çalışma bize havzanın ortamı, oluşum şekli, nereden beslendiği, ne tür taşıyıcı ajanlarla beslendiği hakkında bilgi verir. Ortamı bilmek, ekonomik yönden önemli hammaddelerin (kömür, petrol, endüstriyel hammadde vb.) varlığı hakkında yorum yapmamıza yardımcı olur.
- Yapısal jeoloji çalışmaları bölgeyi etkileyen fay, kıvrım ve kırık sistemlerini anlamamızı sağlar. Aradığımız ekonomik hammaddenin başından geçen deformasyonu bilmemiz birinci dereceden işletme şeklini etkileyecektir. Bu tür çalışmalar havza içi ve havza kenarında dikkatle tamamlanmalıdır. Ayrıca, belirli eklem/fay sistemleri zayıf zonlar oluşturduğundan bu alanlar gerek feldspat yatakları gibi endüstriyel hammaddeler gerekse potansiyel jeotermal alanlar olarak incelenir.
- Magmatizma ağırlıklı çalışmalar bölgedeki magmatik etkinliğin türü ve bağlı olarak ortama getirilmesi muhtemel cevherleşmelerin tespitine ışık tutacaktır. Farklı tür magmatizmaların bileşimleri itibarıyla farklı mineral depolama özelliği bulunmaktadır. Ayrıca yerleşim şekilleri ve komşu kayaçla ilişkileri ekonomik yönden kullanışlı alanların (skarn zonu gibi) ortaya çıkmasını sağlayabilir.
- Mühendislik jeoloji kapsamında yapılan çalışmalar, baraj, köprü, demiryolu gibi mühendislik yapılarının inşası sırasında çıkacak olası sorunlar ve inşaat sonrasında yapının duraylı kalabilmesi için gerekli koşulların belirlenmesinde önemlidir. Bölgedeki eklem sistemleri, faylar, zemin özelliklerinin yanısıra bölgedeki heyelanlar, kaya düşmeleri, drenaj sistemi vb. unsurlar dikkatle incelenmeli ve ilgili formlar (RMR, Q-sınıflaması, RQD vb.) arazi gözlemlerine göre doldurulmalıdır.

3.2. Düzlemsel ve çizgisel yapılar

Arazi çalışmaları sırasında kayıt altına alınması gereken en önemli veri grubu düzlemsel ve çizgisel yapılardır. Jeoloji haritaları bu yapıların konumları sayesinde ve V-kuralına uyacak şekilde çizilir. Aşağıdaki tabloda düzlemsel ve çizgisel yapılar verilmiştir (Tablo-1).

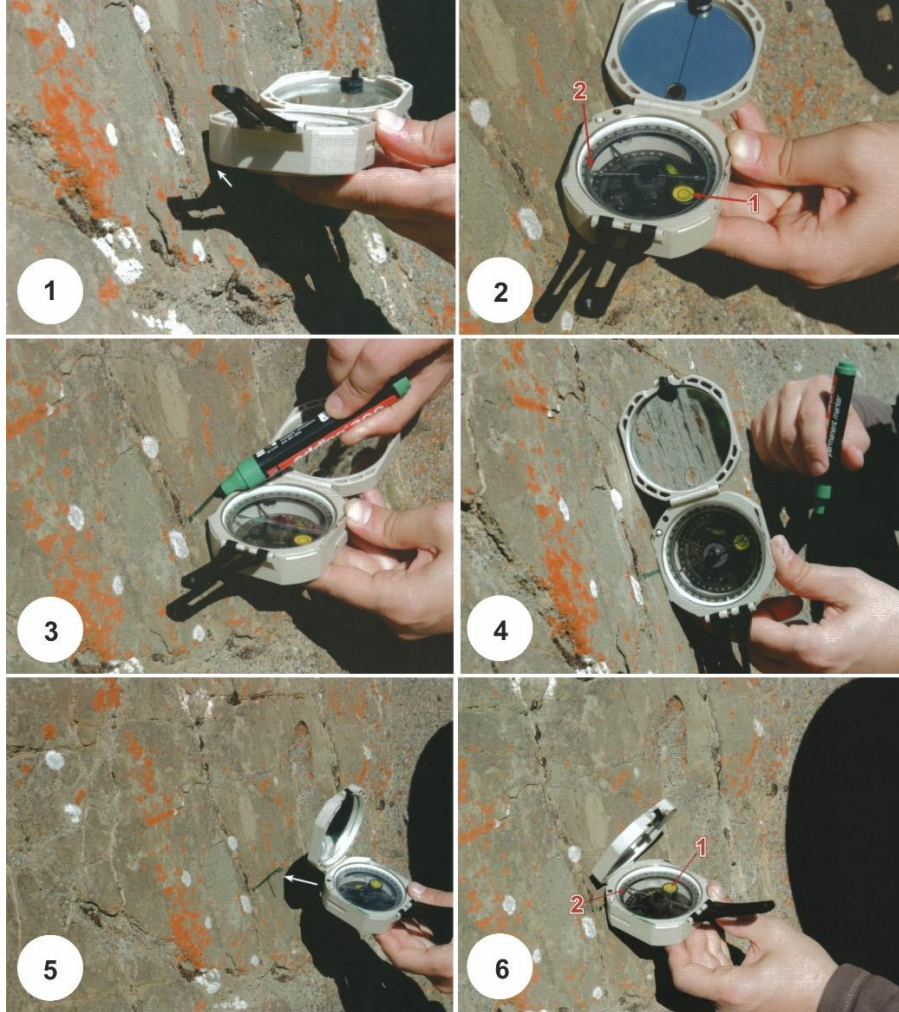
Tablo-1. Düzlemsel ve çizgisel yapı örnekleri

Düzlemsel Yapılar	Çizgisel Yapılar
Tabaka düzlemi	Çakıl gibi uzun elemanların dizilimi
Eklem/çatlak düzlemi	Fay çizikleri
Foliasyon düzlemi	Mineral lineasyonu (kalsit fiberi gibi)
Fay düzlemi	Kıvrım eksen
Kıvrım eksen düzlemi	Akma dokusundaki minerallerin dizilimi
Sil/dayk gibi magmatik kütleler	Sed. kayaçlardaki oluk vb. uzunlamasına izler
Klivaj düzlemleri	

3.3. Pusula İle Düzlemsel Ve Çizgisel Yapıların Ölçümü Ve Haritaya İşlenmesi

Düzlemsel Yapı Ölçümü (Şekil 3.1'den takip ediniz)

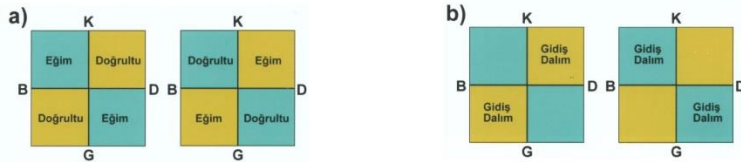
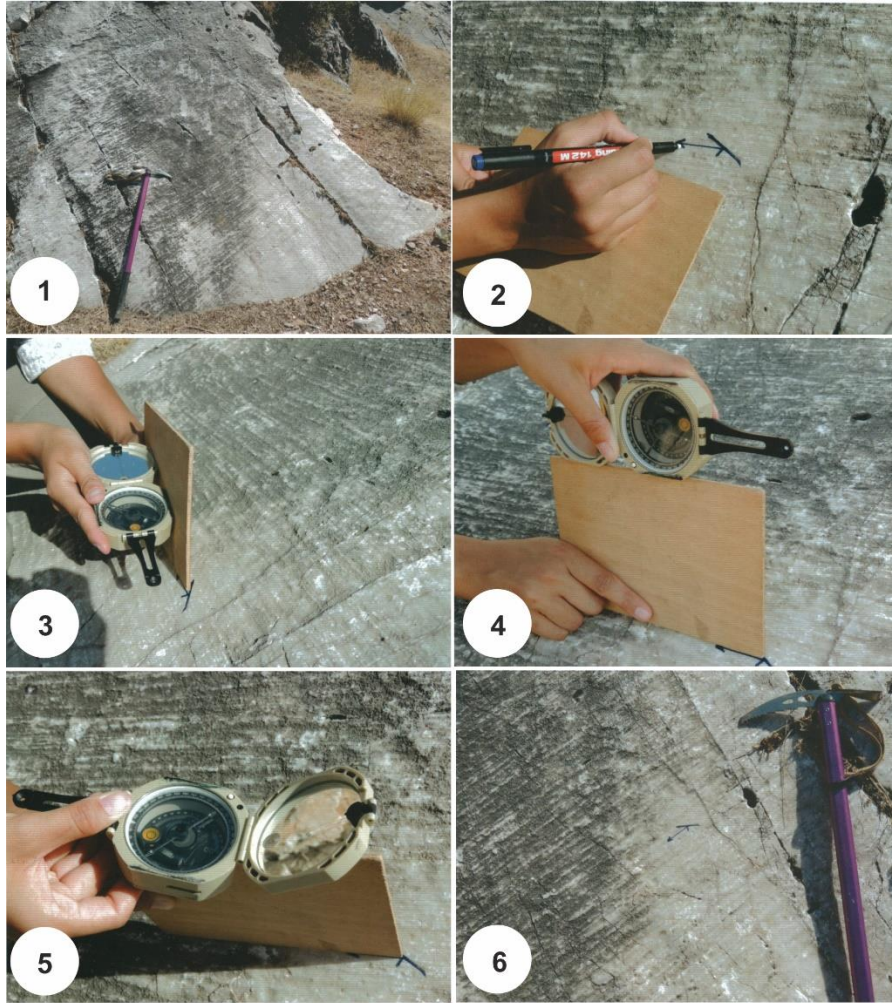
- Pusula öncelikle yatay tutulur. İçerisindeki dairesel düzeçten yataylık kontrol edilir.
- Yataylık bozulmadan pusulanın doğu veya batı kenarı tabakaya tam olarak yapışacak şekilde yaslanır (1).
- Doğrultuyu ölçmek için; pusula ibresinin Doğu-Kuzey-Batı aralığında hangi ucu kalırsa kalsın, gösterdiği açı değeri kuzeyden itibaren okunur (K60B gibi) ve doğrultu olarak not edilir (2).
- Pusula kaldırılmadan doğrultu çizgisi tabaka üzerine işaretlenir (3).
- Eğim açısını ölçmek için; pusula düşey tutulur ve tabakaya çizilen referans çizgisine dik olacak şekilde yerleştirilir (4).
- Arkadaki mandal çevrilerek silindirik düzeç içindeki kabarcığın ortaya gelmesi sağlanır. 90-0-90 yazan ibredeki 0'a karşılık gelen değer eğim açısı olarak not edilir (4).
- Eğim yönünü ölçmek için; pusula yine yatay tutulur ve pusulanın kuzey veya güney kenarı çizilen referans çizgisine yaslanır. Kuzey kenar yaslanmışsa ibrenin güney, güney kenar yaslanmışsa ibrenin kuzey ucunun içinde kaldığı yön aralığı (GB gibi) eğim yönü olarak not edilir (5-6).



Şekil 3.1. Düzlemsel yapının pusula ile ölçümü (fotoğraflar Seyitoğlu, 2013'ten alınmıştır).

Çizgisel Yapı Ölçümü (Şekil 3.2'ten takip ediniz)

- Çizgisel yapı arazide işaretlenir (1-2) ve çizilen çizgi üzerine dik/düşey olacak şekilde bir dosya yerleştirilir (3). Ölçüm boyunca dosya oynatılmaz.
- Pusula yatay olarak tutulur, düzeç kontrol edilir. Doğu ya da batı kenarı dosyaya yaslanır. Pusula ibresinin Doğu-Kuzey-Batı aralığında hangi ucu kalırsa kalsın, gösterdiği açı değeri kuzeyden itibaren okunur (K60B gibi) ve gidiş olarak not edilir (3).
- Dalım açısını ölçmek için; pusula düşey olarak dosyanın kenarına yaslanır. Arkadaki mandal eğim açısı ölçer gibi çevrilerek dosyanın/çizgisel yapının dalım açısı okunur ve not edilir (4).
- Dalım yönünü ölçmek için; pusula yine yatay tutulur ve pusulanın kuzey veya güney kenarı dosyanın üzerine yaslanır. Kuzey kenar yaslanmışsa ibrenin güney, güney kenar yaslanmışsa ibrenin kuzey ucunun içinde kaldığı yön aralığı (GB gibi) dalım yönü olarak not edilir (5-6).

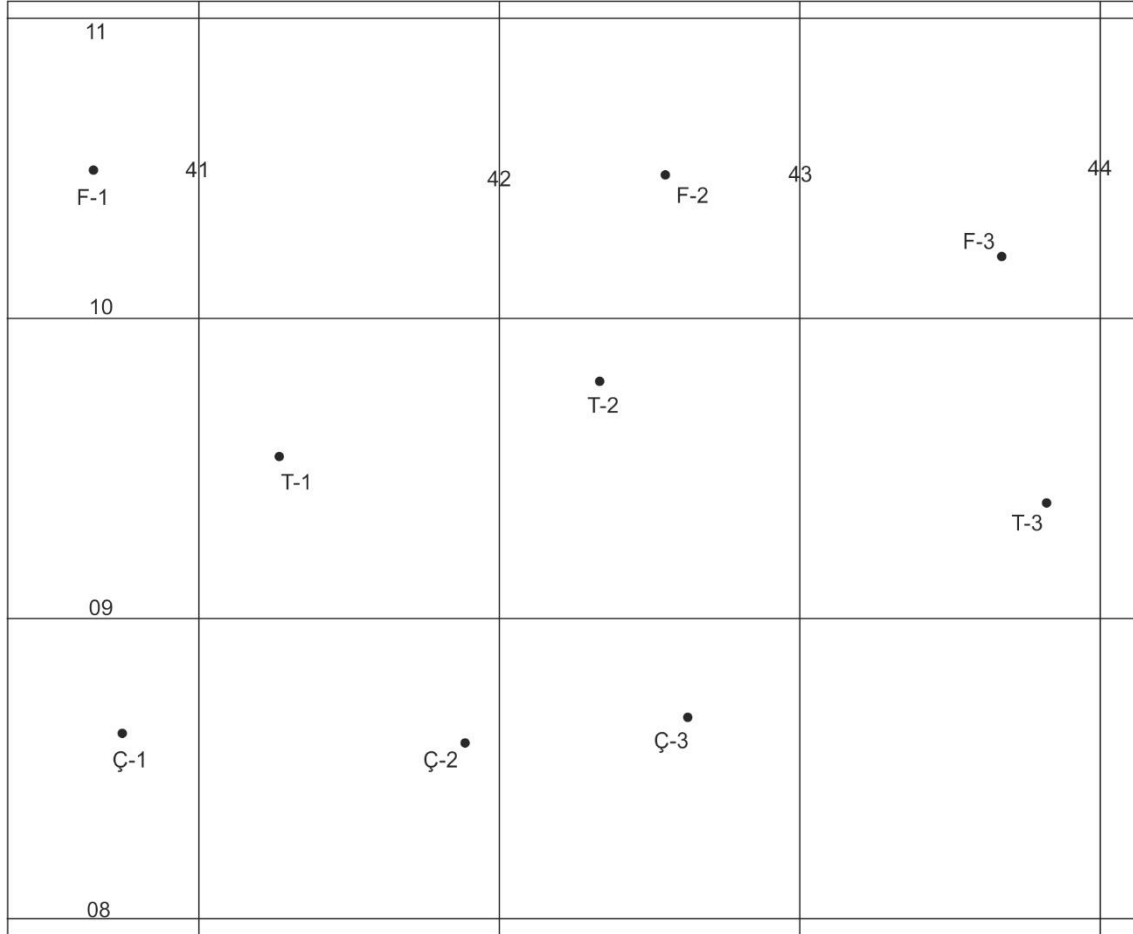


Şekil 3.2. Çizgisel yapıların ölçümü. Altteki (a) ve (b) düzlemsel ve çizgisel yapılara ait okumalarda yön kadrantlarının durumu (Fotoğraflar ve şekiller Seyitoğlu, 2013'ten alınmıştır).

3.4. UYGULAMA 3

Aşağıda verilmiş olan tabaka, foliasyon ve çatlak konumlarını harita üzerine ölçekli olarak yerleştiriniz.

Tabaka konumu	Foliasyon konumu	Çatlak konumu
T-1 K20D/70KB	F-1 DB/60K	Ç-1 K65B/20GB
T-2 310/20GB	F-2 005/30KB	Ç-2 170/40KD
T-3 270/50	F-3 120/60	Ç-3 080/35



Tabaka konumu	Foliasyon konumu	Çatlak konumu

T-1, F-3 VE Ç-2 nin konumlarını bulunuz.

Haritanın ölçeğini bulunuz.

4. JEOLOJİK HARİTA YAPIMI (4.HAFTA)

4.1. Jeolojik Haritalama Yöntemleri

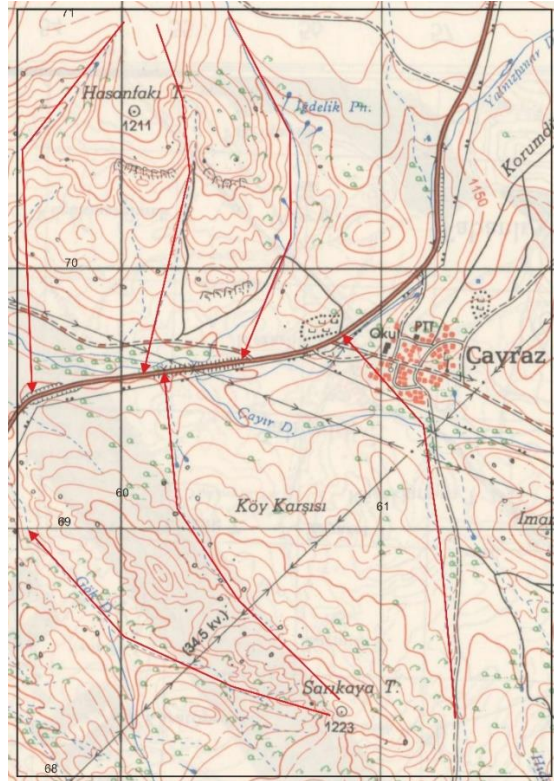
Harita yapımında gün ışığını ve fiziksel gücü en verimli şekilde kullanmak gerekir. Harita çalışmasından bir gün önce gezilecek arazi incelenmeli ve aşağıda belirtilen yöntemlerden biri tercih edilmelidir. Arazi çalışmasına günlük plan içinde en yüksek noktadan başlamak daha doğrudur. Bu hem araziye ve izleyeceğimiz hattı kontrol etmenizi sağlar hem de gün içerisinde eğim aşağı giderek enerjinizi korumuş olursunuz.

Harita çalışmasına başlarken bölgenin en yüksek noktasına çıkıp arazideki morfolojik unsurları haritanızla eşleştirmek, haritalama sırasında yapılabilecek yanlış çizimleri ve hatalı nokta işaretlemelerini büyük ölçüde önler.

Hat Boyunca İnceleme (Traversleme) Yöntemi

Harita yapılacak alanda birbirine paralel ya da dik hatlar belirlenir. Bu işlem sırasında hatlar arası mesafe görüş alanına bağlı olarak değiştirilebilir. Hatlar belirlenirken bölgenin topoğrafyası ve mostra özelliklerine dikkat edilmelidir. En fazla mostra görebileceğiniz hatlar tercih edilmelidir.

Bu hatlar seçilirken özellikle vadiler kullanılmalıdır. Aşınma nedeniyle mostraları en iyi görebileceğiniz ve V-kuralı uygulayarak göreceli yaş tayini uygulayabileceğiniz en iyi hatlar vadilerdir. Paralel vadilerdeki sınır çizimlerini/işaretlemelerini V-kuralına uyarak birleştirmek ve olası bir fayı yakalamak daha kolay bir hale gelir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Hat boyunca yapılacak çalışmalarda hat seçimi örneği.

Dokanak İzleme Yöntemi

Harita çalışması sırasında tercih edilen yöntemlerden biri de dokanak izleme yöntemidir. Bu yöntemde arazide tespit edilen bir birimin yanal devamlılığını ortaya çıkarmak ve sınır ilişkisini kontrol etmek esastır. Özellikle sedimanter kayaçlarda tabaka doğrultusuna paralel şekilde yürümek sınır çizimini kolaylaştırır. Tespit edilen bir referans seviye (sil, kömürlü seviye vb.) arazinin farklı kesimlerinde kayıt altına alınan istifleri korele etmeyi ve yanal yöndeki değişimleri izlemeyi mümkün kılar (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Dokanak izleme yöntemiyle sınır çizimi.

Bir magmatik kütle ile karşılaşmışsa, kütlelerin sınırlarını izlemek hem sınır çiziminin doğru yapılmasını hem de pişme zonu, akma yapısı, ksenolit içeriği gibi magmatik kütlelere özgü gözlemlerin sağlıklı yapılabilmesini sağlar.

Metamorfik kayaçların çevre kayaçlarla olan ilişkileri çoğu zaman faylı ya da uyumsuzluk şeklindedir. Faylı olan dokanaklardaki sınırlar ve fay düzleminin konumu metamorfik kayaçların yüzeylenme şekli ile ilgili fikir verebilir (çekirdek kompleksi gibi). Ayrıca sınır ilişkisiyle beraber hat boyu inceleme yapıldığında metamorfizma derecesindeki değişim, oluşum ve yüzeylenme süreçlerine ilişkin ipuçları sunabilir.

Mostra Haritalama Yöntemi

Bu yöntem genellikle 1:10.000 ve daha büyük ölçekli haritaların yapımında ayrıntı verebilmek için kullanılır. Arazi içerisinde karşılaşılan her mostra incelenir ve haritaya işlenir. İşleme sırasında farklı renkler kullanılır ve bu renkler çalışmaya başlamadan önce kayaçların yaşlarını ve özelliklerini ayırt eder nitelikte oluşturulur, yani bir renk göstergesi meydana getirilir.

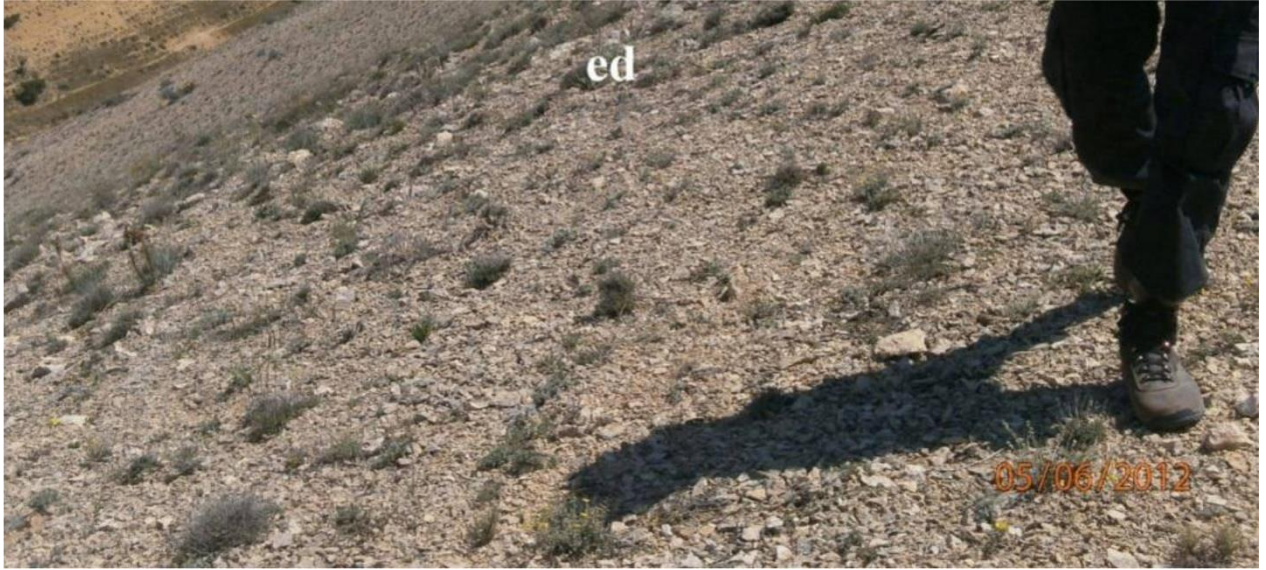
Ayrıca mostraların seyrek olması durumunda kayaç kütlelerini harita üzerine işaretlemek onları gruplayarak, örtülü olsalar da yaklaşık/muhtemel sınırların çizimlerine olanak sağlar (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Mostra haritalama yöntemi ile sınır çizimi.

Mostra Görülmeyen Alanlarda Haritalama

Topraktan Kayaç Türü: İncelenen alan içerisinde tarla vb. örtülü alanlar var ve mostra gözlenemiyorsa, toprağın özellikleri ve içerdiği çakıllar incelenebilir. Bunun için üstteki bir miktar bozunmuş olan toprağın kaldırılması ve altta nispeten daha iri parçaların olduğu bölümün incelenmesi gerekir. Bu da üzerinde yürünen litoloji hakkında fikir verecektir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Topraktan litoloji tayini.

Bitki Kılavuzluğu: Farklı bitkilerin farklı su/mineral gereksinimleri olduğundan yetiştirme koşullarında seçici davranabilirler. Bu durum arazide (özellikle tabakalı kayalarda) bitkilerin çizgi şeklinde dizilimlerine neden olabilir. Ayrıca iki farklı birimin su tutma ve/veya mineral içeriği farklı olacağından bir litolojide yoğun bitki örtüsü görülürken diğeri seyrek örtü sunabilir. Sınır çiziminde oldukça önemli olduğu gibi çizgisel dizilimdeki kesiklikler/ötelenmeler faya işaret edebilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Bitki kılavuzluğuna bağlı sınır çizimi.

Topoğrafya ve Jeomorfoloji: Kayaçların sertlik ve dayanımları birbirlerinden farklı olduğu için aşınmaya karşı gösterdikleri dirençte farklıdır. Bu da arazide farklı topoğrafik görüntülerin ortaya çıkmasını sağlar. Örneğin birçok sedimanter kayaç, asidik bir magmatik kütleyle göre daha kolay aşınır. Bu sayede arazi koşullarında magmatik kütleler daha sarp, engebeli, girintili-çukuntılı bir görüntü sergilerken sedimanter kayaçlar daha yumuşak ve yayvan topoğrafya sunar (Şekil 4.6).



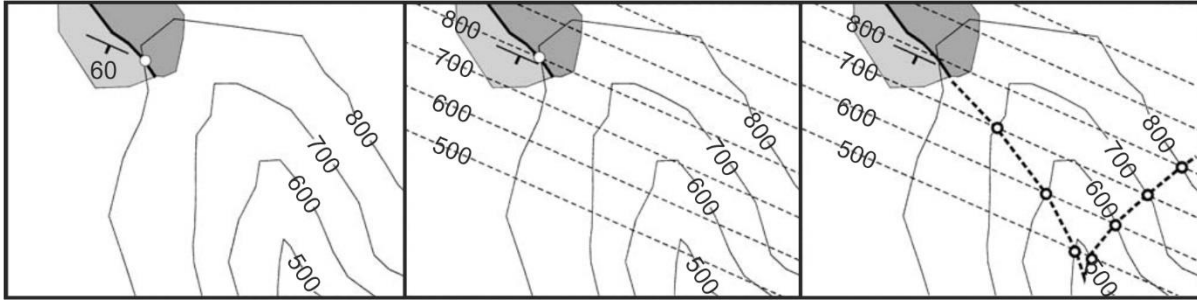
Şekil 4.6. Topoğrafik görüntü farklılığından faydalanarak sınır çizimi.

Ayrıca, fay/eklem sistemi gibi süreksizlikler drenajın tercihi olarak bu zayıf zonları seçmesine neden olabilir. Birbirine paralel çizgisel vadiler olası fayı işaret edebilir. Ek olarak kayaç türüne bağlı olarak drenaj/akaçlama sisteminde farklılık olabilir (eğimli tabakalarda paralel, volkanlarda ışınsal, alüvyal yelpazelerde yelpaze şekilli drenaj gibi). Bu durum haritalamada kolaylık sağlar (Şekil 4.7).



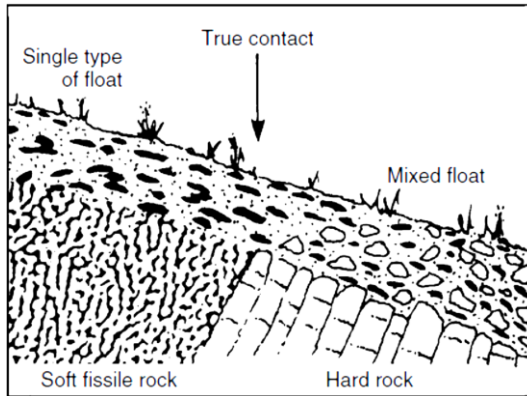
Şekil 4.7. Morfoloji ve drenaj sistemi ile sınır çizimi.

Yapı-Kontur: Özellikle sedimanter kayalarda ölçülen tabaka konumları mostra izlenmemesi halinde sınır çiziminde kullanılabilir. Vadi ve sırtlarda çizilecek yapı-konturlarla (doğrultu uzanımı) ve V-kuralı yardımıyla bu sınırları çizebilmek mümkündür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Yapı-konturlardan faydalanarak sınır çizme.

Döküntü İpuçları: Özellikle yamaçlık alanlarda çalışırken sınır ilişkilerini görmek örtü nedeniyle zorlaşabilir. Böyle durumlarda yamaçtan yukarı doğru döküntüdeki çakıl litolojisi takip edilir. Belli bir noktaya kadar polijenik (çok kökenli) olan çakıllar bir seviyeden sonra monojenik (tek kökenli) olabilir. Bu geçişin yakalandığı yer sınırı belirtir (Şekil 4.9).



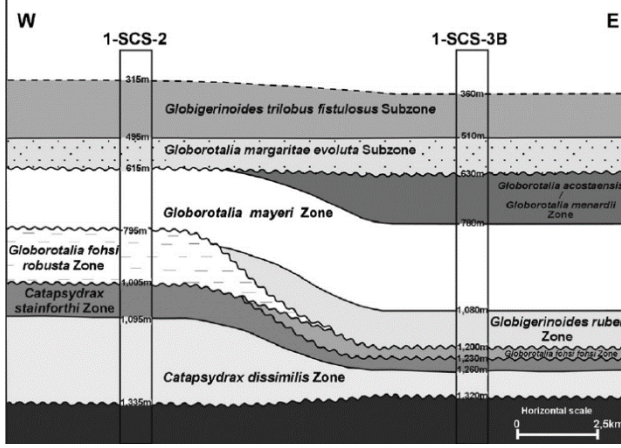
Şekil 4.9. Döküntü ipuçlarından faydalanarak sınır çizme.

Yapay ve Doğal Hendekler: Arazinin düz ve/veya monoton olduğu durumlarda litolojiyi anlamak için heyelan vb. örtünün olmadığı/koptuğu alanlar incelenir. Ayrıca açılacak hendekler gömülü litoloji ile ilgili kesin bilgi sunacaktır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Yapay ve doğal hendeklerden faydalanarak litoloji belirleme ve sınır çizme.

Sondajlar: Bölgede yapılan sondajlar doğrudan yeraltına ait bilgi sunar. Belirli bir hat boyunca dizilmiş sondajların korelasyonu bize gömülü litolojiler hakkında bilgi verebildiği gibi, yapısal kontrol hakkında da fikir edinilmesini sağlar. Bu çalışma genellikle jeofizik yöntemlerle (sismik, rezistivite vb.) birlikte kullanılır. Her iki veri birleştirildiğinde yeraltı haritası da elde edilmiş olur (Şekil 4.11).



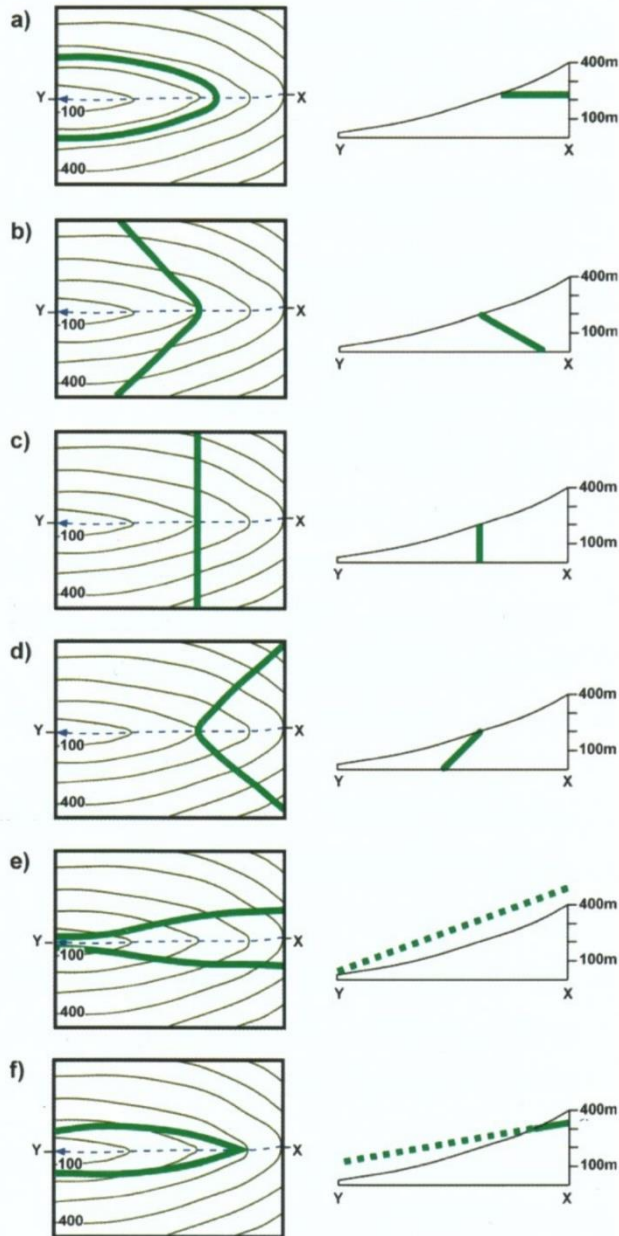
Şekil 4.11. Sondajları korele ederek sınır çizimi ve yanal devamlılık belirleme.

Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntüleri: Bazı durumlarda örtü nedeniyle litolojileri ayırmak zorlaşabilir. Ya da kısa zamanda geniş bir arazi çalışması gerekebilir. Böyle durumlarda bölgeye ait hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin incelenmesi çalışmaya hız kazandıracağı gibi mostraların tespiti, yayılımı, olası faylar ve kıvrım sistemleri hakkında da önemli bilgiler verir. Günümüzde GoogleEarth™ gerçek renge göre düzenlenmiş ve farklı tarih arşivine sahip görüntüleriyle oldukça faydalı bir uygulama olup, yerbilimleri başta olmak üzere birçok alanın kullanımına açıktır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. GoogleEarth™ görüntüsü üzerinde ön çalışma örneği.

4.2. V-Kuralı Ve Hat Boyunca İnceleme (Traversleme) Yöntemi İle Ölçülen Verilerden Sınır Çizimi



V-kuralı harita yapımının temelidir. Bu kural dikkate alınmadan çizilecek her çizim yanlış olacağı gibi hazırlanan haritadan alınacak kesitler de hatalı olacaktır. Yanda hatırlatıcı olması bakımından V-kuralı verilmiş olup, (e) ve (f) şekillerinde tabaka eğim açısının yamaç eğimiyle aynı ya da daha düşük olması durumunda yapılması gereken çizimler de belirtilmiştir.

Traversleme yöntemi uygulanırken her istasyondan tabaka konumu ölçümü alınır ve harita üzerine işaretlenir. Eğer litolojik bir sınır geçilmişse, kısa bir çizgi olarak belirtilir. Traversler tamamlandıktan sonra tabaka eğim yönleri ve ilgili V-kuralı dikkate alınarak sınırlar birleştirilir.

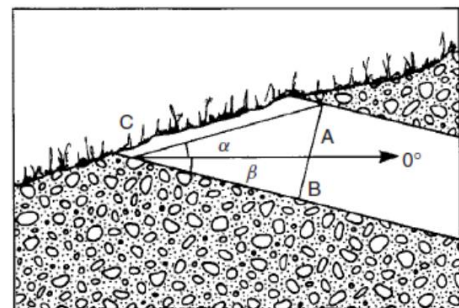
Birleştirme işlemi komşu traversler arasında yapılır. Birbirine uzak ya da travers atlayarak yapılmaz.

Traversleme yöntemi ile harita çeşitli doğrultularda tarandıktan sonra dokanak izleme yöntemi ile kontrol yapılabilir. Elde bulunan diğer verilerden (sondaj, jeofizik vb.) ve uydu görüntülerinden yapılan haritanın doğruluğu kontrol edilmelidir. Arazi çalışması sırasında diğer yöntemlerde destekleyici/belirleyici ek yöntem olarak kullanılmalıdır.

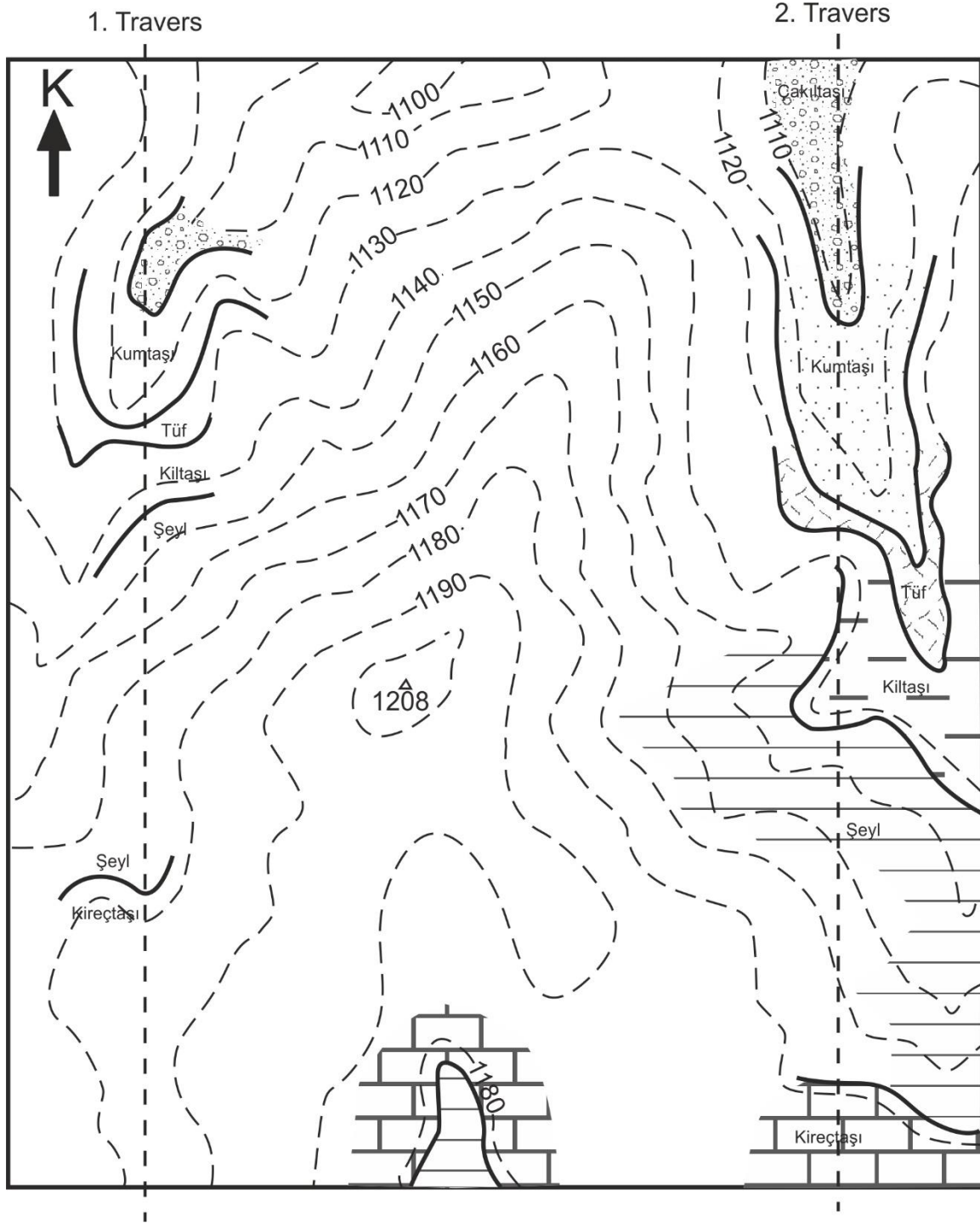
Birimlerin kalınlıklarını bulmak yatay tabakalarda kolaydır. Alt ve üst sınırın yükseklik farkı tabaka kalınlığını verecektir.

Yandaki şekilde tabakaların eğimli olması durumunda tabaka kalınlığının nasıl hesap edileceği gösterilmiştir. Burada AB uzunluğu tabakanın gerçek kalınlığını (istenen), AC uzunluğu ise tabakanın yeryüzündeki uzunluğunu belirtmektedir. B açısı tabakanın gerçek eğim açısı, α açısı ise yamacın eğim açısını göstermektedir. Gerçek kalınlık (AB) aşağıdaki formülle bulunur:

$$AB=AC*\sin(\alpha+\beta)$$



Yukarıdaki haritada arazi çalışması sırasında atılan iki travers görülmektedir. Bu traversler boyunca gözlenen birimler ve sınırlar harita üzerine yerleştirilmiştir. Birimlerin yatay konumlu olduğu arazi çalışmasında ölçüldüğüne göre birim sınırları eşyükseklik eğrilerini kesmeden birleştirilir (V-kuralı) (Şekil 4.12).



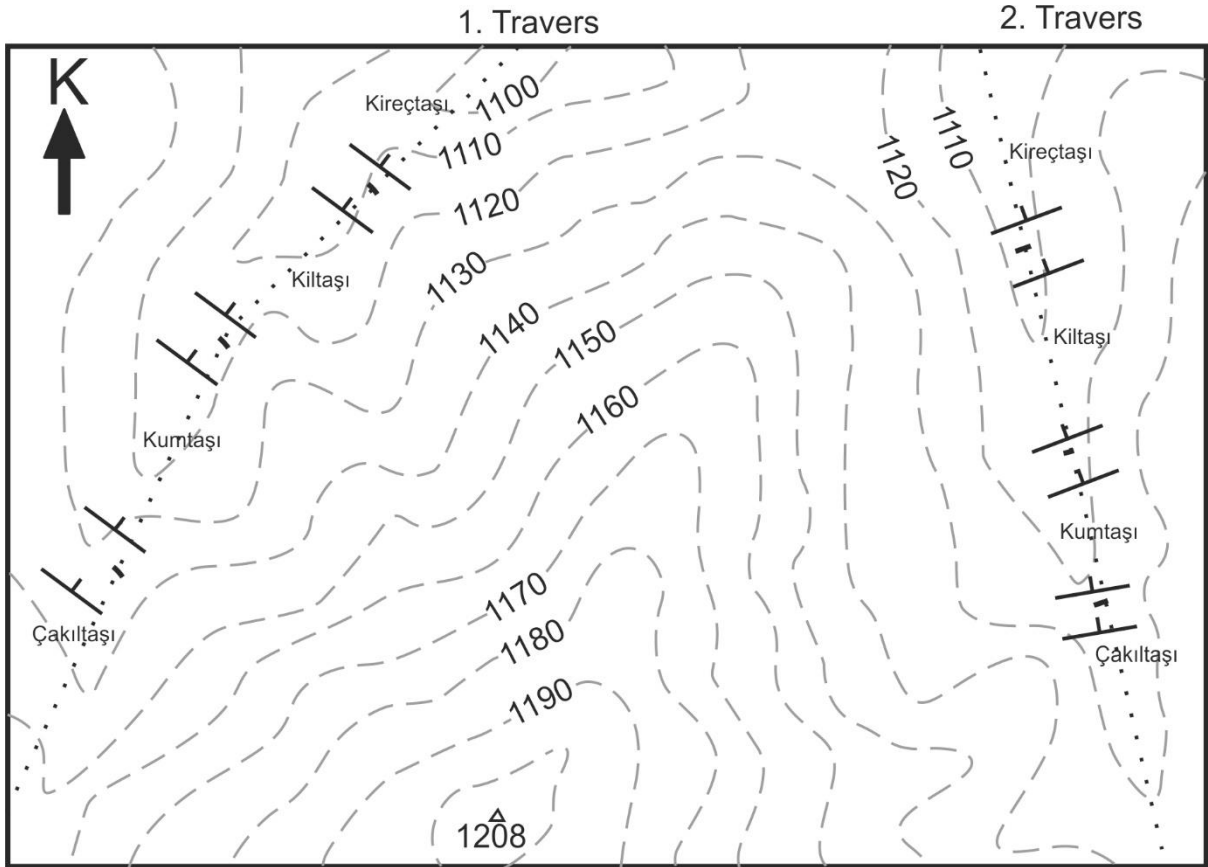
Şekil 4.12. Traversleme yönteminin uygulanması ve sınır birleştirme (yatay tabaka için).

4.3. UYGULAMA 4

A) Aşağıda verilmiş olan haritada iki farklı travers atılmıştır. Her traversde ölçülen tabaka konumları harita üzerine yerleştirilmiştir. Tabaka konumları arasındaki kısa çizgiler birim sınırlarını göstermektedir. Toplanan verilere göre sınırları birleştiriniz.

B) 1. ve 2. Traverslerdeki tabaka konumlarını ölçünüz.

C) Bölgedeki stratigrafik istifi yaşlıdan gence doğru sıralayınız.



4.4. Çökel Kayaçlarda Haritalama

Çökel (sedimanter) kayaçlarda harita yapabilmek için arazide ölçülen tabaka konumlarına ihtiyaç vardır. V-kuralı gereği tabaka konumları bilinmeli ve vadi/sırt gibi morfolojilerde kurala uyarak sınır çizilmelidir. Bazı durumlarda tabaka konumu elde etmek zorlaşabilir. Özellikle tarla gibi düzlük alanlarda mostra bulmak zordur. Böyle durumlarda tarla ortasında sürülmemiş/olası mostra alanları ya da tarlayı sınırlayan vadi ya da sarplıklar denetlenmelidir.

Mostranın masif kütle yani tabakasız olması durumunda yine litolojik kayıtlar alınmalı, özellikle alt/üst sınırlar kontrol edilmelidir. İncelenen mostranın yeri ve büyüklüğü haritaya işaretlenmeli, sınır ilişkileriyle genel istifteki durumu belirlenmelidir. Bu şekilde harita üzerinde belli doğrultularda yayılım gözlenirse sınır altında ya da üstünde bulunan tabakalar yardımıyla çizilebilir.

Çökel kayaçlar haritalanırken mümkün olan her vadiye girilmelidir. Aşınma nedeniyle birimlerin ve aralarındaki ilişkinin en rahat gözlenebileceği yer vadilerdir. Bu noktalardan yapılan traversler haritaya işlenir ve sonrasında bu vadileri görebilen yüksek bir noktaya çıkılırsa V-kuralına uygun şekilde sınır çizmek kolaylaşır.

4.5. Doğrultu Uzanımı (Yapısal Kontur) Kavramı Ve Sınır Çizimi

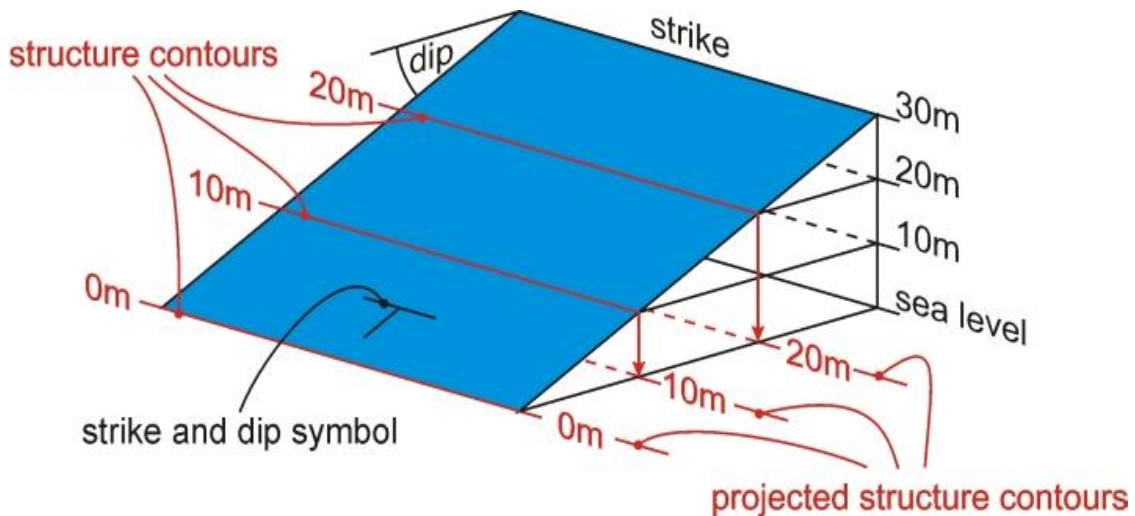
Doğrultu: Eğimli bir düzlemin yatay düzlemle oluşturduğu arakesittir.

Eğim yönü: Eğimli bir düzlem üzerinde suyun aktığı yöndür.

Gerçek eğim açısı: Eğimli bir düzlemin, doğrultusuna dik düşey bir düzlem içinde yatay düzlemle oluşturduğu dar açıdır.

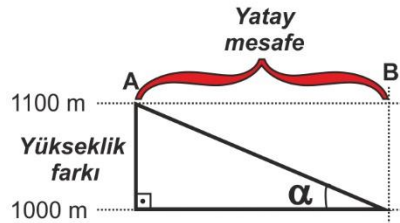
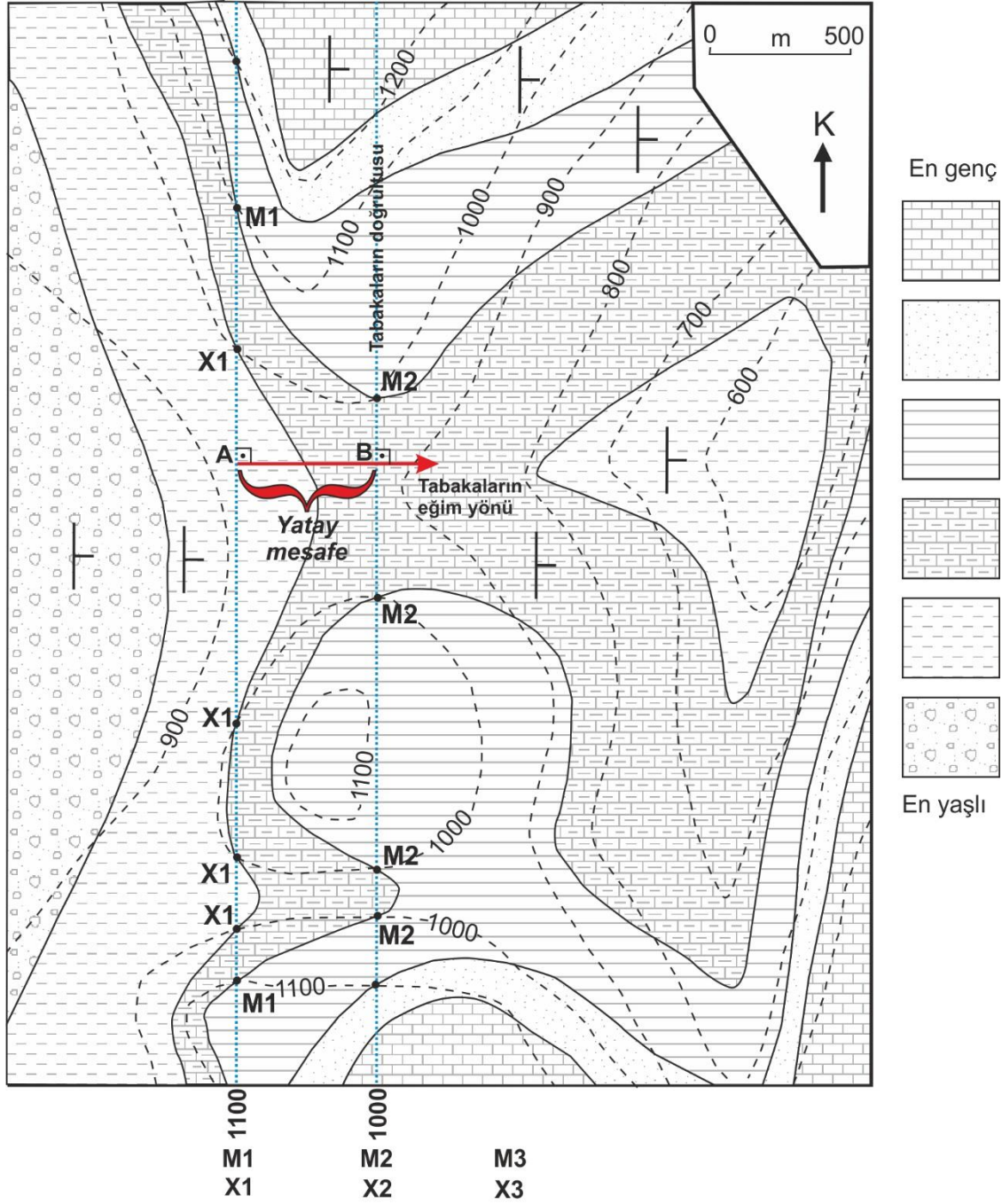
Görünür eğim açısı: Eğimli bir düzlemin, doğrultusuna dik olmayan düşey bir düzlem içinde yatay düzlemle oluşturduğu dar açıdır.

Doğrultu Uzanımı (Yapısal Kontur): Eğimli bir düzlemin, deniz seviyesinden belli bir yükseklikte bulunan noktalarını birleştiren hayali çizgilerdir. Bu çizgiler, eğimli düzlemin çizildiği yükseklikteki doğrultusunu ifade eder (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Eğimli bir düzlem üzerindeki doğrultu uzanımları.

Doğrultu uzanımları nasıl çizilir? Tabaka konumu ve stratigrafik istif nasıl belirlenir?

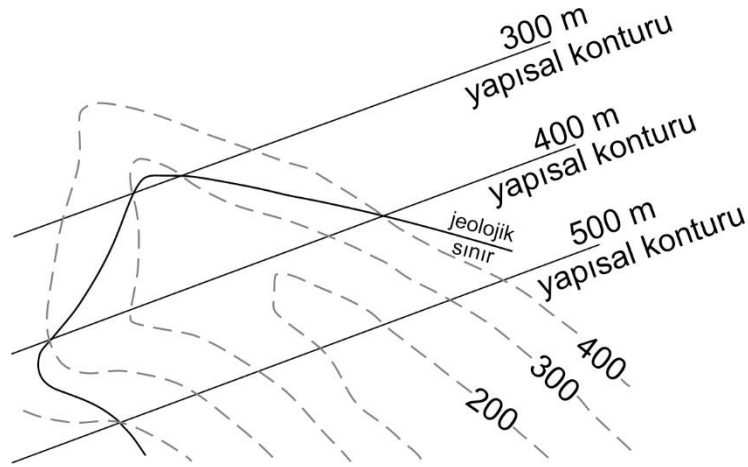


Yatay mesafe cetvelle ölçülür ve ölçekten çevrilir.
Düşey mesafe birbirine komşu iki doğrultu uzanımı arasındaki fark
 Milimetrik kağıda yandaki üçgen sayısal sonuçlara göre çizilir ve açıölçer ile α açısı gerçek eğim açısı olarak bulunur.

Konum bulunduktan sonra her bir tabaka üzerine konumlar çizilir ve eğim yönünde gidildikçe gence ulaşılacağı temel bilgisiyle istif tamamlanır.

Boş bir haritada sınır çizebilmek için ya birime ait tabaka konumunun bilinmesi ya da o birimin arazi içinde üç farklı noktadaki deniz seviyesinden yüksekliğinin (bir düzlem en az üç nokta ile temsil edilir mantığı ile) sağlanması gerekir.

- Eğer bu üç nokta biliniyorsa harita üzerinde birleştirilerek bir üçgen oluşturulur.
- Üçgenin köşe değerleri belirlenir ve sabit aralıklara (100-200-300 gibi) bölünür.
- En büyük ve en küçük değere sahip noktaları birleştiren doğru parçası eşit şekilde bölümlenerek değerleri üzerine yazılır.
- Üçgenin ortanca değere sahip köşesi ile aynı değere sahip bölümlenmiş nokta birleştirilir ve tabaka doğrultusu elde edilir.
- Çizilen doğrultuya paralel olacak şekilde diğer değerlerden geçen doğrular çizilir ve değerleri yanlarına yazılır.
- Değerlerin azaldığı yön bize tabakanın eğim yönünü verir (Bkz. Önceki şekil).
- Bir doğrultudan diğerine dik bir çizgi çizilir ve aradaki mesafe okunur, ölçekten çevrilir. Bu bize yatay mesafeyi verir (Bkz. Önceki şekil).
- İki doğrultu değeri arasındaki değer farkı bize yükseklik farkını verir. Ölçekli basit bir dik üçgen çizilerek tabakanın eğim açısı açıölçer ile okunur (Bkz. Önceki şekil α açısı).
- Eğer bir yapı kontur değeri, aynı değere sahip bir eşyükseklik eğrisi ile kesişiyorsa “orada yüzeyleniyor” demektir.
- Yüzeylendiği noktalar harita üzerine işaretlenip birleştirilirse o tabakaya ait sınır çizilmiş olur (Şekil 4.14).

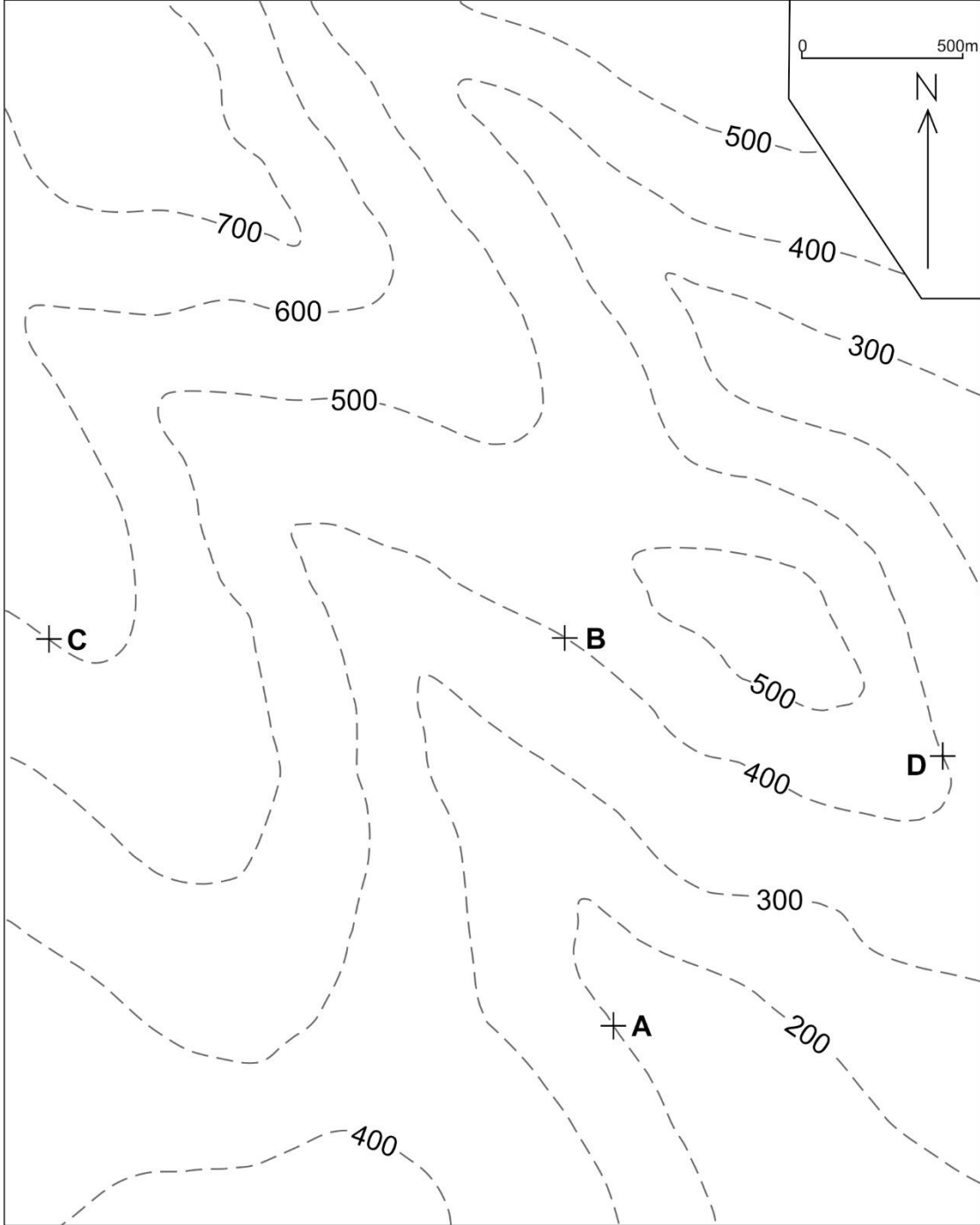


Şekil 4.14. Eşyükseklik eğrisi ve yapı konturlar yardımıyla sınır çizimi.

4.6. UYGULAMA 5

Aşağıda verilmiş olan haritadaki A, B ve C noktaları yüzeylenmiş olan kömür mostralarını göstermektedir.

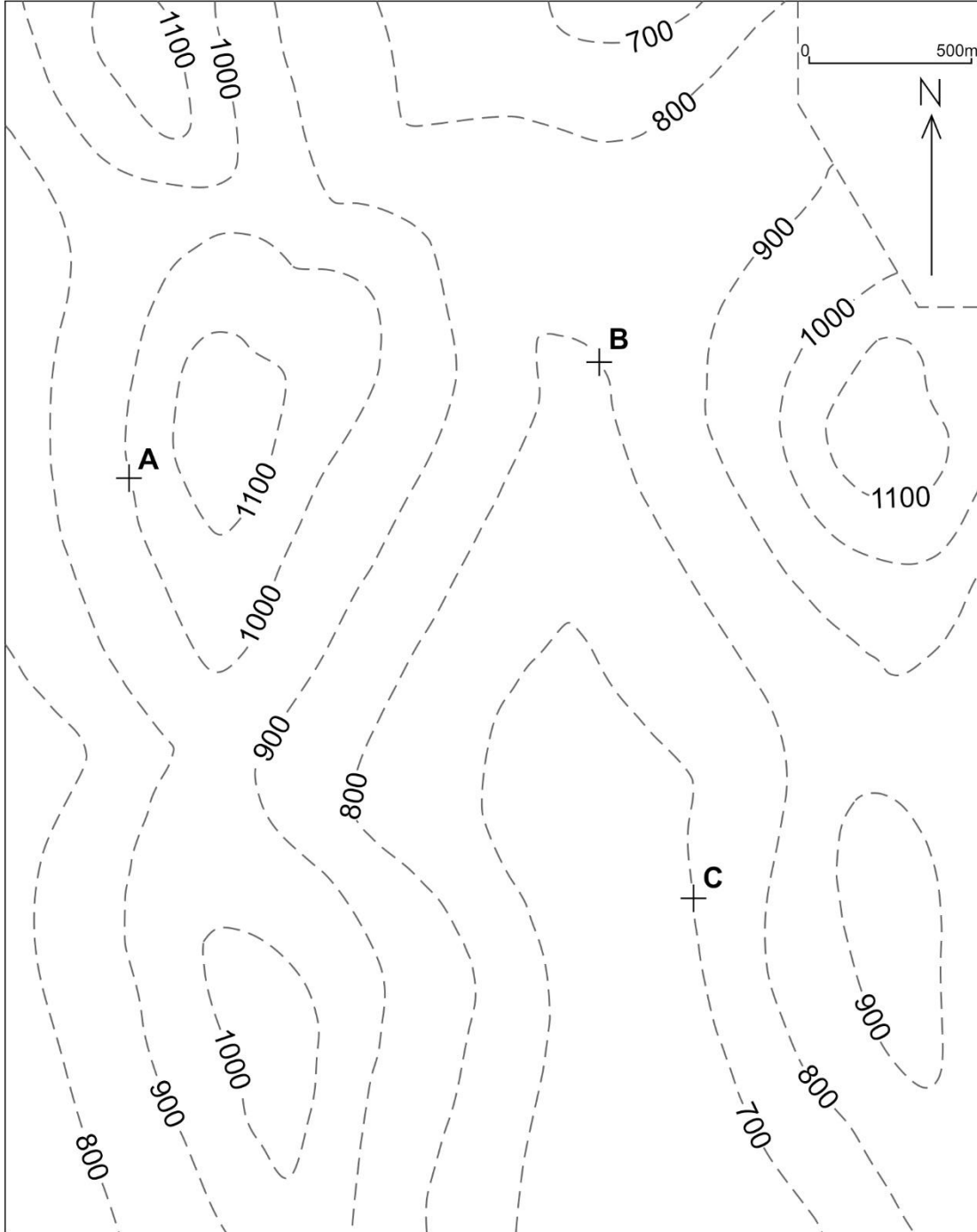
- Bu noktalardan faydalanarak kömür tabakasının konumunu bulunuz.
- D noktasından sondaj yapıldığında kaç m derinlikte kömür tabakası kesilir?
- Kömürün 200 m altında bulunan kilitaşı tabakası bu harita içinde yüzeylenir mi?



ÖDEV 1

Aşağıda verilmiş olan haritadaki A, B ve C noktaları yüzeylenmiş olan kömür mostralarını göstermektedir.

- Bu noktalardan faydalanarak kömür tabakasının konumunu bulunuz.
- Kömürün 200 m altında bulunan kıltaşı tabakası bu harita içinde yüzeylenir mi?

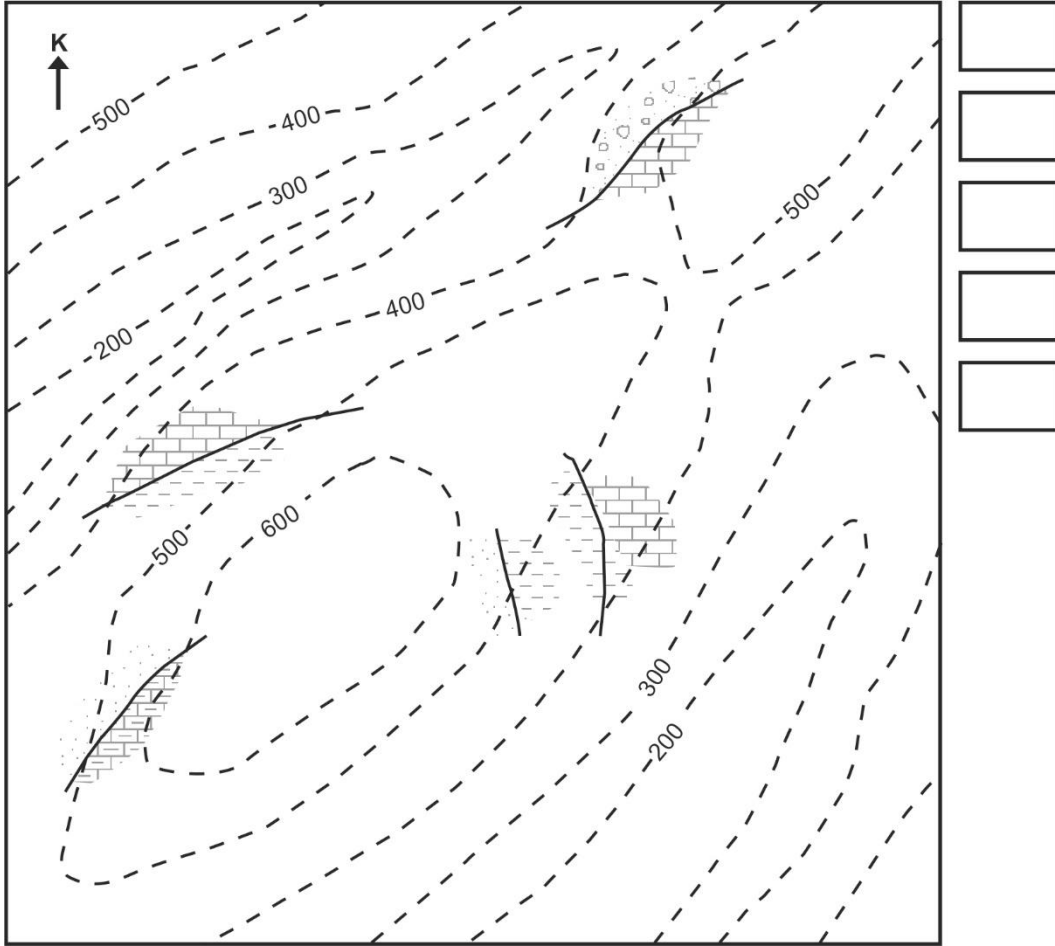


4.7. UYGULAMA 6 (5.HAFTA)

Aşağıda verilmiş olan haritada farklı bölgelerde yüzeylenen tabaka/formasyon sınırları görülmektedir. Bu verilerden yararlanarak;

- Doğrultu uzanımlarını çizin ve değerlendiriniz.
- Çizdiğiniz doğrultu uzanımlarından yararlanarak tabaka/formasyon sınırlarını tamamlayınız.
- Tabaka serisinin konumunu saptayarak harita görünümünü harita üzerine çiziniz.
- Stratigrafik istifi açıklamalar üzerinde gösteriniz.

NOT: Ölçek: 1:15.000



4.8. UYGULAMA 7

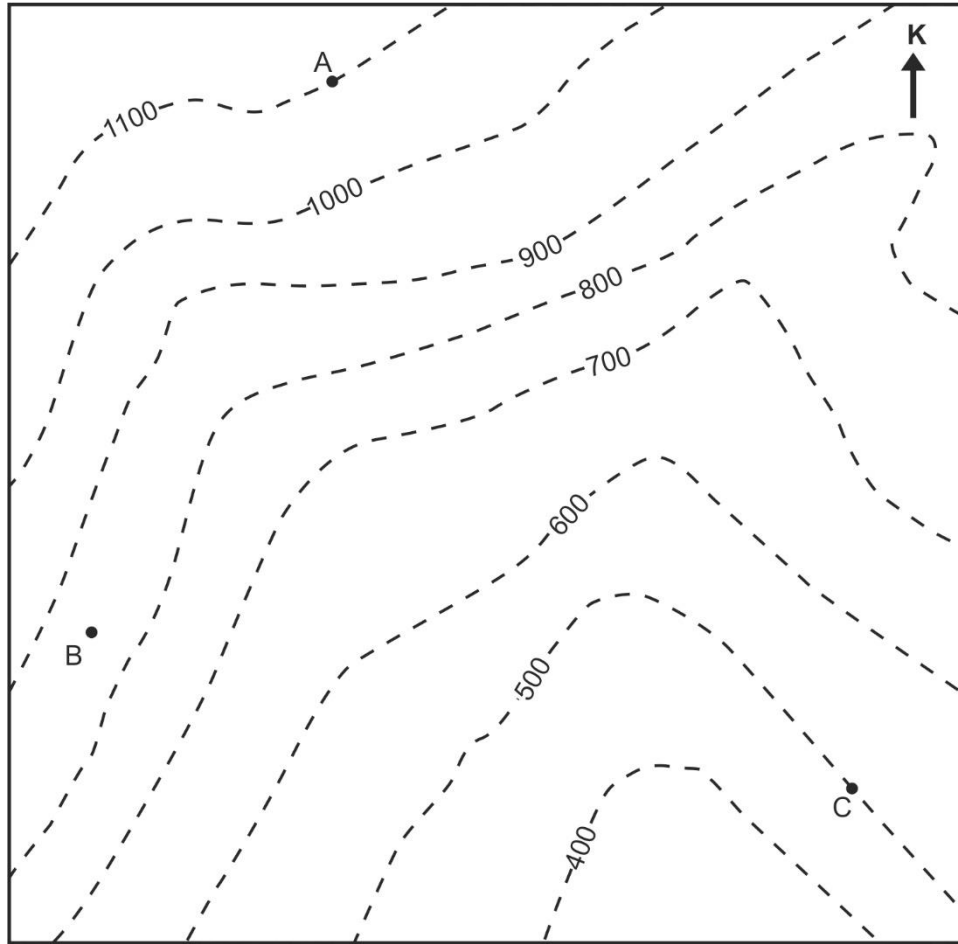
Aşağıda verilmiş topoğrafik haritada yer alan A, B ve C noktalarından sondaj yapılmıştır. Bu sondajlara ait veriler aşağıdadır.

LİTOLOJİ	A (1100 m)	B (800 m)	C (500 m)
Şeyl	100	-	-
Kumtaşı	400	-	-
Kiltaşı	600	150	-
Kireçtaşı	500	500	100
Konglomera	?	?	?

Bu verilere göre;

- Doğrultu uzanımlarını çiziniz ve değerlendiriniz.
- Tabaka sınırlarını çiziniz.
- Tabaka serisinin konumunu saptayınız.

NOT: Ölçek 1:15.000



5. MAGMATİK VE METAMORFİK KAYAÇLARDA HARİTALAMA (6.HAFTA)

5.1. Magmatik Kayaçlar

Bilindiği gibi magmatik kayaçlar derinlik (plütonik) ve yüzey (volkanik) olmak üzere iki ana grupta incelenir. Arazi çalışmalarında magmatik kayaçlar incelenirken aşağıdaki bilgiler öncelikli olarak arazi defterine kaydedilir:

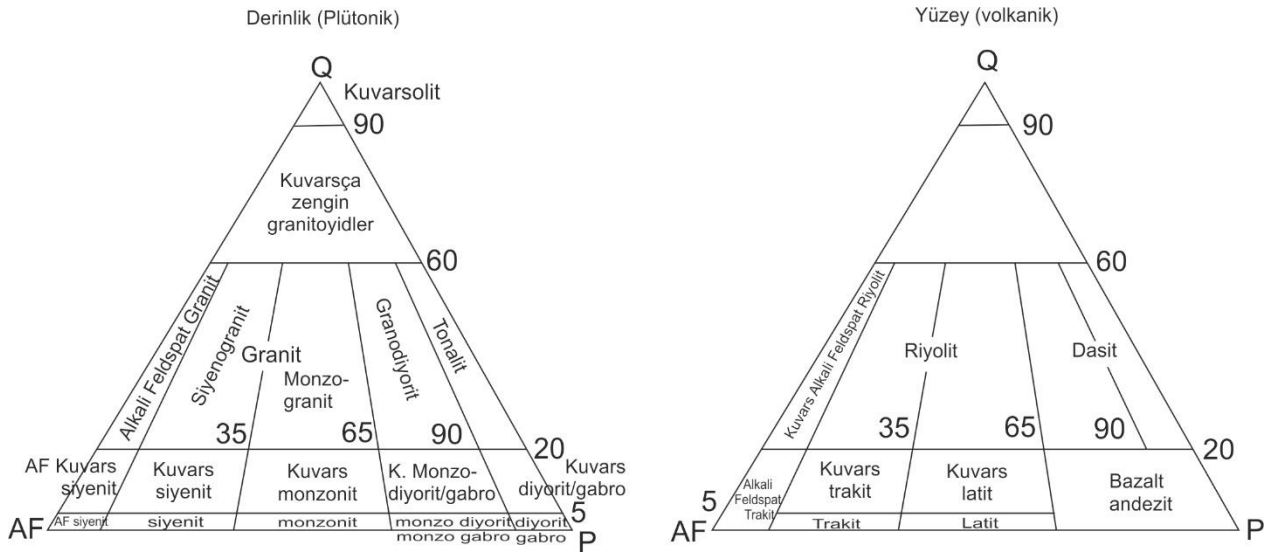
- **Renk (taze ve bozunma):** Magmatik kayacın rengi size kayacın felsik, ortaç, mafik veya ultramafik olmasıyla ilgili bilgi verecektir. Açık renkli magmatik kayaçlarda renk çoğu zaman kuvars ve alkali feldspatlardan geldiği için asidik bileşimi işaret edebilirler. Buna karşın olivin, piroksen, amfibol gibi mineraller koyu renklidir ve kayacın bazik ya da ultrabazik olduğunu gösterirler. Bu sayede kayacın kökenine ilişkin tahminler yürütülebilir.
- **Mineral bileşimi ve minerallerin göreceli oranı:** Renk bölümünde açıklandığı gibi minerallerin bollukları görece olarak kabaca hesaplanıp Streckeisen diyagramında yaklaşık yerleri saptanarak isimlendirilebilir.
- **Kayacın dokusu (Mineral dizilimi ve yönlenmesi):** Doku kayacın derinlik ya da yüzey olduğunu belirtir. Faneritik, porfirik, afanitik ve camsı dokular sırasıyla derinlik, yüzey ve volkan camını işaret eder.
- **Bozunma yüzeyinin biçimi:** Bozunma yüzeyinin şekli kayacın ilksel oluşumu ve kökenine ilişkin veri sunabilir. Örneğin ofiyolitlerdeki gabroların bozunmasıyla ortaya çıkan elek dokusu gibi.
- **Eklemeler (soğuma, tansiyon, makaslama):** Eklem sistemleri soğumaya ya da tektonizmaya bağlı olarak gelişebilir. Soğuma ile gelişenler genellikle sütunsal ve/veya düzensiz olur. Tektonizma kökenli eklemeler ise birbirlerine paralel ve gruplanabilir setler halinde izlenir. Kendi içlerinde bir düzen sergilerler. Basınç azalmasına bağlı olarak gelişen eklemeler daha büyük ölçeklerde takip edilebilir ve genelde merkezden dışarı doğru soğan kabuğuna benzer bir eklem sistemi gösterirler.
- **Yerleşme biçimi:** Başlıcaları dayk (yapıları keser şekilde) ve sil (yapılara paralel, onlarla uyumlu) şeklinde arazi çalışmalarında izlenir. Batolit (>100 km²) ve stok diğer yerleşim şekilleridir. Lakolit, lopolit, fakolit gibi yeraltında yerleşmiş, şemsiye şekilli yapılar sunabilir. Bu tür yapıların ortaya çıkarılabilmesi için geniş alanlar çalışılmalı ve/veya jeofizik yöntemlerden yardım alınmalıdır.
- **Komşu kayaçlarla olan ilişkisi:** Kesme-kesilme ilişkisi göreceli yaş tayininde önemlidir. Özellikle magmatik kayaçlardan radyometrik yaş tayini yapılabildiğinden diğer kayaçlarla olan ilişkisi göreceli yaşlandırmada kullanılabilir. Magmatik dokanak ya da uyumsuz seri (nonconformity) şeklinde karşımıza çıkarlar.
- **Yanal değişimleri:** Özellikle soğumaya bağlı olarak gelişebilecek zonlanma, ya da soğuma izleri yerleşim ve kaynak nokta hakkında bilgi verir.
- **Kapanımlar (ksenolit, otolit vb.):** Çevre kayaçlardan aldığı parçaları göreceli yaş tayininde kullanılabilir. Kabuk kalınlığı ve kestiği birimler dikkate alındığında magmanın yükselirken kimyasal bileşimindeki değişimler tahmin edilebilir.
- **Topoğrafya özellikleri:** Özellikle haritalama sırasında faydalıdır. Genellikle çevre kayaçlardan daha dayanıklı oldukları için sarp bir topoğrafya gösterirler. Renk farkının da ortaya çıktığı durumlar haritalamayı oldukça kolaylaştırır. Ayrıca volkan bacası, lav akıntısı vb. görünüşler magmatik kütlenin yayılımı, kaynak noktası gibi ayrıntıları işaret eder.

Derinlik Kayaçların Silika İçeriği Ve Mineral Bileşimi

- **Asidik magmatik kayaçlar:** %65'den fazla SiO_2 içerir. Başlıca felsik/açık renkli minerallerden (feldspat, kuvars) oluşur.
- **Ortaç magmatik kayaçlar:** %65-%50 arası SiO_2 içerir. Başlıca plajiyoklaz ve mafik minerallerden oluşur.
- **Bazik magmatik kayaçlar:** %50-%45 arası SiO_2 içerir. Önemli miktarda mafik renkli ferromagnezyen mineraller (olivin, piroksen, amfibol, mika) bulunur.
- **Ultrabazik magmatik kayaçlar:** %45'den az SiO_2 içerir. Tamamen mafik minerallerden oluşur.

Mineralojik Bileşime Göre Sınıflama

Başlıca kuvars, alkali feldspat ve plajiyoklaz minerallerinin kayaç içerisindeki yüzdelerine göre yapılan sınıflandırmadır ve Streckeisen diyagramı olarak bilinir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Streckeisen (1978) magmatik kayaçların modal mineralojik bileşime göre sınıflaması (QAFP sınıflaması).

Magmatik Kayaçlarda Doku

Camsı: Çok hızlı soğumadan kaynaklanır. Çok az mineral içerir. Kayaç tamamen doğal camdır.

Afanitik: Çabuk soğumalarına rağmen mineral oluşumu gerçekleşmiştir. Ancak bu minerallerin çıplak gözle görülebilmesi çok zordur. Camsı dokudan donuk görünüşleri ile ayırt edilebilirler.

Porfiritik: Çoğunlukla volkanik kayaçlarda gözlenir. İnce taneli hamurda iri taneli fenokristaller gözlenir.

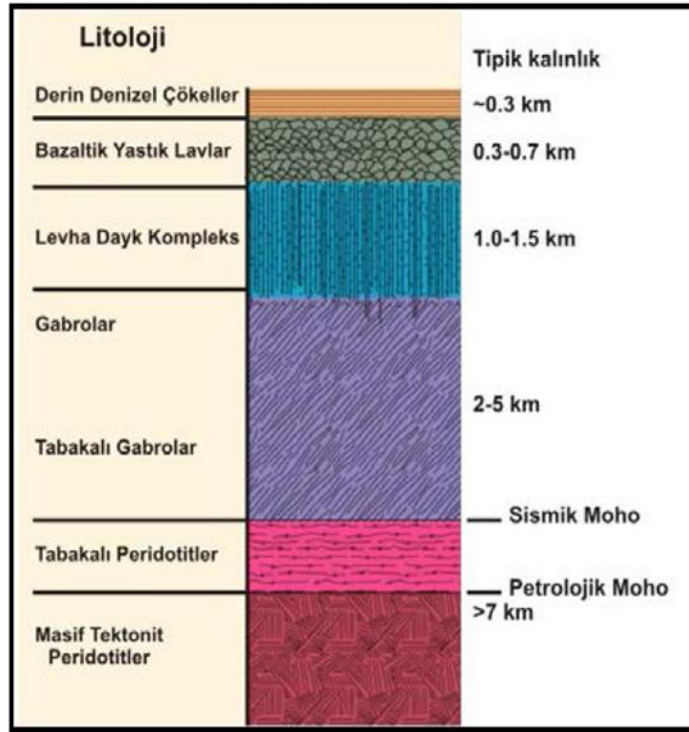
Faneritik: Derinlik kayaçlarında gözlenen dokudur. Kayaç tamamen minerallerden oluşur. Mineraller arasında hamur bulunmaz.

Piroklastik: Volkanik atıkların çoğunlukla sulu bir ortamda diğer cam kıymıkları, kül vb. volkanik malzeme ile kaynaşması sonucu oluşur.

Akma: Çoğunlukla lav akıntısı veya volkanik kayaçlarda izlenen ve çubuksu minerallerin akış yönüne paralel dizilimiyle ortaya çıkan dokudur.

Okyanus Tabanı Profili (Eksiksiz Ofiyolitik Seri)

Bir okyanus tabanı kesiti alındığında derinliğe göre aşağıdaki birimler görülür (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Eksiksiz bir ofiyolitik seride birimlerin dizilimi.

Ofiyolitik Karmaşık (Melanj): Dalma-batmanın gerçekleştiği ve okyanus kabuğunun yittiği bölgelerde okyanus kabuğundan sıyrılan parçaların harmanlanarak bir karmaşık halinde bulunmasıdır. Genellikle ters ve bindirme faylarıyla birbiri üzerine itilmiş dilimler halinde görülür. Bağlayıcı malzemesi çoğunlukla kırmızı renkli, çamurlu matrikstir. Şekil 5.2'deki birimler çeşitli boyutlarda bu hamur içinde bulunur. Ayrıca bu hamurda kıta kenarından koparılmış/düşmüş kayalar da gözlenebilir. Gözlendiği hatlar birleştirildiğinde daha önce var olan bir okyanusun nerede kapandığı/dalma-batmanın nerede gerçekleştiğini belirtir.

Oluşum Yaşı: Oluşma yeri neresi olursa olsun manto içindeki kristalleşme, kısmi erime, yerçekimsel farklılaşma gibi süreçlerin bitimini belirten yaştır. Sadece jeokronolojik yöntemlerle saptanabilir.

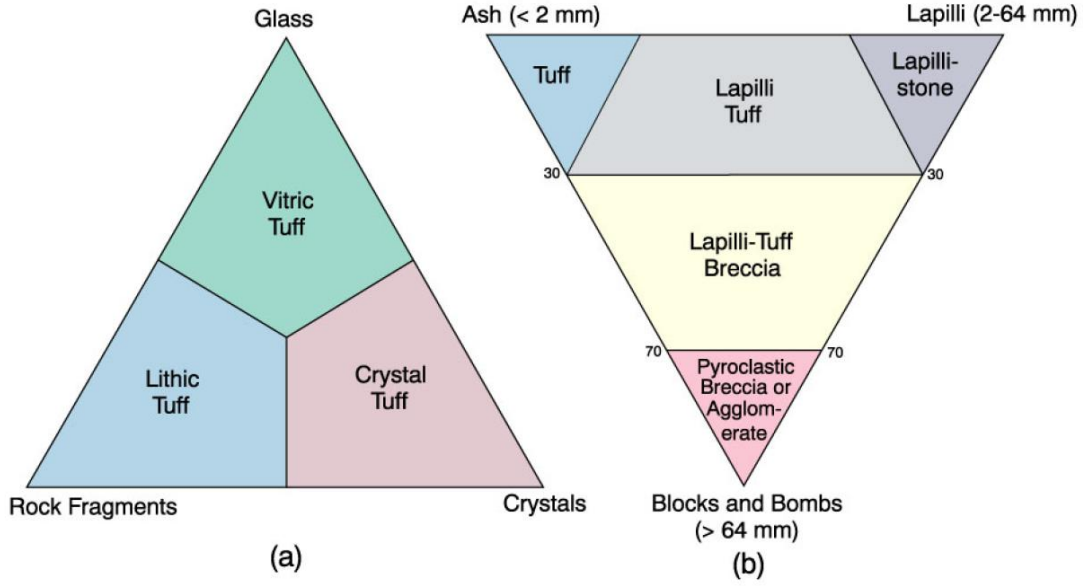
Yerleşme Yaşı: Ofiyolit topluluğunun bugün allohton olarak bulundukları ortama geliş yaşlarıdır. Bölgesel jeolojinin incelenip, ofiyolit topluluğunun otokton kütleler ile ilişkilerinin ve topluluğun kendi birimleri arasındaki stratigrafik ilişkileri ve yapısal durumlarının saptanması ile belirlenebilecek olan yaştır.

Piroklastik Kayaçlar

Volkanik patlama sırasında fırlatılan volkanik kökenli parçaların depolanması ile oluşan kayalara piroklastik kayaçlar denir. Çoğunlukla asidik ya da ortaç bileşimli volkanik faaliyetlerde görülür. Ayrıca su ile etkileşimde bulunan bazik bileşimli volkanizmalarda da izlenebilir.

Piroklastik kayaçların sınıflandırmasında tane boyu ve bolluk oranı dikkate alınır. Tüfler 2 mm'den küçük, lapilli 2-64 mm, blok ve bomba ise 64 mm'den büyük taneler için kullanılan terimdir. Bunların kayaç içindeki oranına göre aşağıdaki sınıflandırma yapılır (Şekil 5.3).

CLASSIFICATION OF PYROCLASTIC ROCKS



Şekil 5.3. Piroklastik kayaçların sınıflandırılması (Pettijohn, 1975; Harper & Row and Schmid, 1981).

Volkan Tipleri

SiO_2 'in oranı lavın yoğunluğunu etkilemektedir. Lavın yoğunluğu yanardağın şeklini de belirler. Yoğun olmayan lav kalkan biçiminde bir yanardağ oluşturabilir. Bunun nedeni ise lavların bal gibi çevreye dağılmasıdır. Yoğunluğu yüksek olan lav koni biçiminde bir yanardağ oluşturabilir. Görüntülerine ve çıkardıkları lavın cinsine göre isimlendirilirler (Şekil 5.4).

Plato Bazaltları: Kırıklardan çıkan ve çok geniş alanlara yayılmış, çok akışkan lavlar. Örn: Kars platosu.

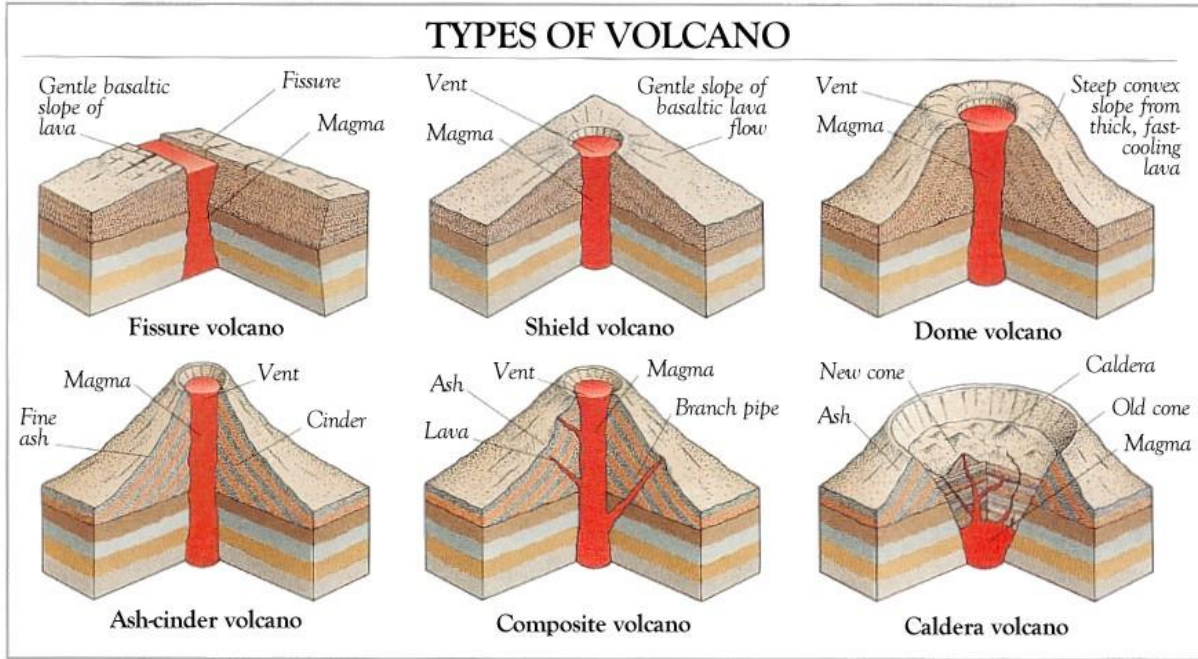
Kalkan Tipi Volkan (Shield volcano): Bazen kalderaya sahip, büyük ve merkezi bir ağızdan çıkmış akışkan lav. Örn: Karacadağ volkanı.

Cüruf konisi (Cinder cone): Patlamalı akışkan lav, küçük bir ağızdan yayılım. Örn: Konya ovası cüruf konileri.

Stratovolkan/Kompozit volkan (Strato/composite volcano): Büyük ve merkezi bir ağızdan çıkan ağdalı lavlar, çok miktarda patlama çöküntüleri. Örn: Erciyes yanardağı.

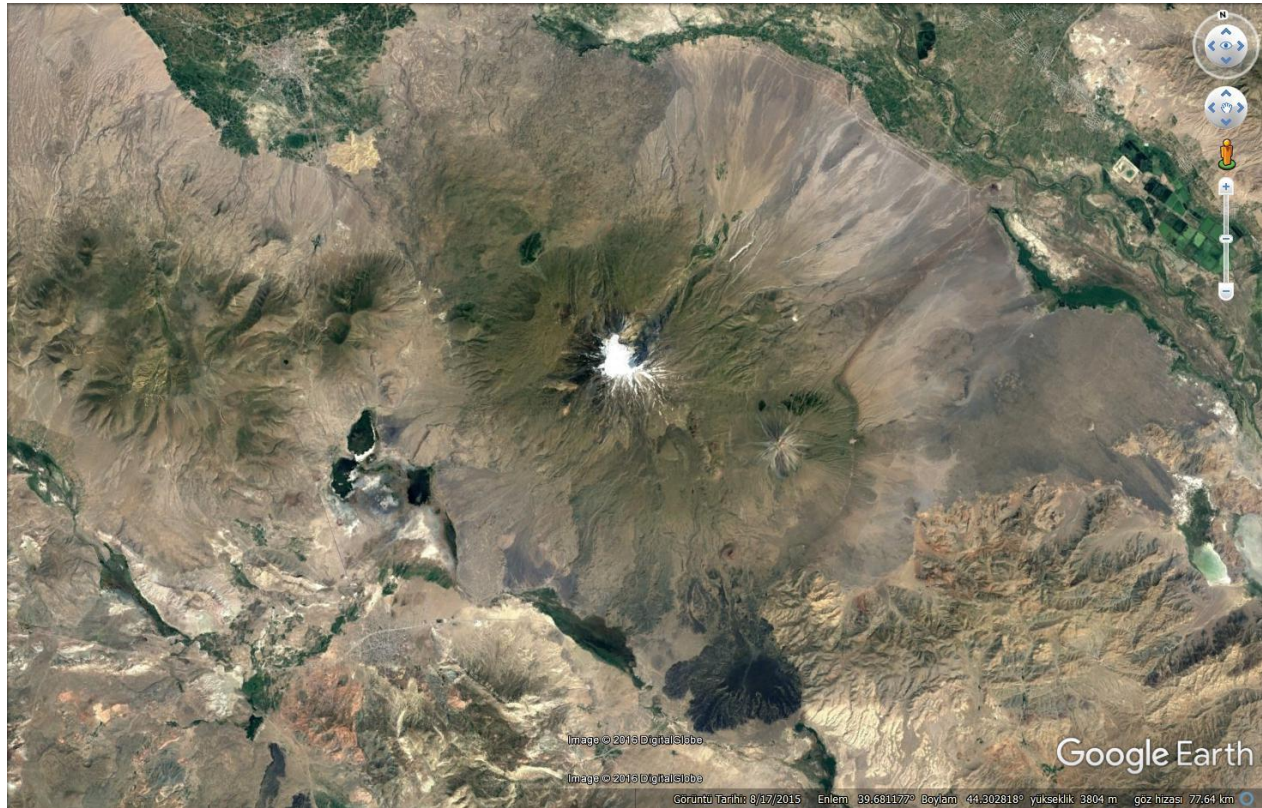
Lav domu (Lava dome): Çıkış yeri civarında yayılmış, çok ağdalı, göreceli olarak küçük lav çıkışları. Örn: Erciyes yanındaki Alıdağ.

Kaldera (Caldera): İçinde domların da bulunabildiği, volkanların çökmesi sonucu oluşan büyük çukurluklar. Örn: Nemrut volkanı.



Şekil 5.4. Volkan tipleri.

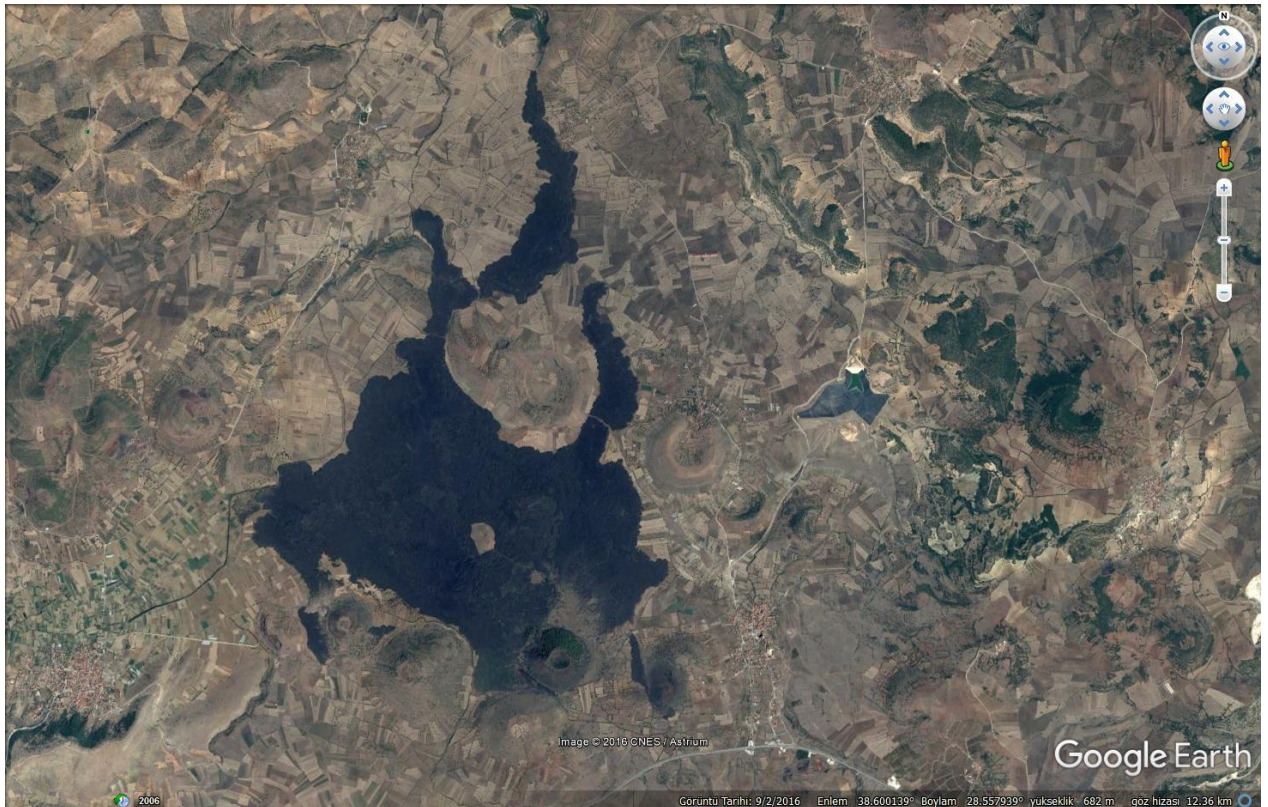
UYGULAMA 8 (AĞRI)



UYGULAMA 9 (ERCİYES)



UYGULAMA 10 (KULA)



UYGULAMA 11 (TENDÜREK)



UYGULAMA 12 (NEMRUT)





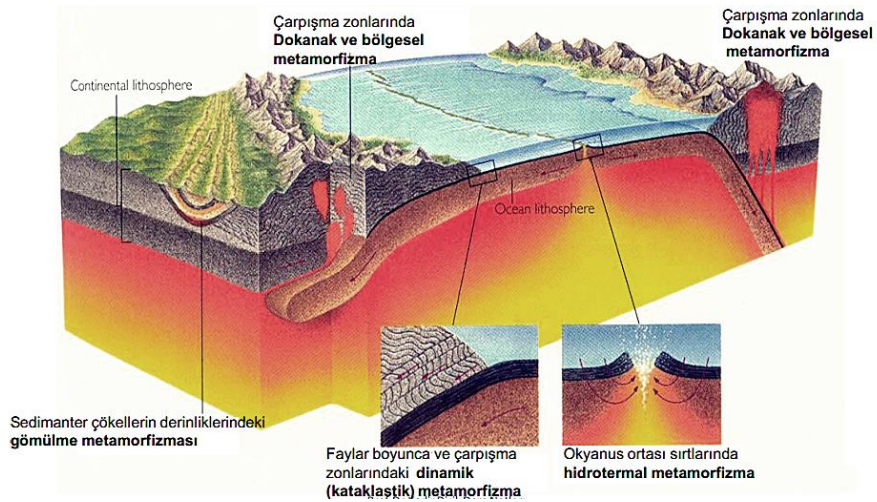
Şekil 5.5. Türkiye jeotermal kaynaklar ve volkanik alanlar haritası.

5.2. Metamorfik Kayaçlar

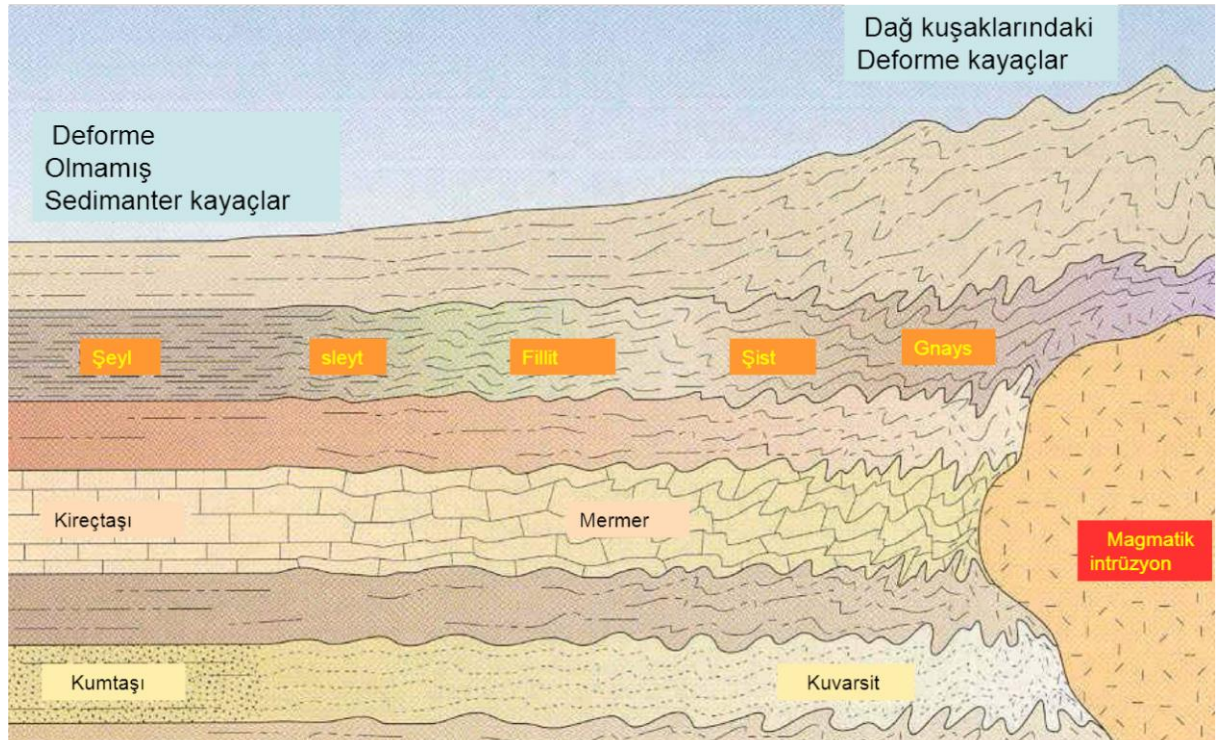
Metamorfik kayaçlar bilindiği gibi basınç ve/veya sıcaklık ve/veya akışkanların etkisi altında ortamda var olan kayaçların mineralojik ve yapısal anlamda değişime uğraması sonucu oluşan kayaçlardır.

Metamorfizma Çeşitleri

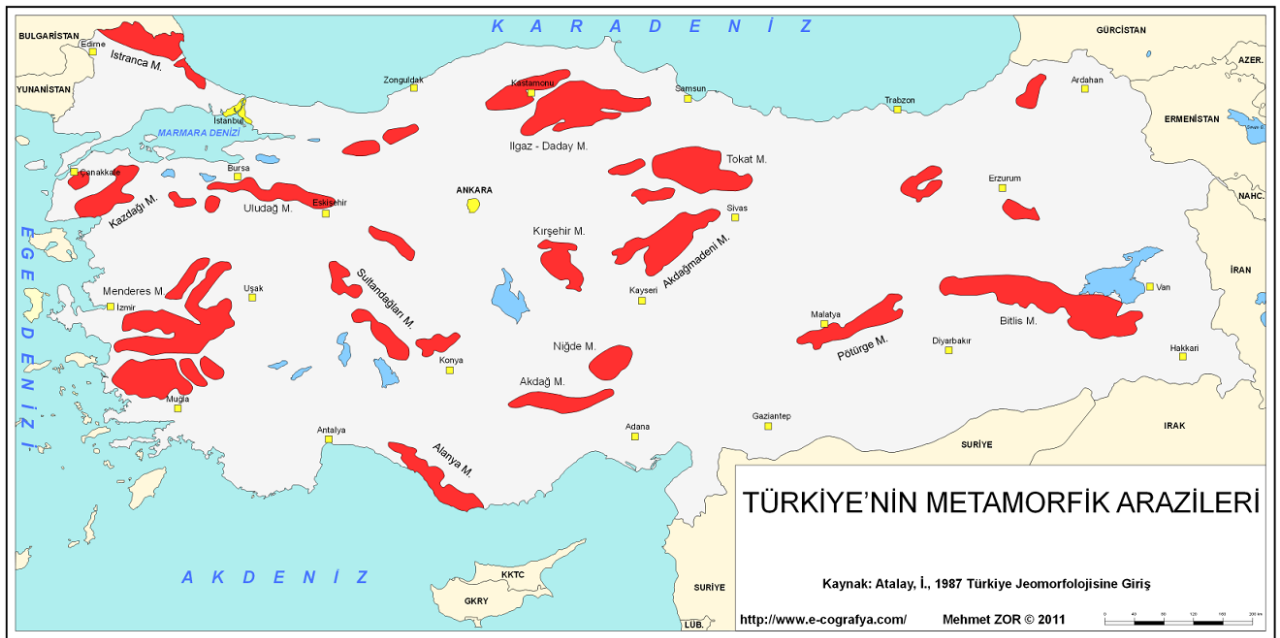
- Dokanak (Kontakt) metamorfizması (Contact Metamorphism)
- Hidrotermal metamorfizma (Hydrothermal Metamorphism)
- Dinamik metamorfizma (Dynamic metamorphism)
- Bölgesel metamorfizma (Regional Metamorphism)
- Gömülme metamorfizması (Burial Metamorphism)



Şekil 5.6. Metamorfizma şekilleri ve bunların geliştiği bölgeler.



Şekil 5.7. Temel metamorfik kayaçların isimleri ve ilksel kayaç türleri.



Şekil 5.8. Türkiye’de metamorfik kayaçların bulunduğu bölgeler ve isimleri.

Metamorfik Kayaçlarda Nasıl Çalışılır?

- Renk (taze ve bozunma yüzeyi)
- Mineral bileşimi
- Çizgisellikler (konumları)
- Yapraklanmalar (konumları, kalınlıkları)
- Eklemler
- Kıvrımlanmalar
- Metamorfizma türü
- Metamorfizma derecesi
- Komşu kayaçlarla olan ilişkisi
- Gözlenebiliyorsa ilksel tabakalanma konumu
- Yorumlanabilirse metamorfizma öncesi kaya türü

5.3. Dokanak ilişkilerine göre haritalama

Sedimanter kayaçlar metamorfik kayaçların üzerinde yer alıyorsa aralarındaki ilişki ya uyumsuz seri (nonconformity) ya da tektonik dokanak olmak zorundadır. Çünkü metamorfik kayaçlar farklı sıcaklık ve basınç koşulları altında oluşmuştur. Eş yaşlı olmaları durumunda bile sedimanter kayaçların benzer süreçlerden geçmemiş olmaları, ancak dokanak halinde izlenmeleri bu iki seçenektan biri ile açıklanır. Bu durumda iki birimin sınır ilişkisinde tektonik dokanak ihtimaline karşı fay breşi/kataklazit/milonit zonunun varlığı kontrol edilmelidir. Eğer metamorfik kayaçlar sedimanter ve/veya magmatik kayaçların üzerinde gözleniyorsa aralarındaki ilişki ters faylıdır. Altında gözleniyorsa uyumsuz seri ya da tektonik dokanak (normal/verev), arazi gözlemlerine göre belirlenir. Harita üzerine gözleme bağlı olarak faylı dokanak ya da normal sınır şeklinde çizilir. Jeolojik kesitte faylı ya da dalgalı/ondülasyonlu şekilde gösterilir.

Sedimanter kayaçların diğer sedimanter kayaçlarla olan ilişkileri tektonik olabileceği gibi uyumlu, diskonformite, parakonformite ya da açılal uyumsuzluk olabilir. Aralarında fay düzlemi belirlenebiliyorsa ilişki faylı olarak belirtilir ve bu fay harita üzerine de çizilir.

Uyumlu olmaları için tabaka konumları aynı ya da çok benzer olmalı; ek olarak birbirini takip edebilecek çökelim ortamları ürünü olmalıdır (transgresif/regresif seri gibi).

Diskonformitenin söylenebilmesi için kayaçların yaşları arasında bir zaman boşluğu ve/veya çökelim ortamı değişikliği (karasaldan aniden derin denize geçiş gibi) gereklidir. Konum farklılığı gözlenmez. Çoğu zaman aralarında bir erozyon yüzeyi/hard ground ya da paleotoprak oluşumu vardır. Eğer varsa fosil içerikleri aradan geçen zamana ilişkin (hiyatüs) bilgi verebilir. Arazi çalışmalarında farkedilebilir şekildedir.

Parakonformiteyi arazi çalışmalarında anlamak zordur. Bir çökelmezlik durumuna işaret ettiği için konum farklılığı ve erozyon yüzeyi yoktur. Fosil içerikleri burada anahtar rol oynar. Bölgesel ölçekte yapılan çalışmalarda farklı alanların korelasyonu ile tespit edilebilir. Açıklanan her üç durumda da sınır harita üzerine normal sınır olarak çizilir ancak kolon kesit üzerinde aradaki ilişki türü belirtilir.

Açılal uyumsuzluk ise sedimanter kayaçlar arasında en kolay fark edilen uyumsuzluk türüdür. Her iki birim arasında belirgin konum farklılığı vardır ve çoğu zaman erozyon yüzeyi de görülür. Haritalama sırasında sınır genç birime göre çizilir ve stratigrafik istifte uyumsuzluk mutlaka belirtilir. Tüm uyumsuzluk durumlarında jeolojik kesit çizilirken aralarındaki ilişki dalgalı/ondülasyonlu şekilde yerleştirilir.

Sedimanter kayaçların magmatik kayaçlarla olan ilişkisi uyumsuz seri veya magmatik dokanak veya tektonik dokanak şeklinde olabilir. Burada kesme/kesilme ilişkisi dikkate alınır.

Sedimanter kayaçlar magmatik birimleri örtüyor ve alt seviyelerde bu magmatik kütleyle ait çakıllar içeriyorlarsa sedimanter kayaçlar daha gençtir ve aralarındaki ilişki uyumsuz seridir. Eğer sedimanter kayaçlar magmatik kayaçlar tarafından dayk, batolit, stok gibi yerleşim şekilleri tarafından kesiliyorsa ve sınırlarında pişme zonu/skarn zonu gibi renk ve doku değişikliği yaratan bir kuşak varsa ve/veya magmatik kütle içinde çevre kayaçlardan koparılıp alınmış çakıllar bulunuyorsa magmatik kayaçlar daha gençtir. Sedimentasyonla eş zamanlı gelişen bir magmatizma varsa, bu durum hem sedimanter istif içerisinde gözlenebilecek tuf/aglomera seviyeleriyle hem de aratabakalar şeklinde yerleşen lav akıntılarıyla anlaşılabilir. Kesin bilgi radyometrik ve fosil içeriğinden elde edilecek yaşların karşılaştırılmasıyla ortaya konur. Harita üzerinde sınırlar normal olarak çizilir (tektonik dokanak hariç) ve kolon kesit/jeolojik kesitte uyumsuzluk mutlaka belirtilir.

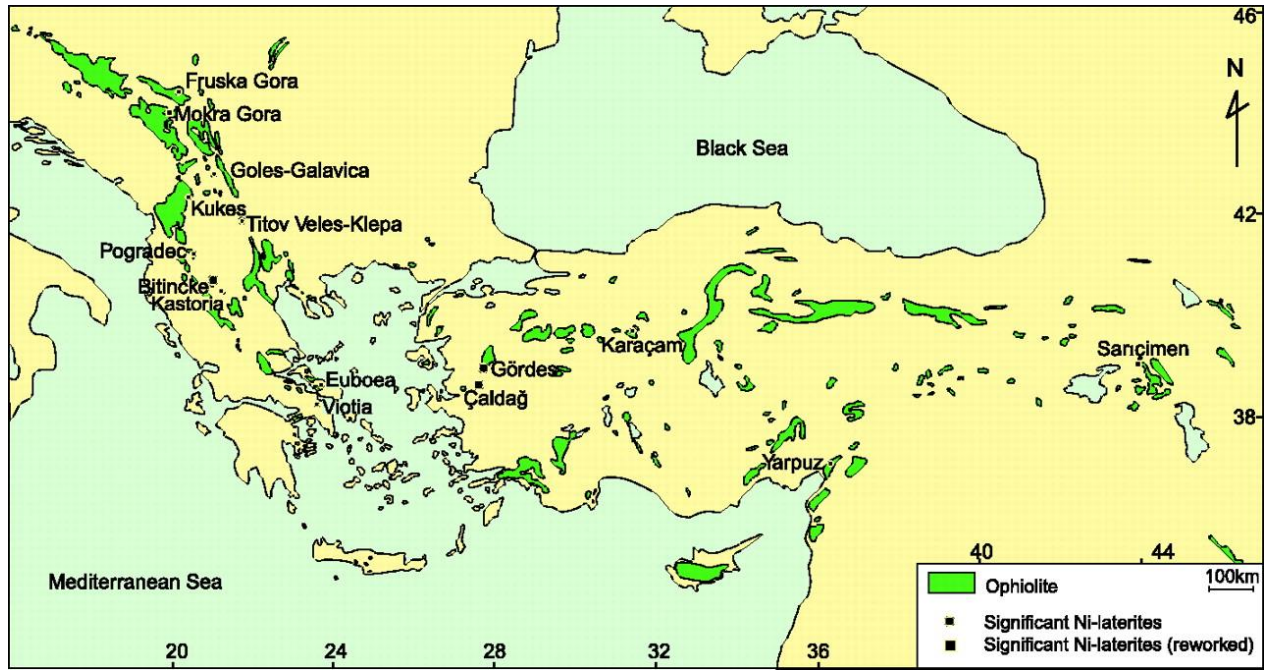
Magmatik kayaçların metamorfik kayaçlar ile olan ilişkileri ya uyumsuzluk ya da faylı olmak zorundadır. Metamorfik kayaçlar, daha sonra gelen/yerleşen magmatik kayaçlar tarafından üzerleniyorsa/kesiliyorsa magmatik kütle daha gençtir. Sınır normal olarak çizilir ve istifte uyumsuzluk belirtilir. Metamorfik kayaçlar magmatik kütleyle üzerliyorsa fayla yerleşmişlerdir. Bu durumda sınır faylı olarak çizilir ve gösterilir. Farklı bir durum metamorfik çekirdek komplekslerinde gözlenir. Burada metamorfiklerle birlikte sintektonik magmatik yerleşimler bulunur. Bölgesel ölçekteki çalışmalarla belirlenebilir.

Melanj ve Olistostromlarda Haritalama

Melanj (mélange), Fransızca kökenli bir kelime olup karışım/karmaşa anlamına gelir. Jeolojideki kullanımında, sedimanter ya da tektonik kökenli sebeplerle ortamda var olan kayaçların ilksel konumunun bozulup, bir karmaşık şekilde gözlenmesini ifade etmek için kullanılan terimdir.

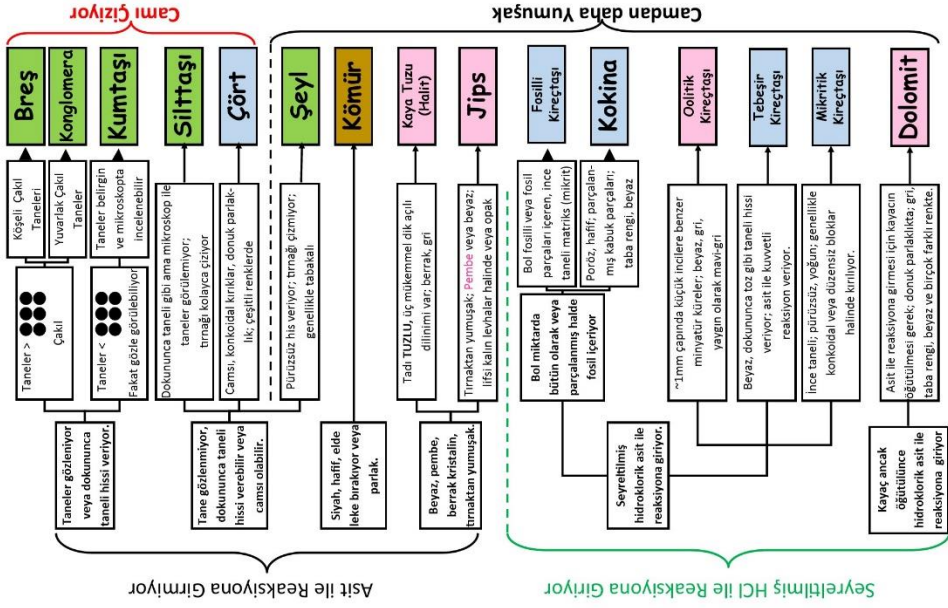
Olistostrom (Sedimanter melanj): Denizaltında yerçekimine bağlı kaymalar veya kıta yamacında moloz akması şeklinde oluştukları düşünülen, çamur türündeki bir hamur içinde yerleşmiş, bazıları çok büyük boyutlara ulaşan bloklardan oluşan çökellere verilen addır. Her ne kadar bir karmaşık olsa da bazı kesimlerinde tabakaların devamlılığı izlenebilir şeklindedir. Bu kütlelerin oluşumunda tektonizma etkili değildir. Var olan kayaçların üzerine adeta su altı heyelanı şeklinde yerleşirler. Altındaki birim ile olan sınırlarında da deformasyon izleri görülebilir. Bu birimler bir bütün halinde haritalanır. Ancak büyük ölçekli haritaların kullanıldığı özellikle mühendislik uygulamalarında içerisinde yer alan ve haritalanabilir ölçekte olan bloklar mutlaka işaretlenir ve açıklanır. Alt ve üst sınırları uyumsuzluk şeklinde izlenebildiği gibi faylı dokanak şeklinde de görülebilmektedir.

Ofiyolitik (ofiyolitli) melanj: Okyanus kabuğuna ait parçaların bir yitim zonu (dalma-batma) boyunca kıta kabuğu tarafından tıraşlanarak yığışım prizmasında dilimleri şeklinde biriktirilmesi sonucu ortaya çıkan tektonik kökenli bir karmaşıktır. Bileşenleri ağırlıklı olarak bir okyanus kabuğu profilini oluşturan malzemedir. Üzerinde bulunduğu kayaçlar ile dokanağı faylıdır çünkü yerleşimi kabuktan tıraşlanma ve başka bir kütle üzerine itilme şeklindedir. Üst sınırları ise uyumsuzluk şeklinde olabileceği gibi faylı dokanak olarak ta izlenebilir. Oluşturduğu yaş radyometrik ve/veya fosil içeriğine (radyolary vb.) bağlı olarak saptanabilir. Yerleşim yaşı ise üzerinde bulunduğu ve kendisinden daha genç olan kayaçların yaşı ile belirlenebilir. Türkiye’de özellikle İzmir-Ankara-Erzincan, ve Bitlis-Zagros kenet kuşakları boyunca yayılım göstermekte olup, GB’da Likya Napları olarak bilinen kesimde de izlenmektedir (Şekil 5.9).

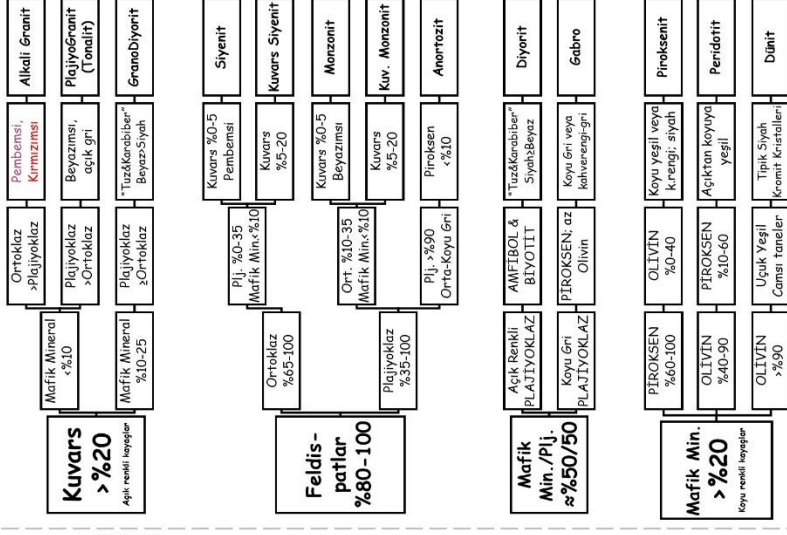


Şekil 5.9. Türkiye ve yakın çevresinde gözlenen ofiyolitik kayaçların dağılımı.

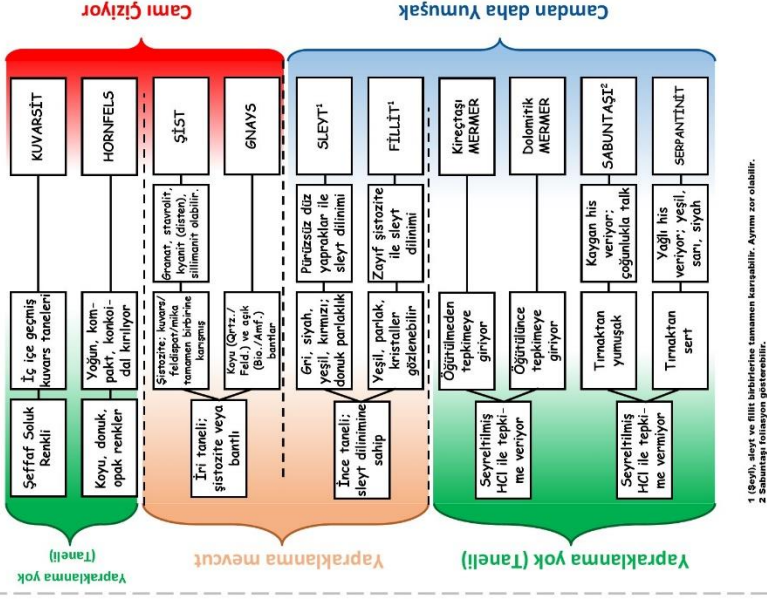
SEDİMANTER KAYAÇLAR



FANERİTİK MAGMATİK KAYAÇLAR



YAYGIN METAMORFİK KAYAÇLAR



¹ (Şeyl), sleyt ve fillit şistoziteye tamamen karşılık gelir. Aynı zor olabilir.
² Sabun taşı (kaygan) denir.

6. YAPISAL UNSURLARIN HARİTALANMASI (7.HAFTA)

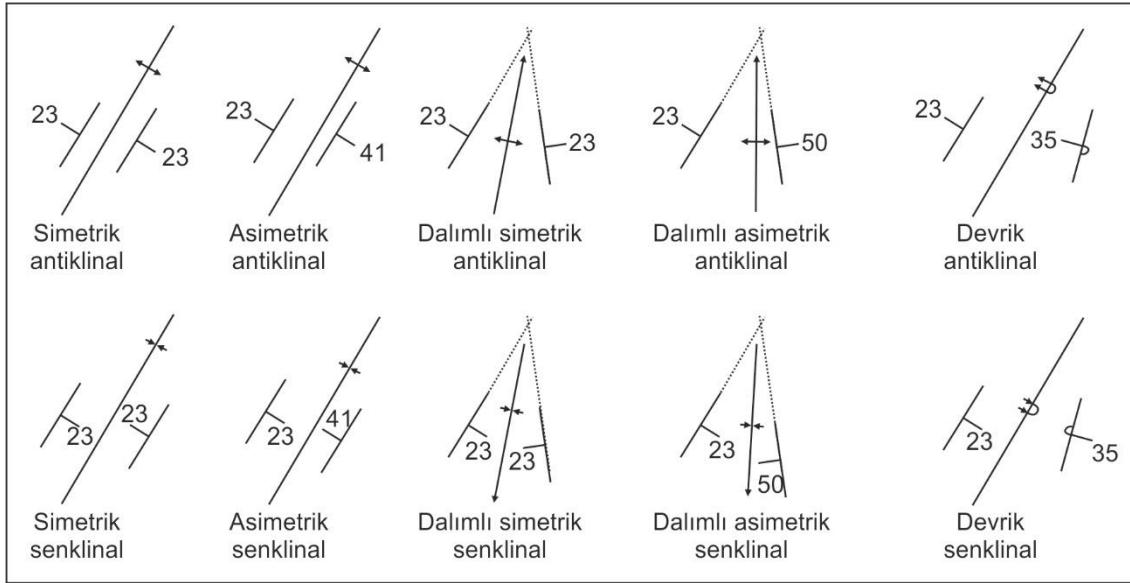
6.1. Kıvrımlı yapılar

Kıvrımlar arazi çalışması sırasında alınan tabaka konumları sayesinde ve/veya yol yarması gibi kayaçların kesit görüntülerinin izlenebildiği noktalarda tespit edilebilen yapısal unsurlardır. Antiklinal, senklinal ve monoklinal olmak üzere üç ana türü vardır. Bunun haricinde kanat açılarına göre, şekillerine göre ve morfolojik özelliklerine göre alt sınıflamaları bulunmakla beraber özel koşulları işaret eden türleri de tanımlanmıştır. Daha ayrıntılı bilgi için Yapısal Jeoloji ders notlarını takip ediniz.

Haritalama çalışmasında kıvrımlı yapıları tespit edebilmek için sık ölçüm alınması ve haritaya işlenmesi gereklidir. Bu tabaka konumu ölçümlerinin farklı eğim yönleri gösterdiği alanlar dikkatle incelenmeli ve ilgili kıvrım eksenini ve türü haritaya işlenmelidir. Kanatlarındaki tabaka konumları olmaksızın yapılan işaretlemeler oradaki kıvrımın varlığını ispatlayamayacağı için kullanılamazlar.

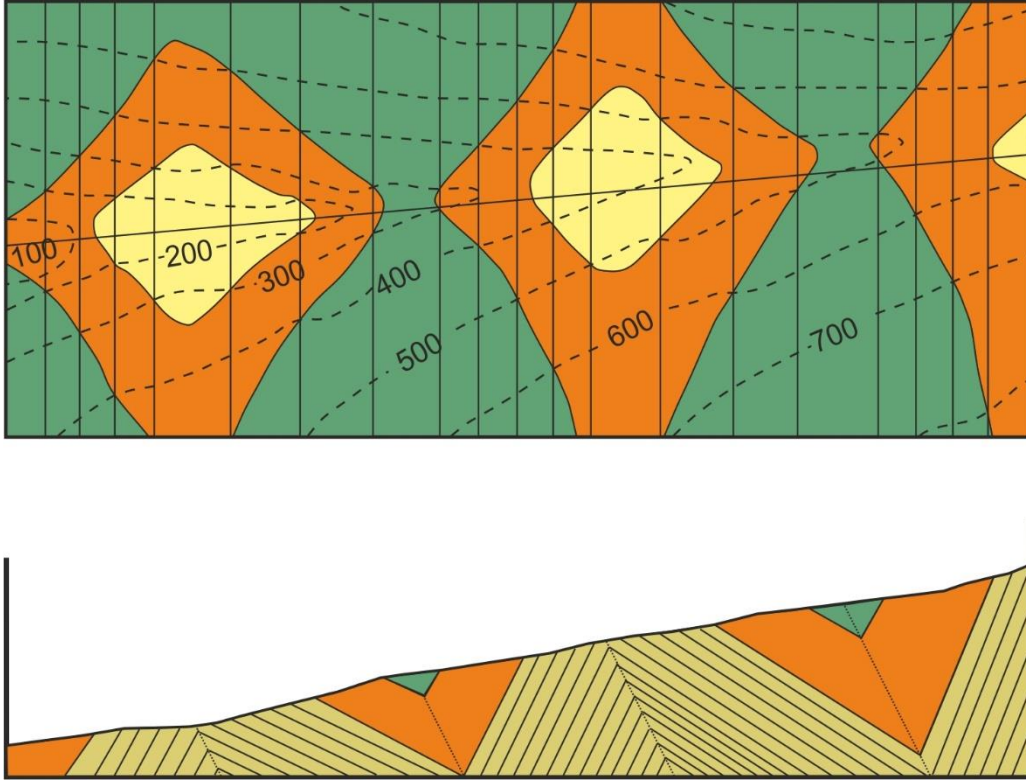
6.2. Kıvrımlı yapıların haritalanması

Ölçülen tabaka konumlarının doğrultuları birbirine paralel ve eğim açıları aynıysa bu kıvrım simetrik. Ölçülen tabaka konumlarının doğrultuları birbirine paralel ancak eğim açıları farklıysa kıvrım asimettir. Ölçülen tabaka konumlarının doğrultuları birbirleriyle kesişiyorsa antiklinal doğrultuların birleştiği coğrafik yöne doğru, senklinal ise zıt olan coğrafik yöne doğru dalımlıdır. Aynı yöne eğimli olan ancak bir tarafı devrik tabakalardan oluşan seriler devrik kıvrımları oluşturur. Tabaka konumlarına göre oluşan kıvrım türleri ve harita görünüşleri aşağıda verilmiştir (Şekil 6.1).

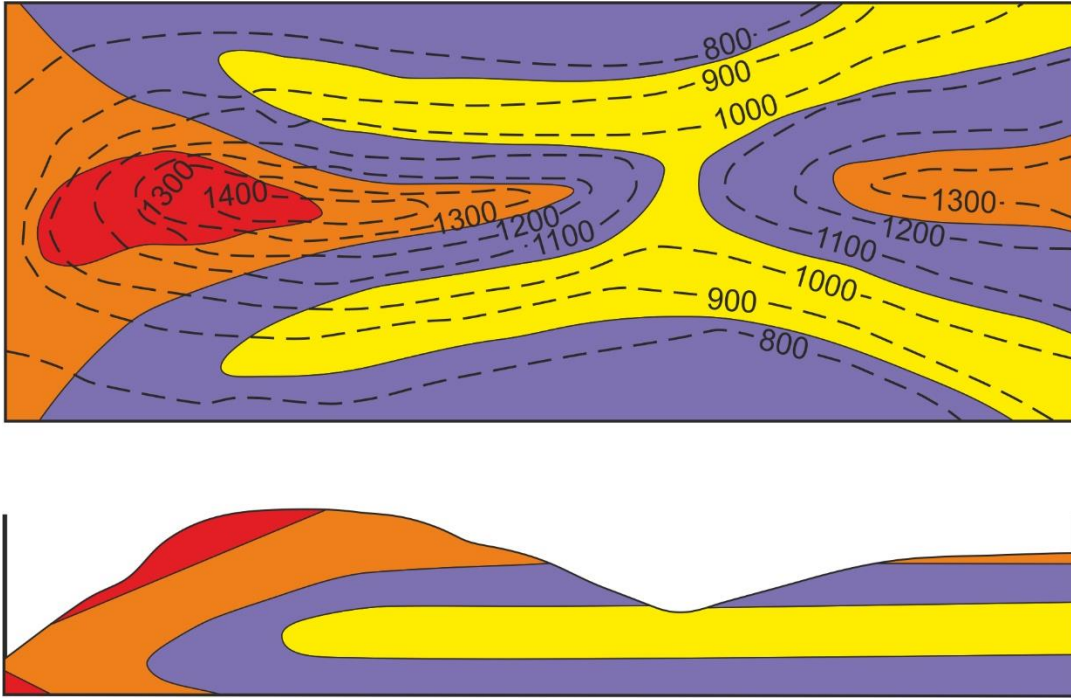


Şekil 6.1. Kıvrımların kanatlarındaki tabaka konumlarıyla birlikte harita gösterimi (Tabakaların eğim açılarına bağlı olarak kıvrım eksenlerinin aldıkları konuma dikkat ediniz).

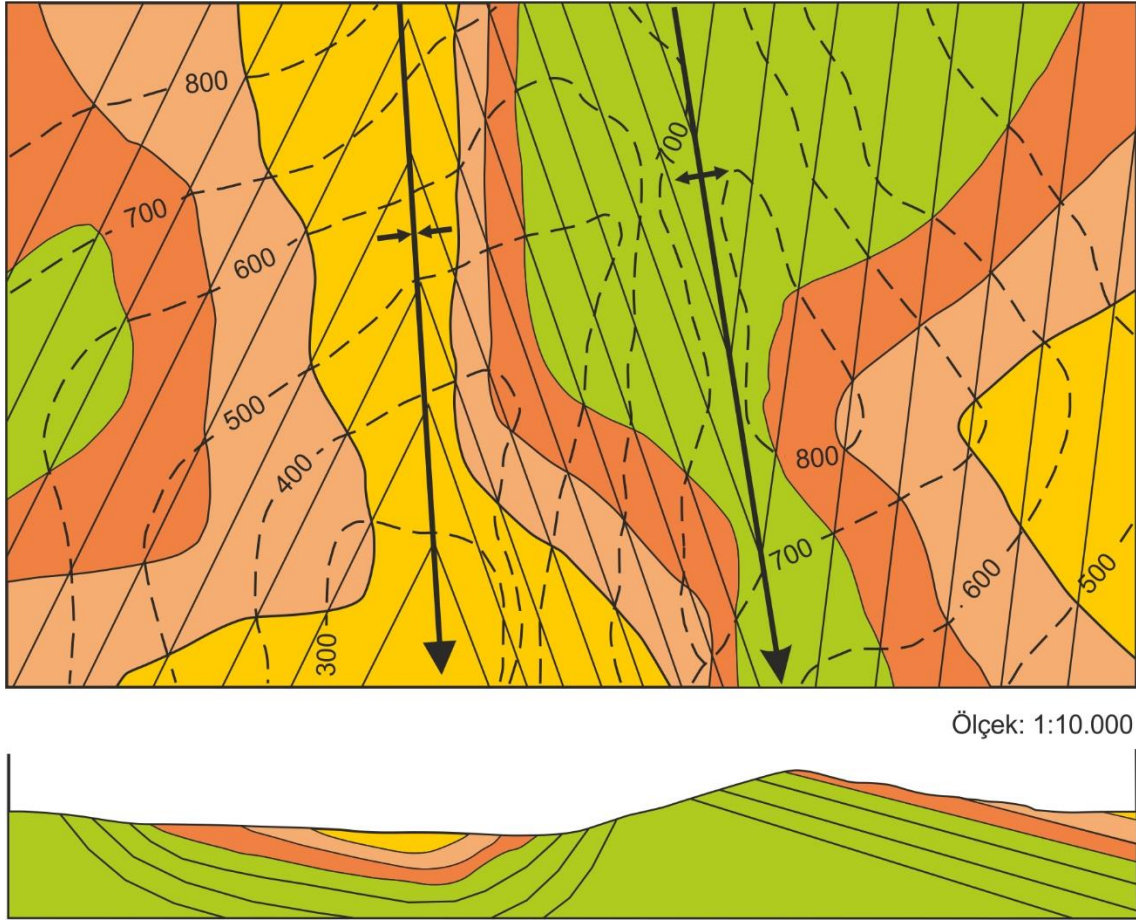
Kıvrımlar harita üzerine işlenirken daha önce belirtildiği gibi tabakaların konumları ve eğim açıları dikkate alınır. Aşağıda bu çizimlere örnekler verilmiştir (Şekil 6.2, 6.3, 6.4).



Şekil 6.2. Asimetrik kıvrım kanatları ve bunlara ilişkin doğrultu uzanımları.



Şekil 6.3. Yatık kıvrımların harita ve kesit görünümleri.



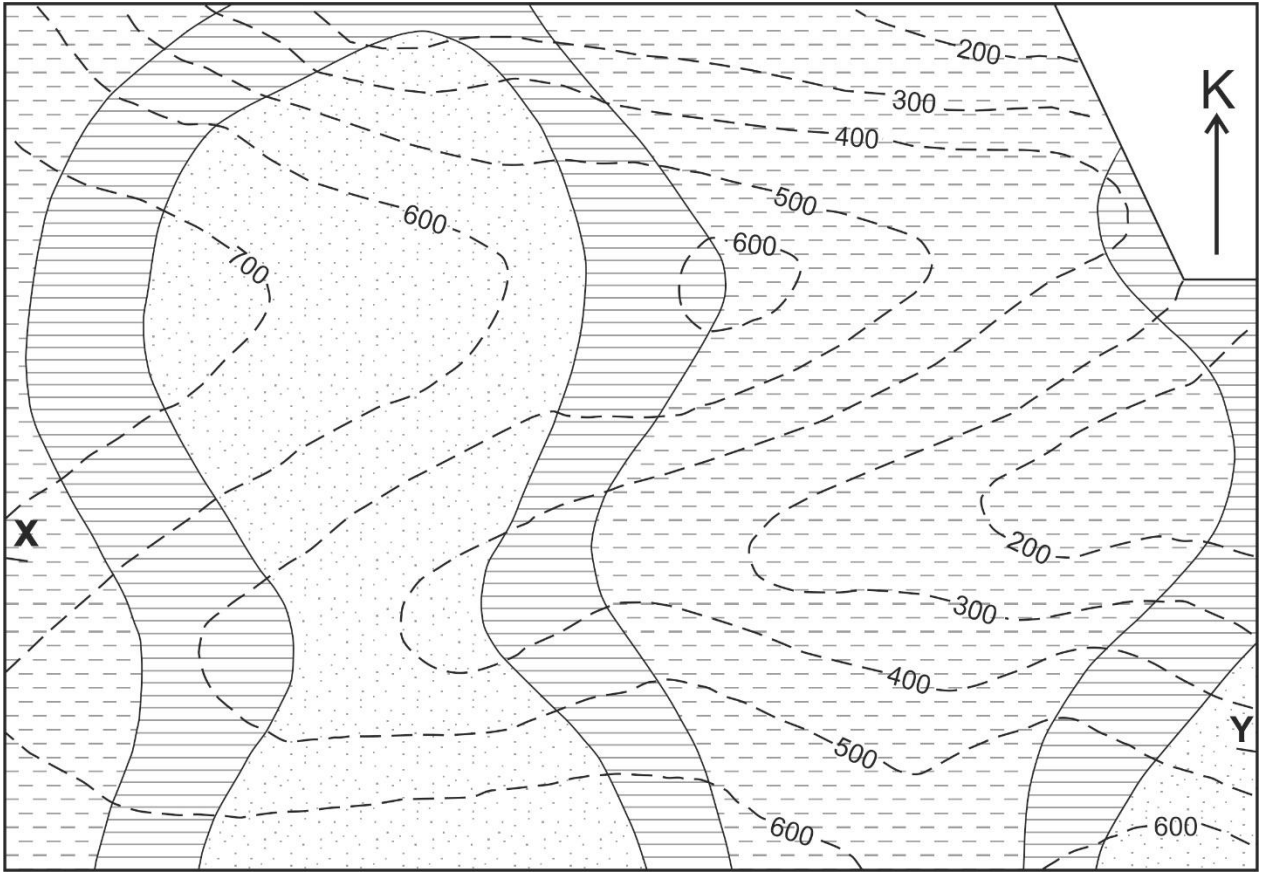
Şekil 6.4. Dalımlı antiklinal ve senklinallerde doğrultu uzanımları.



UYGULAMA-13

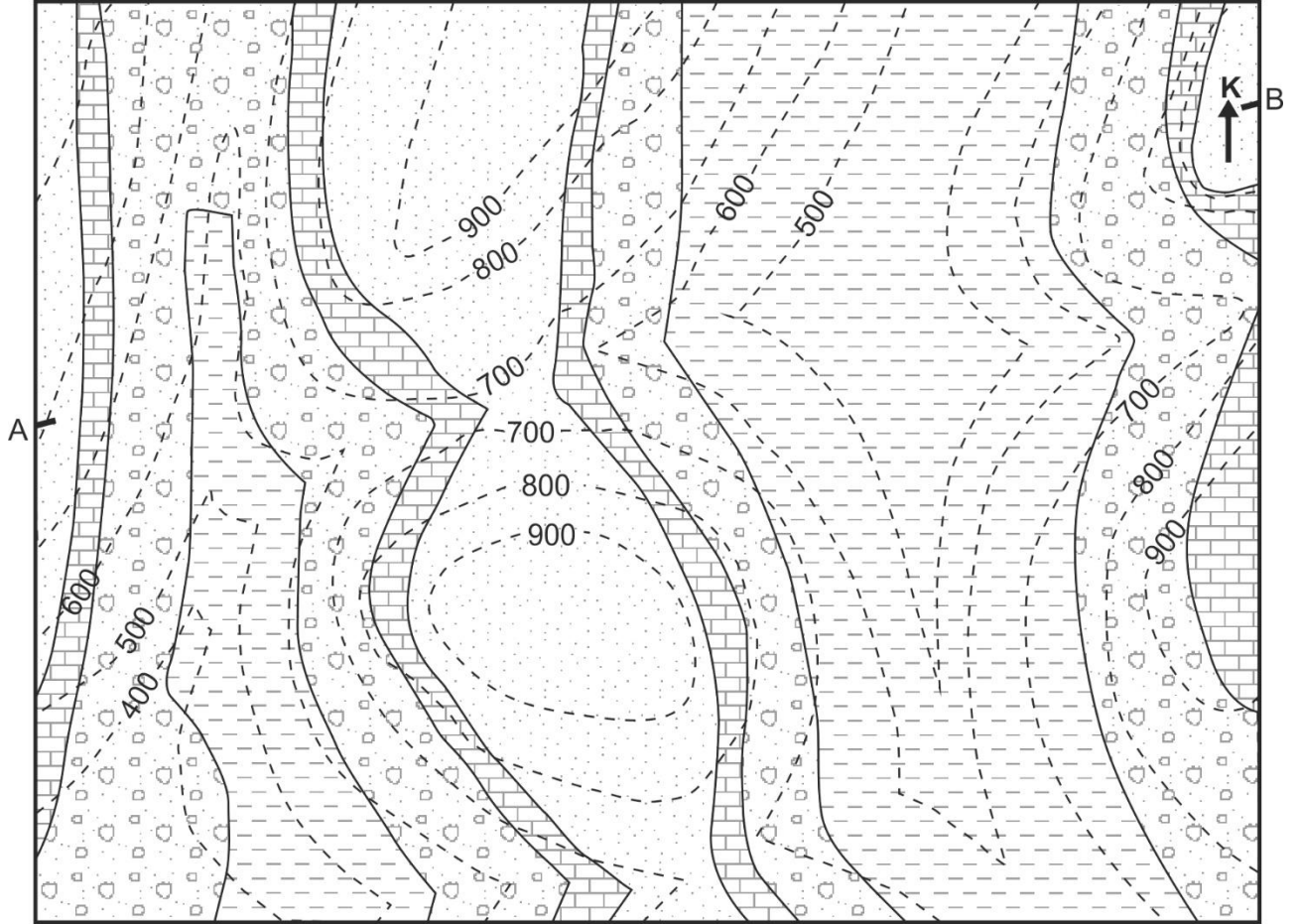
- Aşağıda verilmiş olan haritada doğrultu uzanımlarını çiziniz ve değerlendiriniz.
- Her kanadın tabaka konumunu bulunuz ve harita üzerine çiziniz.
- Tabaka serisini yaşıldan gence doğru bir lejand yaparak gösteriniz.
- Bulduğunuz konumlara göre kıvrım eksenlerini belirleyiniz ve haritaya çiziniz.
- Kıvrım eksenlerinin konumlarını (çizgisel yapı) yazınız.
- X-Y doğrultusundaki jeolojik kesiti çiziniz.

ÖLÇEK: 1:10.000



UYGULAMA-14

- Aşağıda verilmiş olan haritada doğrultu uzanımlarını çiziniz ve değerlendiriniz.
- Her kanadın tabaka konumunu bulunuz ve harita üzerine çiziniz.
- Tabaka serisini yaşlıdan gence doğru bir lejand yaparak gösteriniz.
- Bulduğunuz konumlara göre kıvrım eksenlerini belirleyiniz ve haritaya çiziniz.
- Kıvrım eksenlerinin konumlarını (çizgisel yapı) yazınız.
- A-B doğrultusundaki jeolojik kesiti çiziniz.

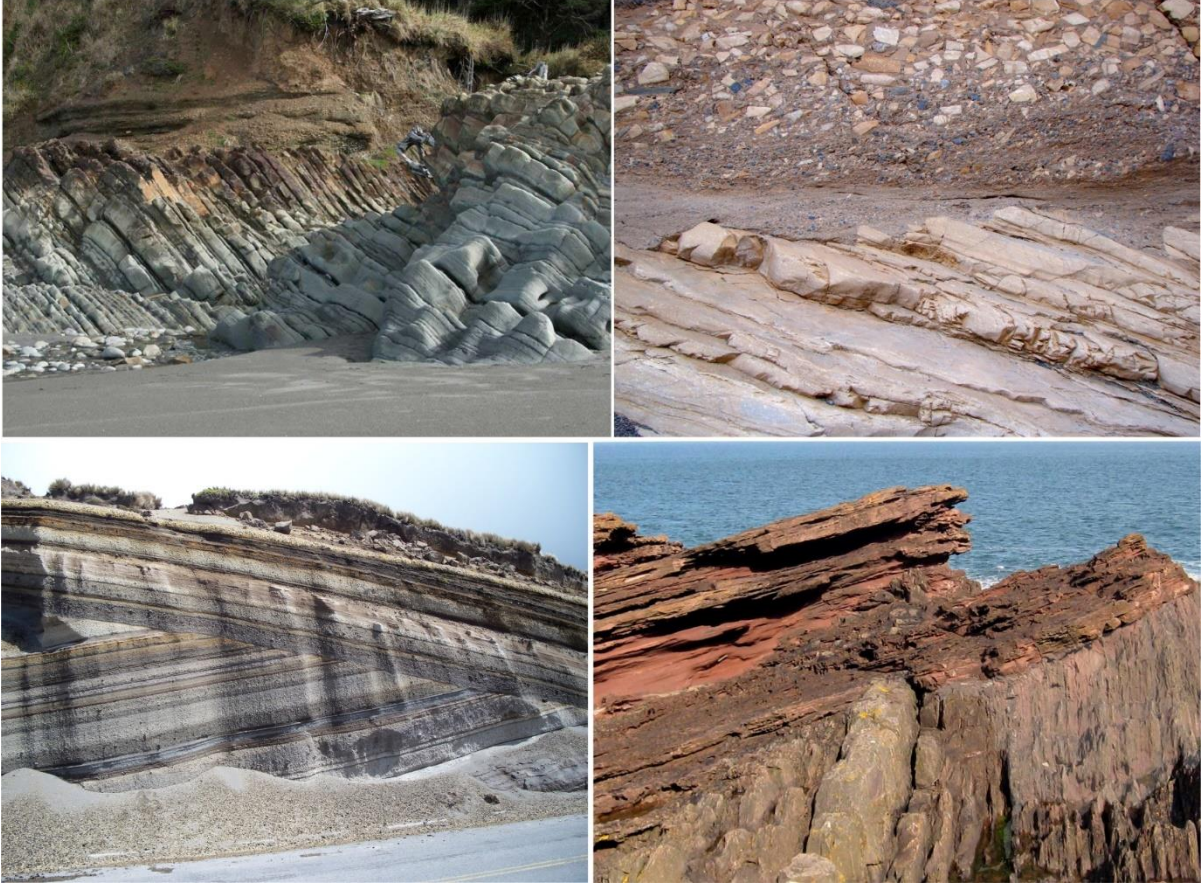


Ölçek: 1:20.000

6.3. UYUMSUZLUK ÇEŞİTLERİ (8.HAFTA)

Uyumsuzluklar; kabuk deformasyonu, erozyon ve deniz seviyesi değişimleri gibi olayları işaret edebilecek jeolojik kayıtlardaki boşluklardır. Çoğunlukla tabakalı kayaçların yani sedimanter kayaçların (bazen tabakalı volkanik kayaçların) bir özelliğidir. Jeolojik kayıttaki önemli bir boşluğu (hiyatüs) ifade eden, iki kayaç kütlesi arasındaki yüzeydir. Uyumsuzluklar, depolanmanın durup çökelen kayaçların bir kısmının erozyonla aşındığı ve sonra çökeliimin devam ettiği zamanı işaret ederler. Çökeliimin durduğu zaman aralığı (lakün) içinde erozyonla beraber kayaçlar deforme olabilir ve çökeliimin başlamasıyla beraber konumlarında farklılıklar ortaya çıkabilir.

Açısal Uyumsuzluk: Uyumsuzluk düzleminin her iki tarafı da sedimanter kayaçlardan oluşur. Altta ki kayaçlar çökeldikten sonra çökeliim durur ve erozyon başlar. Erozyon olabilmesi için atmosferik koşulların egemen olması gerektiği düşünöldüğünde bölgeyi yükseltmek için tektonizmaya ya da su kütlesinin geri çekilmesine ihtiyaç vardır. Takip eden dönemde çökeliim devam ederse, ortam koşullarına bağılı olarak değişik kayaç grupları daha önce çökeltmiş ve aşınmış kayaçların üzerine depolanacaktır. Bu durum açısal uyumsuzluk olarak bilinir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5. Açısal uyumsuzluğun arazideki görünümü.

Diskonformite: Uyumsuzluk düzleminin her iki tarafı da sedimanter kayaçlardan oluşur. Süreç açısal uyumsuzluktaki gibi gelişir. Ancak erozyon sırasında altta ki kayaç grubu deforme olmamış ve yatay/yataya yakın konumu bozulmamıştır. Her iki serinin de konumları aynıdır. Arada sadece erozyonal bir yüzey vardır. Buna bağılı olarak çoğunlukla ince bir toprak oluşumu gözlenebilir. Bu toprak genellikle, o dönemki

atmosferik koşulların etkisiyle kırmızı/kızıl bir renk ile ayırt edilebilir. Uyumsuzluğun altındaki kayacın üst yüzeyi erozyonu yansıtacak şekilde girintili çıkıntılıdır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6. Diskonformitenin arazi görüntüsü.

Parakonformite: Bu uyumsuzluk türü de sedimanter kayaçlar arasında gelişir ancak tespit edilmesi çok zordur. İki seri arasında erozyonal bir yüzey yoktur. Çökme ortamında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Yanlışca bir çökelme durumu söz konusudur. İstif içerisinde olması gereken seviyeler bir sebepten ötürü (örn. taşıyıcı ajanın yolunun kesilmesi ya da farklı bir noktaya yönelmesi) çökelmemiş olmasıdır. Parakonformitenin tespit edilebilmesi için paleontolojik ve/veya radyometrik (eğer volkanik/volkanoklastik seviye varsa) yaşlandırma gereklidir. Ek olarak, istifin bölgesel ölçekte incelenerek korele edilmesi ve benzer istiflerdeki fazlalıkların ortaya konması gereklidir.

Uyumsuz seri: Bu uyumsuzluk türünde tabanı oluşturan grubu magmatik ya da metamorfik kayaçlar oluştururken üste gelen seri sedimanterdir. Litoloji arasındaki farklılık bu uyumsuzluğa ismini vermektedir (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. Arazide uyumsuz serinin (nonkonformite) görünümü.

6.4. UYUMSUZLUK HARİTALAMA VE SINIR İLİŞKİSİ

Uyumsuz serinin arazi çalışmasında haritalanması diğer litoloji sınırlarında dikkate alınan yöntemlerle aynıdır. Sınır normal şekilde çizilerek stratigrafik istifte bu uyumsuzluğa karşılık gelen sınır işaretlenir ve türü belirtilir.

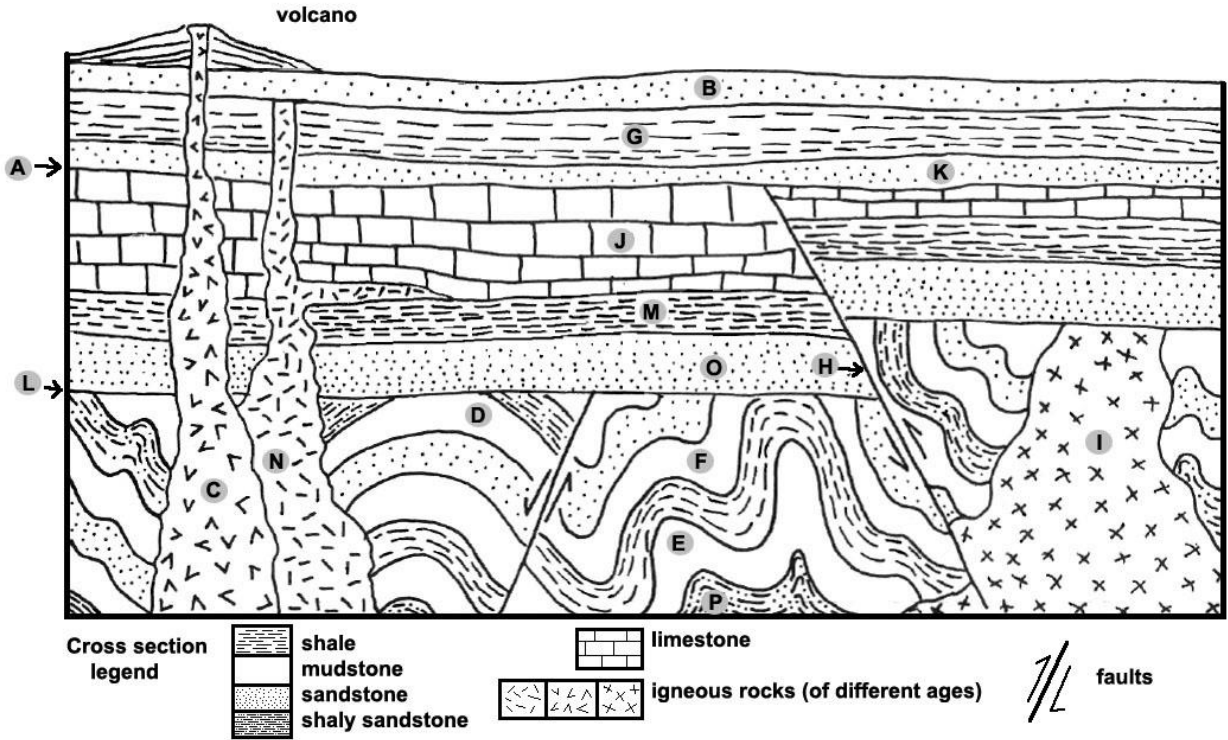
Diskonformite ve parakonformitede sınır V-kuralına uygun olarak çizilir. Konum değişikliği olmadığından sınır haritada normal sınır şeklinde gösterilir ve stratigrafik istifte uyumsuzluk belirtilir.

Açısal uyumsuzlukta yaşlı ve genç serinin tabaka konumları birbirinden farklı olacağından sınır V-kuralına uyarak ve genç birim dikkate alınarak normal sınır şeklinde çizilir. Genç birim yaşlı birimi üzerlediğinden yaşlı serilere ait sınırlar, çizilen genç seri sınırı altında kaybolacaktır. Stratigrafik istifte uyumsuzluk türü mutlaka belirtilir.

UYGULAMA-15

Aşağıda verilmiş olan kesit üzerindeki birimleri/olayları göreceli olarak yaşlandırınız.

Meydana gelen olayları/senaryoyu oluşturunuz.

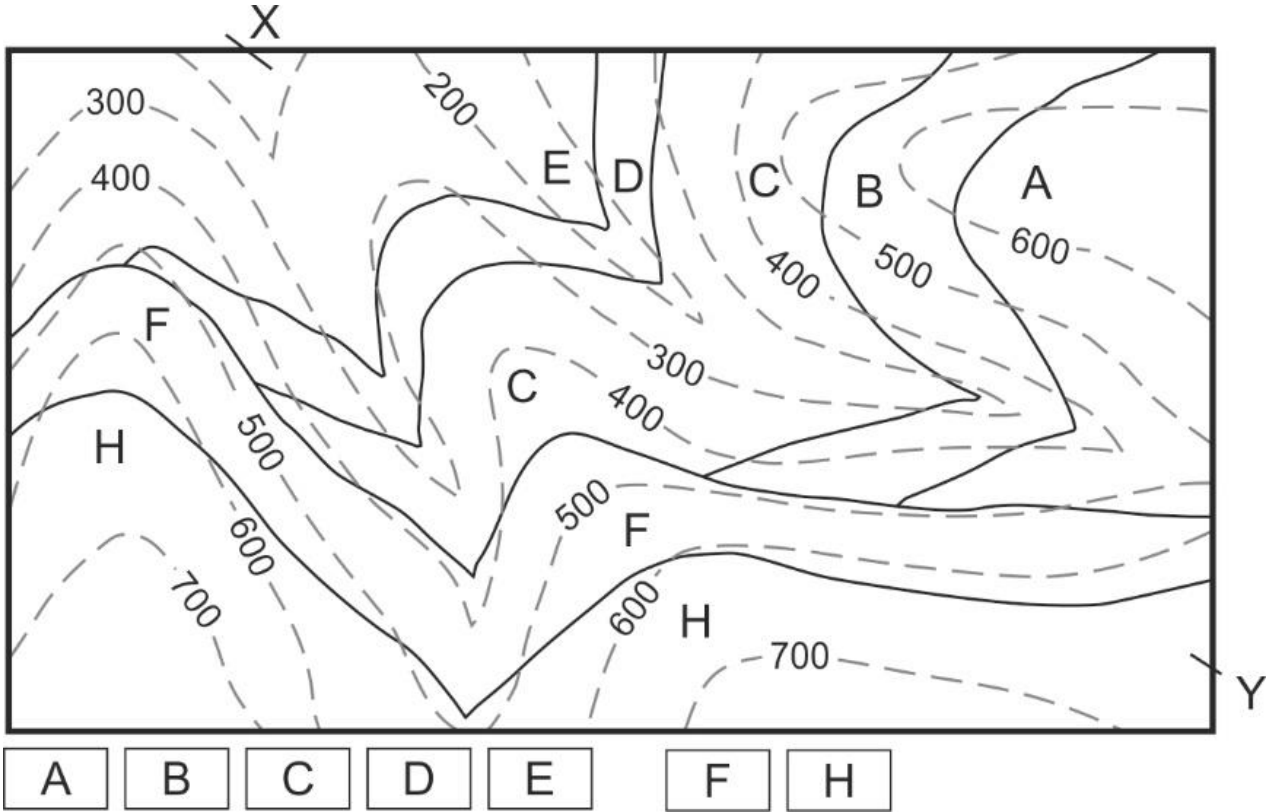


UYGULAMA-16

Aşağıda verilmiş olan haritada;

- Doğrultu uzanımlarını yaşlı ve genç seri için çizip değerlendiriniz.
- Yaşlı ve genç serinin konumlarını bulunuz.
- Bulduğunuz konumları harita üzerine yerleştiriniz.
- X-Y doğrultusundaki jeolojik kesiti çiziniz.

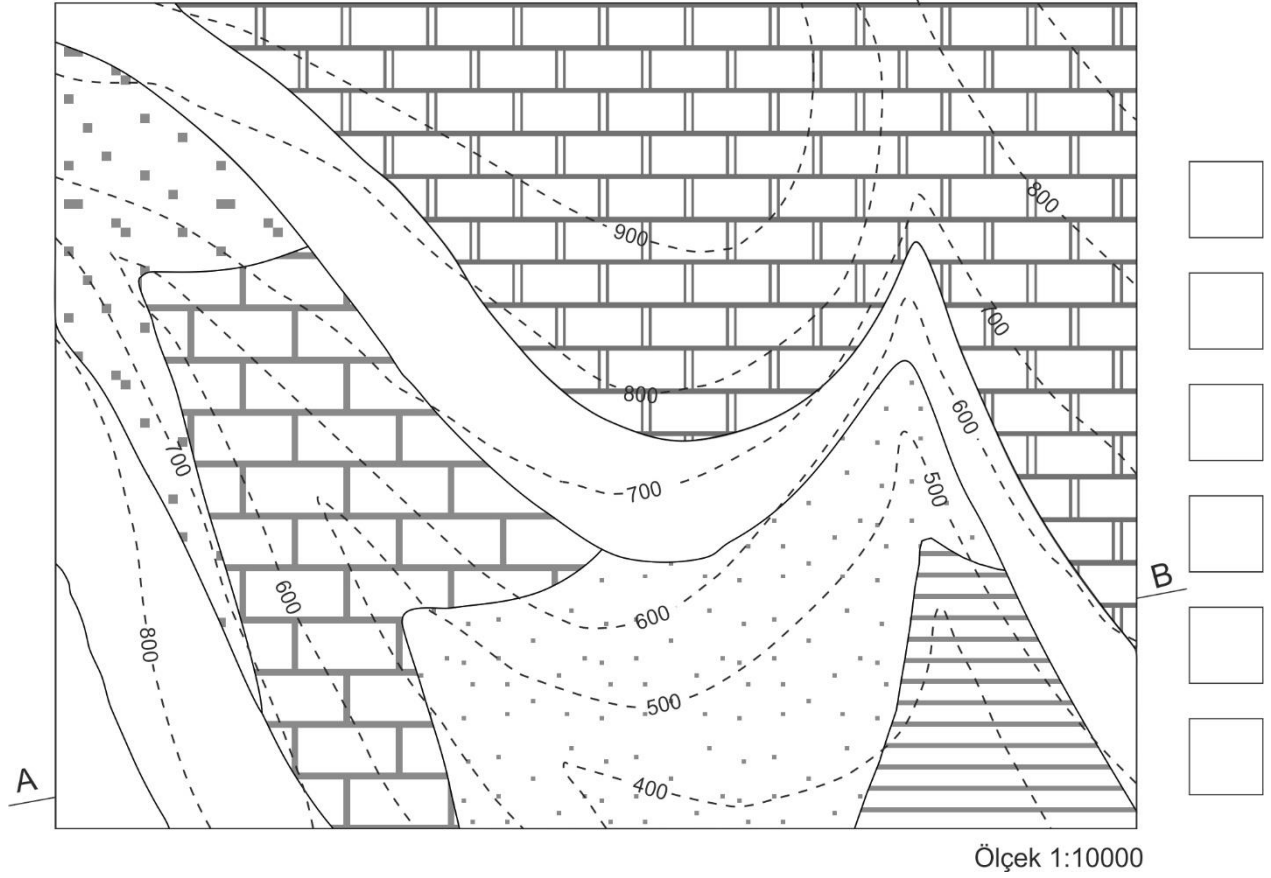
NOT: Ölçek 1.10.000



UYGULAMA-17

Aşağıda verilmiş olan haritada;

- Doğrultu uzanımlarını yaşlı ve genç seri için çizip değerlendiriniz.
- Yaşlı ve genç serinin konumlarını bulunuz.
- Bulduğunuz konumları harita üzerine yerleştiriniz.
- A-B doğrultusundaki jeolojik kesiti çiziniz.



6.5. TEKTONİK DOKANAKLAR (9.HAFTA)

Faylar, üzerinde gözle görülebilir yer değiştirmeye/atıma sahip olan kırıklardır. Bu yer değiştirme tek bir kırık üzerinde gelişebildiği gibi (fay/fay segmenti), belirli bir genişliğe sahip bir dizi paralel kırık sistemi boyunca da gözlenebilir (fay zonu/makaslama zonu).

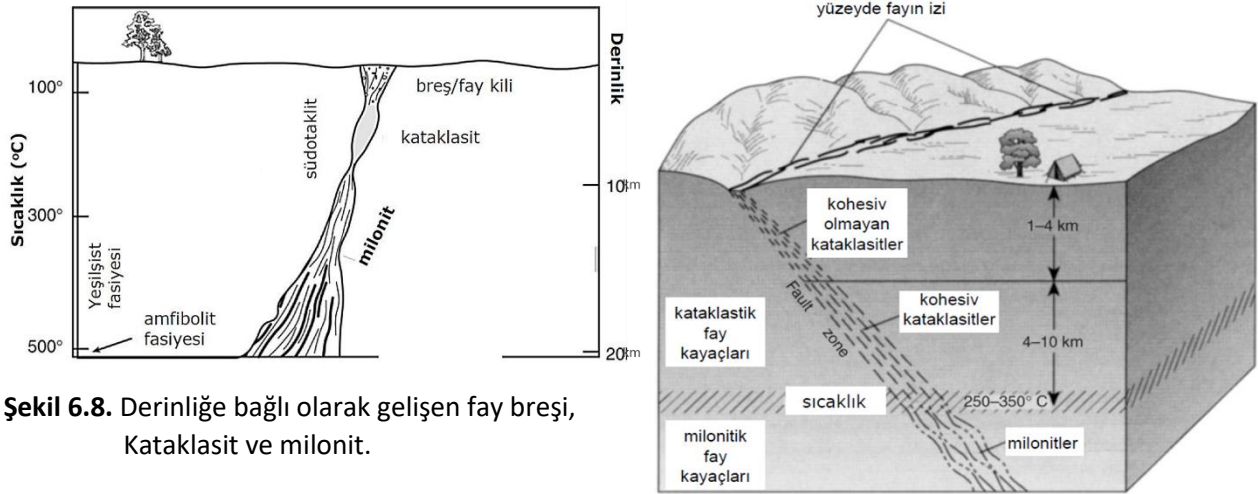
Fayları arazide nasıl tanırız?

Fayların tanınması için kullanılan kriterler kabaca üç grup altında incelenir:

- A. Fayların kendilerine has ve içsel özellikleri
- B. Jeolojik ve stratigrafik birimler üzerindeki etkileri
- C. Topoğrafya üzerindeki etkileri

A. Fayların Kendilerine Has ve İçsel Özellikleri

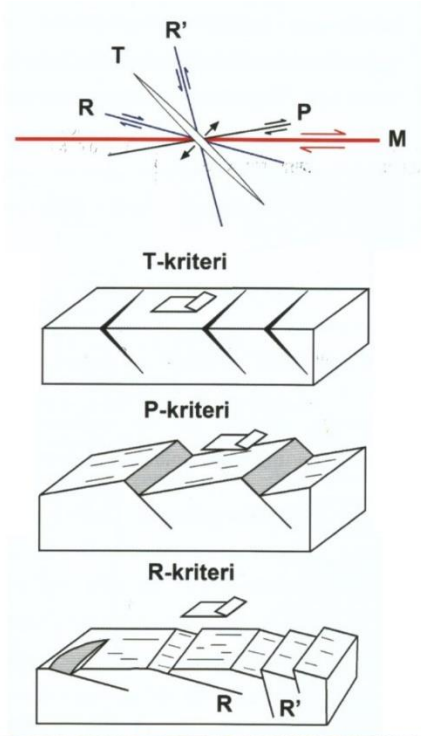
-Fay düzlemlerinin en güvenilir belirteçlerinden birisi fay kayaçlarıdır. Kaymanın gerçekleştiği ortam koşullarını da yansıtan bu kayaçlar yüzeyden derine doğru fay breşi/kili, kataklasit ve milonittir (Şekil 6.8).



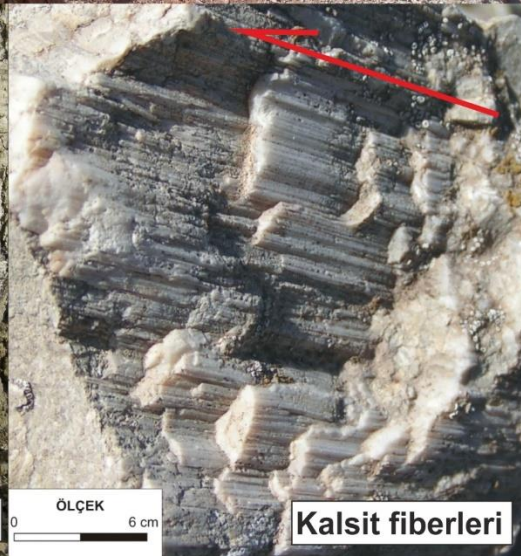
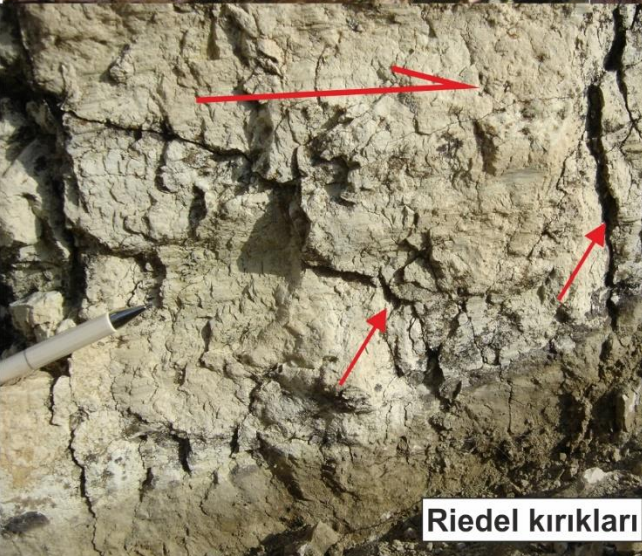
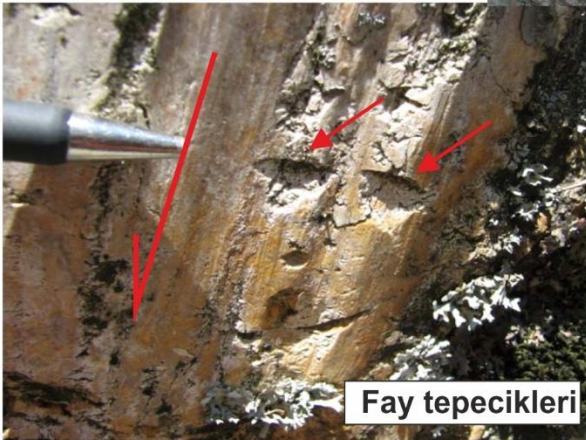
Şekil 6.8. Derinliğe bağlı olarak gelişen fay breşi, kataklasit ve milonit.

-Parlatılmış kayma yüzeyleri (fay aynaları) faylanmayı gösteren en temel unsurlardandır. Bu kayma yüzeyleri üzerinde fayın hareket türüne ve doğrultusuna ilişkin kinematik belirteçler bulunur. Fay çizizi ve fay olukları sadece blokların hareket doğrultusunu verirken; düzlem üzerindeki fay kertikleri, riedel ve p-kırıkları, tansiyon çatlakları, fay tepecikleri, saplanma izleri ve kalsit fiberleri/basamakları hareketin yönünü bulmamızı sağlar (Şekil 6.9).

-Takip edilebilir hatlar boyunca yerleşmiş olan silisleşme ve mineralizasyon da fayların önemli belirteçleridir. Her zaman olmamakla birlikte fay düzlemi boyunca gelişen zayıf kuşak minerali suların dolaşımını sağlamakta ve bu zon içerisinde depolanan mineralizasyon fay düzlemine ait kinematik belirteçleri de korumaktadır. Bu tür zonlar kıymetli metalik minerallere ve endüstriyel hammaddelere ev sahipliği yapabilir.



Şekil 6.9. Fay düzlemi üzerindeki kinematik belirteçler.



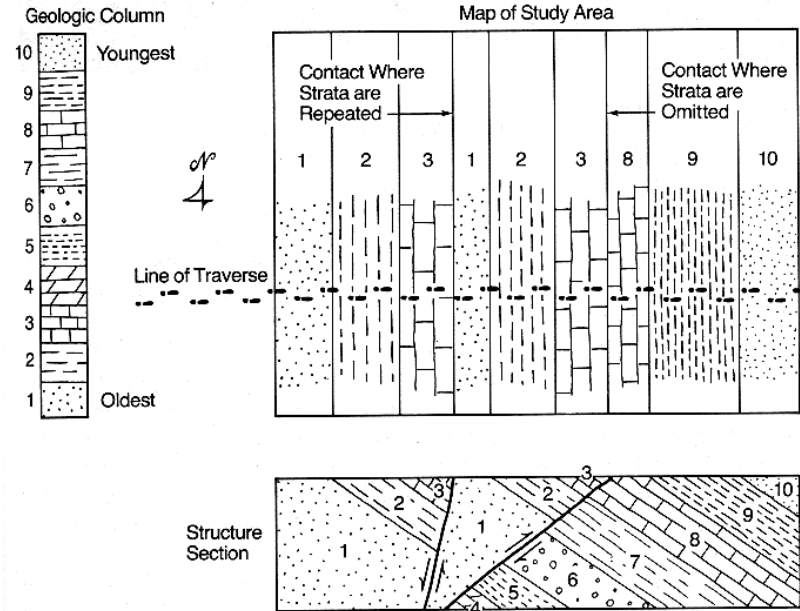
B. Jeolojik ve Stratigrafik Birimler Üzerindeki Etkileri

Yanyana gelme (juxtaposition): Fay düzlemleri boyunca gerçekleşen hareket genelde aynı istife, ortama veya dizine ait olmayan (yaşları, kökenleri, oluşum ortamları, kökenleri hep farklı) kaya topluluğunu yan yana getirir (Şekil 6.10).



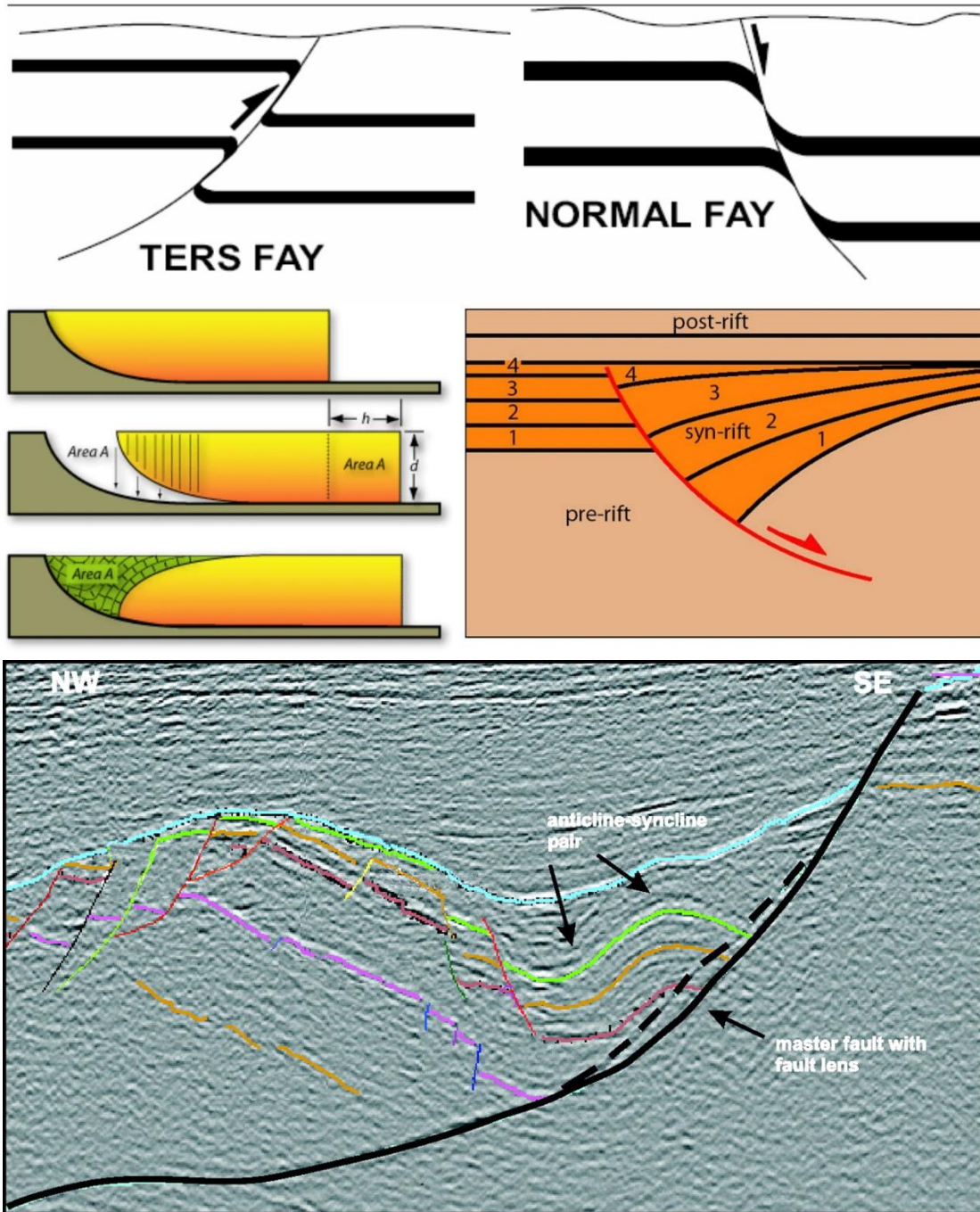
Şekil 6.10. Doğrulu atımlı fay (sol) ve normal fay (sağ) boyunca meydana gelen farklı kayaç birlikteliği.

İstifteki eksiklikler veya tekrarlanmalar: Arazi çalışmaları sonucunda hazırlanan harita üzerinde sırasında olması gereken tabakaların yokluğu veya aynı tabakanın tekrarlanması genelde bir fayın varlığına işaret eder. Bir genelleme yapılacak olursa tabakaların tekrarlanması normal fayın, eksik olması ise ters fayın varlığını işaret eder (Şekil 6.11).



Şekil 6.11. Normal ve ters faya bağlı olarak birimlerin kaybolması ve tekrarlanmasını gösteren harita ve kesit görüntüsü.

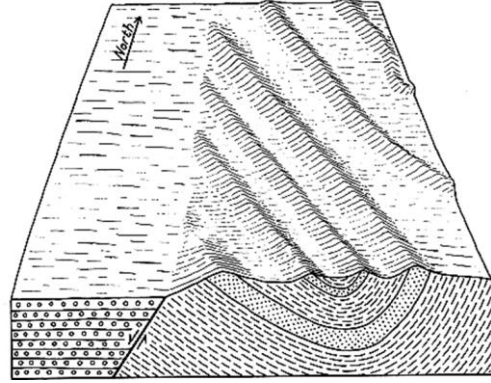
Sürüme ve ters sürüme kıvrımları: Fay bloklarındaki tabakaların uç kısımlarında fay düzlemine yaklaştıkça kıvrımlanma görülür. Bu durum, faylanma ve fay düzleminin sürtünerek kayması nedeniyle buradaki tabaka uçlarının hareket yönüne doğru kıvrılmasıyla oluşur (Şekil 6.12). Ters sürüme kıvrımları arazi çalışmalarında tabaka konumları ve fayın türü ile tespit edilir. Ancak en belirgin görüntüsü sismik profillerde ortaya çıkar.



Şekil 6.12. Sürüme kıvrımları (üstte) ve ters sürüme kıvrımları (altta).

Yapıların devamsızlığı: Jeolojik yapıların belirli hatlar boyunca kesilmesi bir fay işaret edebilir (Şekil 6.13).

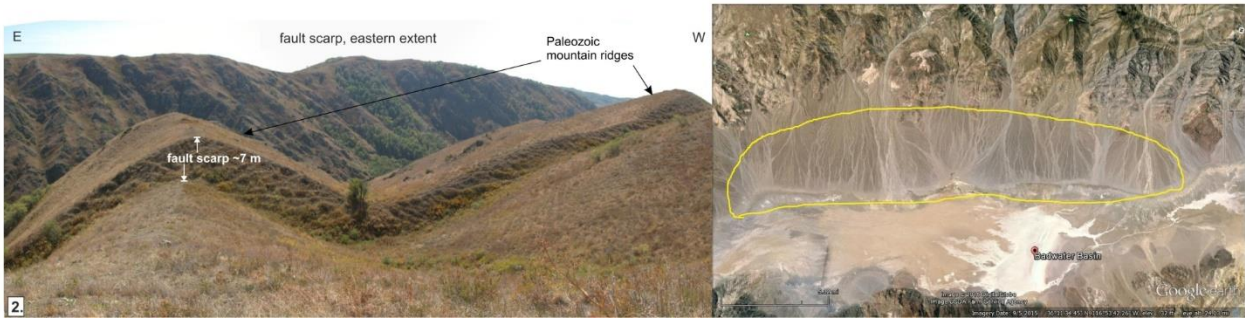
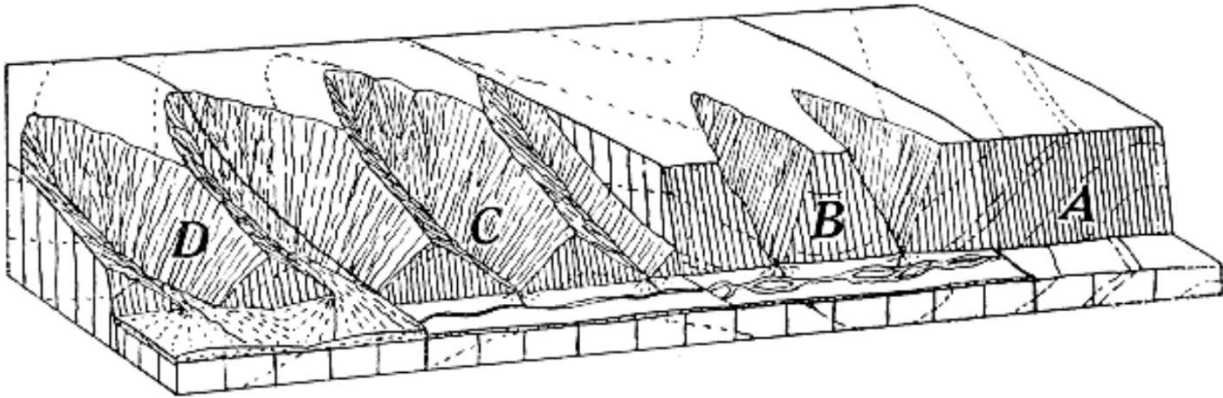
Şekil 6.13. Fay boyunca meydana gelen yapı kesilmesi.



C. Topoğrafya Üzerindeki Etkileri

Fay Sarplıkları: Genelde topoğrafya eğimindeki an değişiklikle tanımlanan çizgisel yapılarla topoğrafya eğimindeki ani kırılma fayın varlığına işaret edebilir (Şekil 6.14).

Sıralı Üçgen Yüzeyler Ve Alüvyal Yalpazeler: Fay sarplıkları boyunca erozyon artacağından fay düzlemi derelerle aşındırılarak üçgen yüzeyler oluşur ve vadiler boyunca yükselmeye bağlı olarak aşınan malzeme sıralı yalpazelerin oluşmasına neden olur (Şekil 6.14).



Şekil 6.14. Üçgen yüzey oluşumu (üstte), gelişen fay sarplıkları (alt-sol) ve alüvyal yalpazeler (alt-sağ).

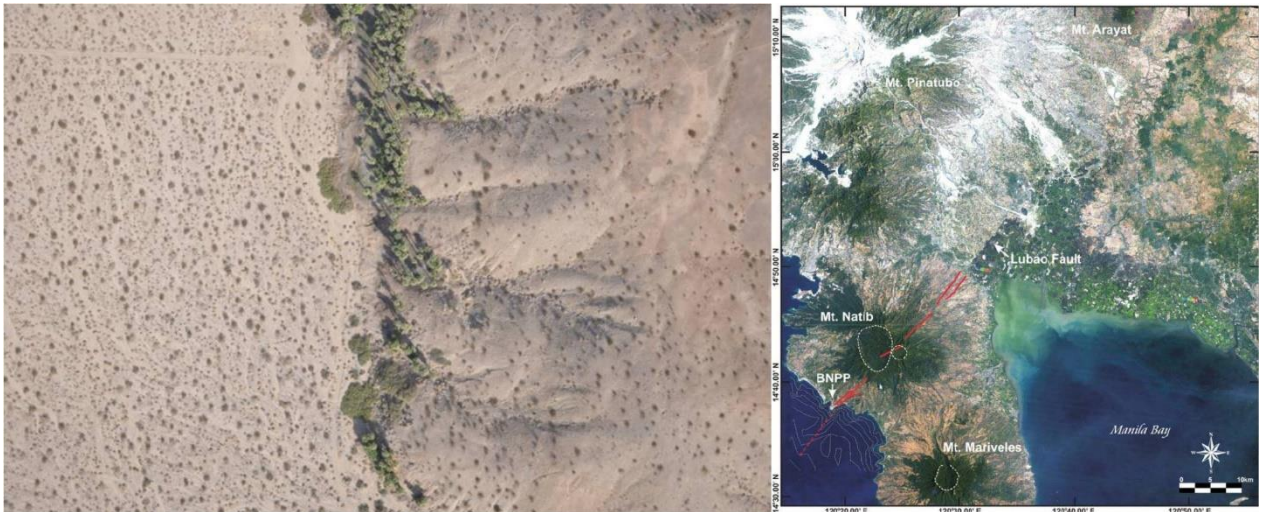
Çizgisel Vadiler: Faylar genellikle çizgisel kırık hatları oluşturduğundan ve bu hatların kırılma/ufalanma nedeniyle erozyona daha açık olmalarından dolayı akarsular bu hatları takip eder. Fay boyunca aşındırılan kayaçlar çizgisel vadilerin oluşmasını sağlar (Şekil 6.15).



Şekil 6.15. Faylar boyunca erozyonla oluşmuş çizgisel vadiler.

Sıcak/Soğuk Su Kaynaklarının Çizgisel Sıralanışı: Fay zonlarındaki kayaçların kırılıp, parçalanması dolayısıyla bunlar arasında oluşan boşluklar, yeraltı sularının yeryüzüne çıkması için son derece elverişli bir kanal vazifesi görür. Bu nedenle de çok sayıda su kaynaklarının birbiri ardına çizgisel sıralanım sunması, bu istikamet boyunca bir fay olasılığı akla getirmektedir (Şekil 6.16).

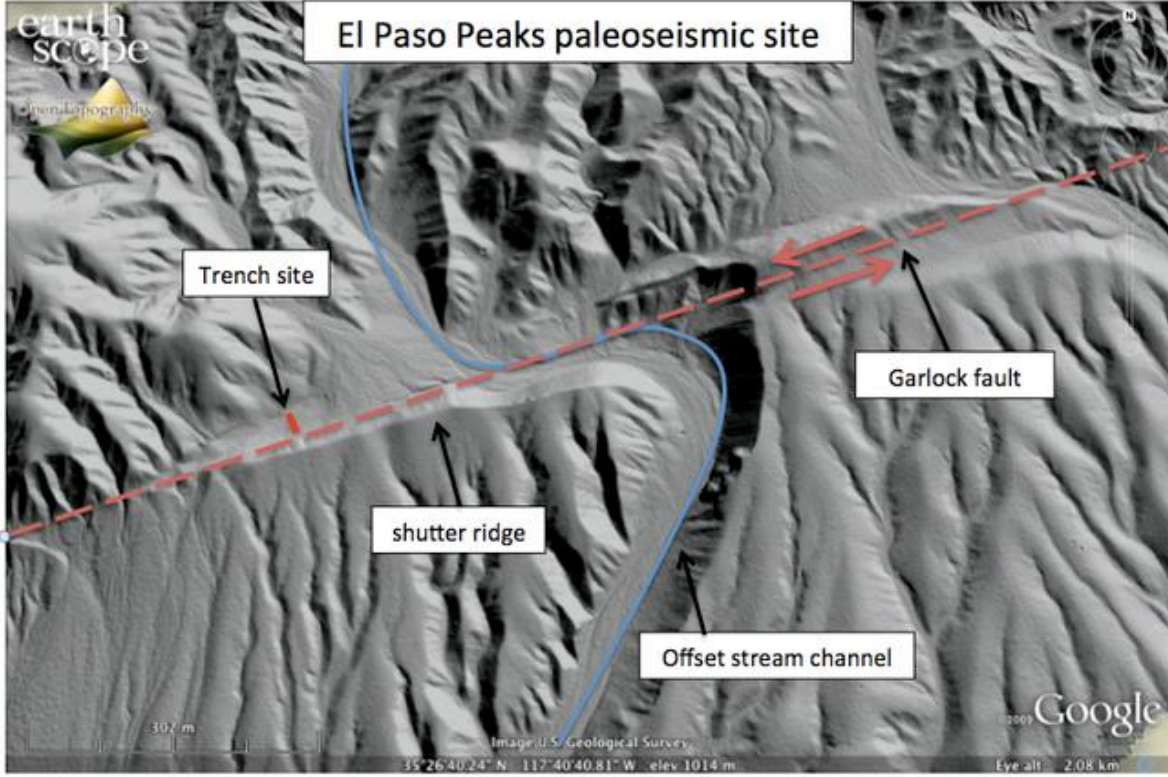
Çizgisel Bitki Anomalisi: Fay zonları boyunca kayaçların kırılıp, parçalanması sonucu bu kesimler çevreye nazaran belirgin oranda topraklaşır. Topraklaşan bu kesimlerde ise doğal olarak bitkiler su kaynaklarının da etkisiyle daha yoğun gelişir. Arazi çalışmalarında veya hava fotoğrafı değerlendirmelerinde çizgisel bitki anomalileri çoğu kez önemli bir fay kriteri sayılır (Şekil 6.16).



Şekil 6.16. Faylar boyunca gelişen su çıkışları ve bitki anomalileri.

Ötelenen Dere-Akarsu Yatakları (Offset Streams): Özellikle doğrultu ve verrev atımlı fayların var olan nehir yatağını ötelemesi ile ortaya çıkarlar. Kesilen tüm nehirler aynı tarafa doğru ötelenir (Şekil 6.17).

Vadilerin Karşısına Sırtların Gelmesi (Shutter Ridges): Akarsu yatakları gibi sırtlar da fay tarafından kesiliyorsa ötelenme miktarına bağlı olarak bir vadinin tam karşısına denk gelebilir (Şekil 6.17).



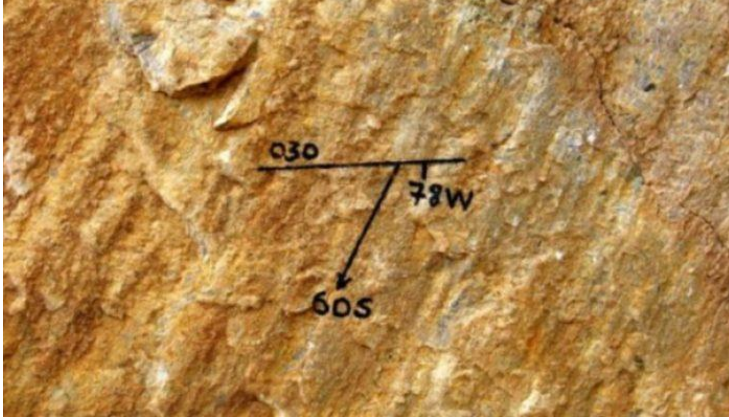
Şekil 6.17. Ötelenen akarsu yatakları ve vadilerin karşısına sırtların gelmesi.

Çöküntü Gölleri (Sag Ponds): Faylanmaya bağlı olarak gelişen çizgisel çöküntü alanları su tutulmasını sağlayarak faylar boyunca gelişen çöküntü göllerini oluşturabilir.

6.6. Fay Haritalama Ve Sınır İlişkisi

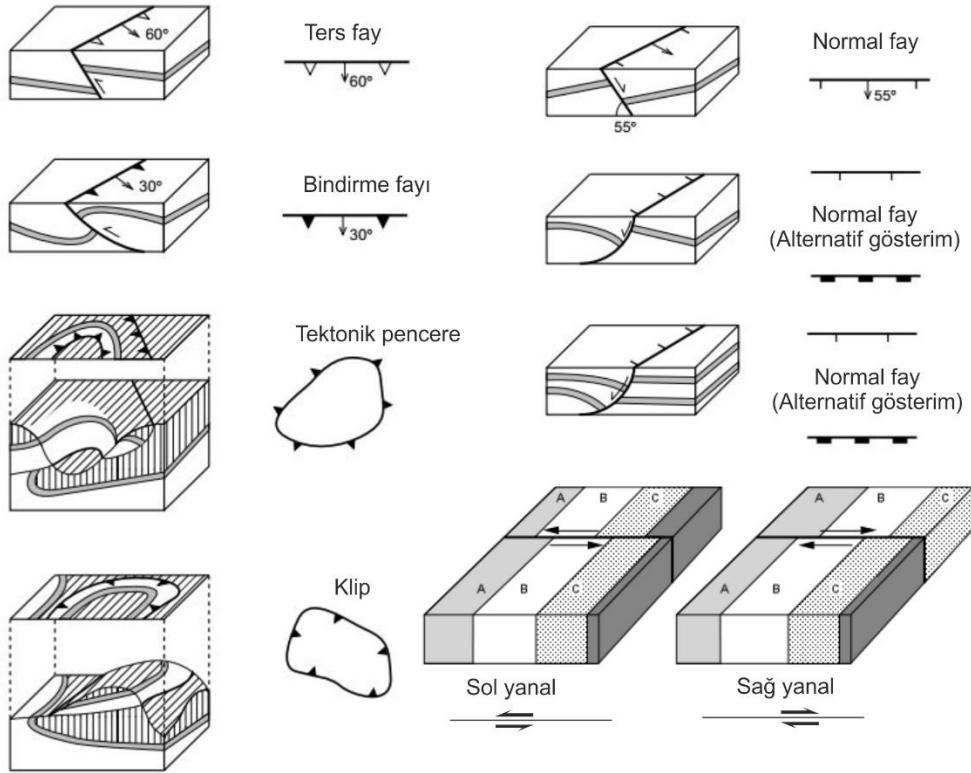
Bir mostrada tespit edilen fay üzerinden aşağıdaki veriler toplanır (Şekil 6.18):

- 1- Fay düzleminin konumu (Doğrultu/Eğim Açısı/Eğim yönü) (Pusula ile),
- 2- Fay çizikleri ile fayın doğrultusu arasında kalan sapma açısı (dar açı) (Açıölçer ile) ve dar açının ölçülmeye başlandığı coğrafik yön,
- 3- Fayın türü (Normal, ters, sağ/sol yanal, verrev atımlı ise bileşenlerden en az biri),
- 4- Tespit edilebiliyorsa atım miktarı,
- 5- Fay düzleminin fotoğrafı,
- 6- Fayın yanyana getirdiği birimler (göreceli yaşlandırma için) ya da hangi birimin içinde olduğu.



Şekil 6.18. Bir fay düzlemi üzerinden toplanacak veriler.

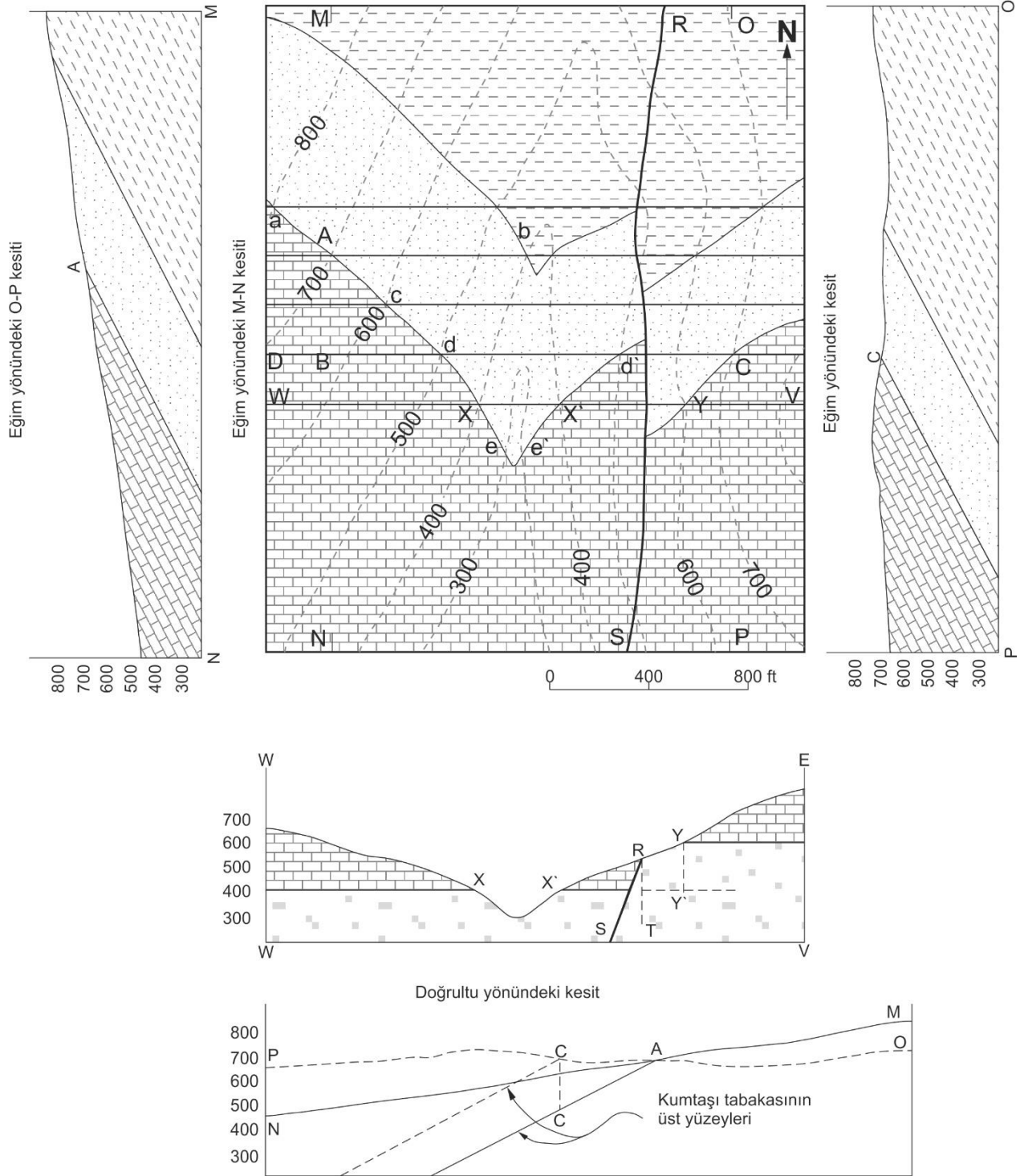
Faylar harita üzerinde gösterilirken aşağıdaki semboller kullanılır (Şekil 6.19).

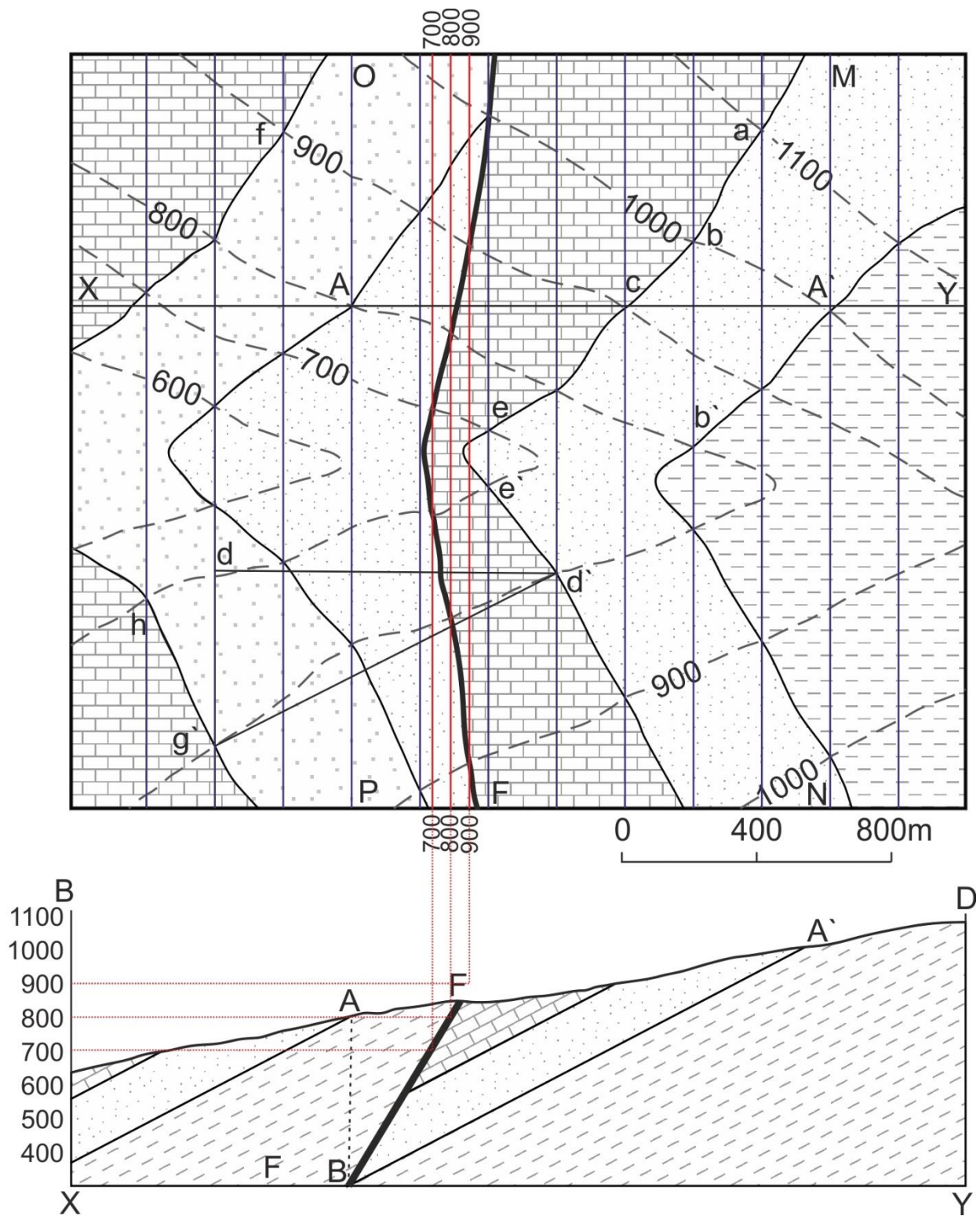


Şekil 6.19. Fayların haritada gösterilmesi (semboller).

Arazi çalışmalarında yukarıda belirtilen ipuçları yardımıyla tespit edilen ve ölçülen fay düzlemleri haritaya aktarılırken, tabakalar için uygulanan V-kuralı dikkate alınır (Fay düzlemi de aynı tabaka düzlemi gibi düzlemsel bir yapı olduğundan dolayı). Tabakalara benzer şekilde fay düzleminin de doğrultu uzanımları çizilir ve tabaka gibi değerlendirilir. Fay düzleminin eğim açısı ne kadar yüksekse doğrultu uzanımları birbirlerine o kadar yakın olur. Fayın kesip ayırdığı bölümler birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilir (Fay boyunca yanal ve/veya düşey yönde yer değiştirme olacağından). Sonrasında tabakalara ait çizilen doğrultu uzanımlarındaki değerler fayın her iki tarafında karşılaştırılarak düşey atım hesaplanır. Yatay atım doğrudan harita üzerinden (ölçekten çevirerek) ölçülebilir.

Faylı haritalarda doğrultu uzanımları nasıl çizilir ve değerlendirilir?



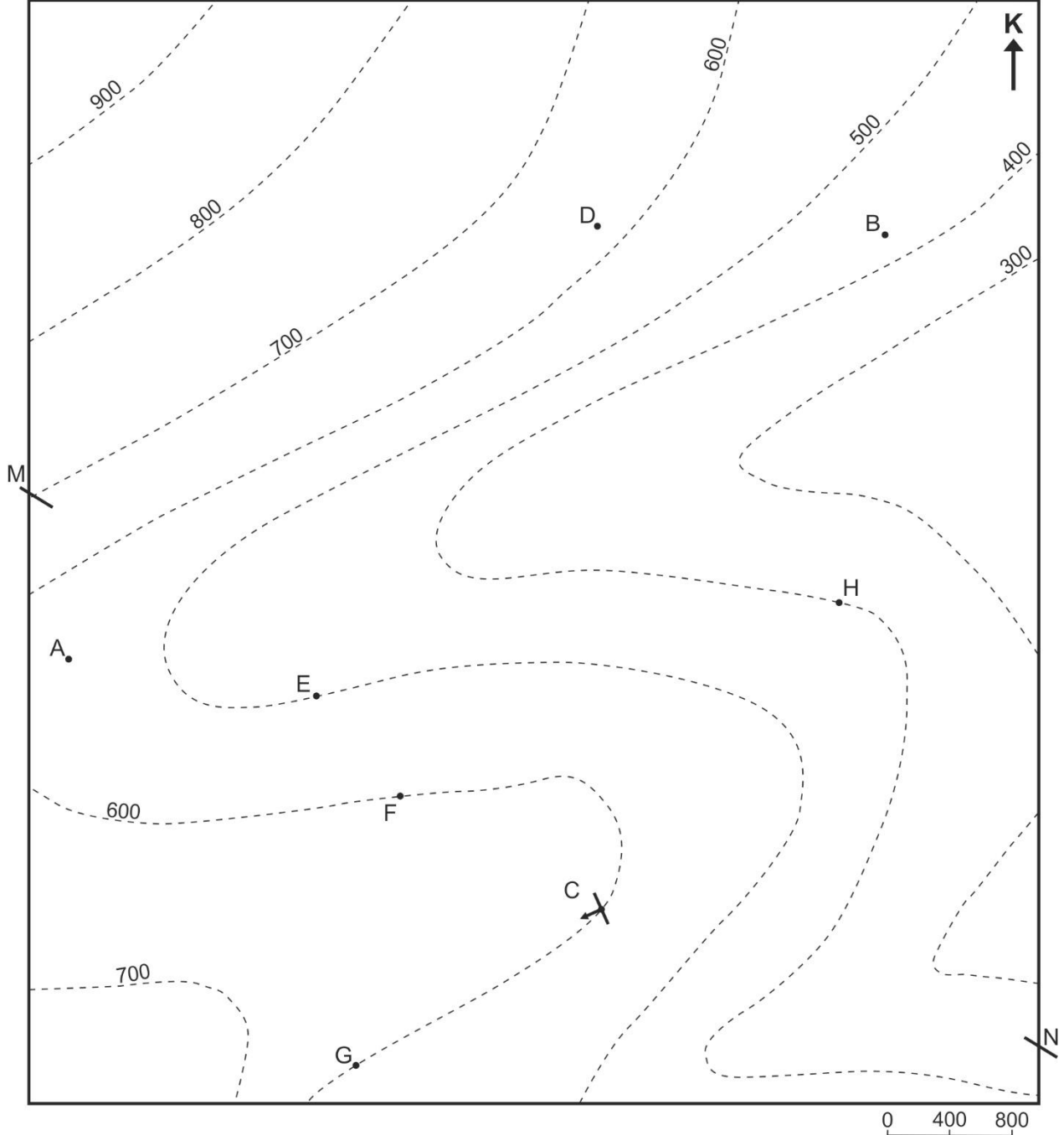


UYGULAMA-19

Aşağıdaki haritada A ve B noktalarında bir düşey faya rastlanmış olup, bu fay sahadaki yapıların en gencidir. C de eğimi 45 olan ve doğrultusu/eğim yönü belirtilen daha yaşlı bir fay mevcuttur. E, F, G ve H noktaları kömürlü bir formasyonun tabanına aittir. Bunun altında kumtaşı yer almaktadır. D de yapılan sondajda C noktasında görülen faya 625 m derinlikte, aynı kömürlü formasyona ise 225 m ve 685 m derinlikte rastlanmıştır (D noktası 625 m kot seviyesindedir).

Bu bilgilere göre;

- Fayın ve kömür tabanının sınırlarını çiziniz.
- M-N boyunca kesit çiziniz.



The map displays a geological cross-section of a coal field. Key features include:

- Contour Lines:** Dashed lines representing elevations of 300, 400, 500, 600, 700, 800, and 900 meters.
- Structural Features:** A prominent fault line labeled 'Kmt' (Kırılma) runs diagonally across the center. Another fault line is labeled 'Kmt' near point H. A line labeled 'Kırılma' is also visible near point D.
- Coal Reserves:** Areas labeled 'Kömür' (Coal) are indicated by hatched patterns.
- Points of Interest:** Labeled points include A, B, C, D, E, F, G, and H.
- Scale and Orientation:** A scale bar at the bottom right shows distances from 0 to 800 meters. A north arrow points towards the top right.
- Handwritten Annotations:**
 - Red text: 'Genç fay' (Young fault) near point A.
 - Red text: 'Eski fay' (Old fault) near point C.
 - Blue circled numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

ÖDEV-2

Aşağıdaki haritada H ve J noktalarında konumu belirtilen çakıldaşı biriminin tabanı (uyumsuzluk düzlemi) yüzeylenmektedir.

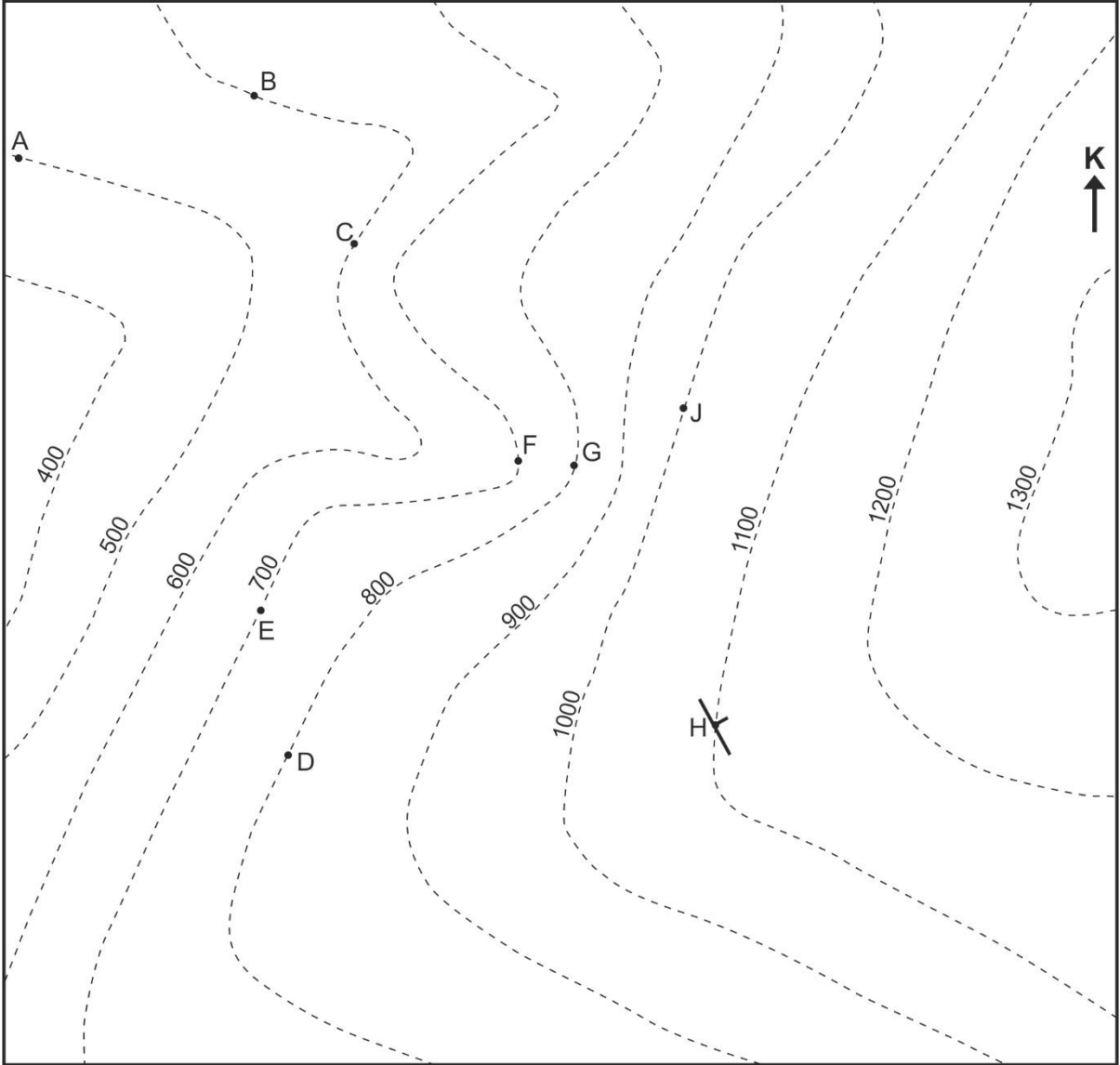
E, F ve G noktalarında ise bir fayla karşılaşılmaktadır. Uyumsuzluk fayı örtmektedir.

A, B, C ve D noktalarında kömür tabanı gözlenmekte olup, kömürün altında kıltaşı bulunmaktadır.

Bu bilgilere göre;

- Çakıldaşını, fayı ve kıltaşı-kömür sınırını harita üzerine çizin ve tarayınız.
- Fayın, kömürün ve çakıldaşının konumunu yazınız ve harita gösterimlerini harita üzerine çizin.
- Stratigrafik istifi bir lejand yaparak gösteriniz.

NOT: Ölçek 1:40.000



7. HARİTALARIN SAYISAL ORTAMLARA AKTARILMASI (11.HAFTA)

Haritaların gerek raporlanması gerekse üzerinde işlem yürütülebilmesi için sayısal yani bilgisayar ortamına aktarılması gerekmektedir. Basit/koordinatsız çizimler Corel Draw, Photoshop, Freehand vb. programlarda gerçekleştirilebilir. Koordinatlı çizimler için bu amaca hizmet eden programlar (Örn. ArcGIS, Mapinfo, Autocad, Netcad) kullanılmalıdır. Harita çizimindeki mantık jeoloji haritası yapımındaki teknikle aynıdır. Çizim sırası kişinin becerisine göre değişebilmesine rağmen, genç birimlerden/yapılardan yaşlıya doğru kademeli olarak yapılan çalışma işlemi hızlandırır. Burada önemli olan birimlerin yaşlarını kullanarak programda katmanlar (layer) oluşturmaktır. Her bir katman harita üzerindeki farklı bir elemanı ve/veya eleman grubunu temsil etmelidir.

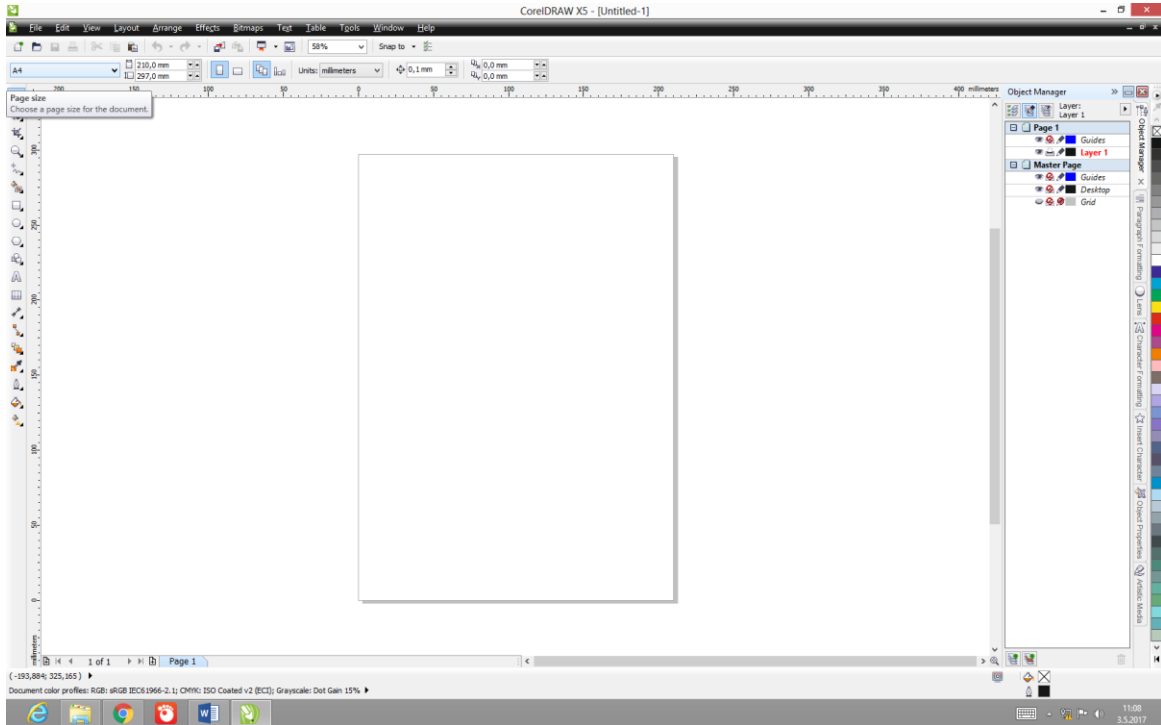
7.1. Jeoloji haritalarının dijital ortama aktarılması

Elle hazırlanmış olan harita ebatlarına uygun olarak ölçeği değiştirilmeden taramalıdır. Tarama işlemi sırasında ayrıntıların kaybolmaması için 200x200 veya 300x300 dpi çözünürlük ve renkli tarama tercih edilmelidir. Daha yüksek çözünürlük program içinde bilgisayarın zorlanmasına/yavaşlamasına sebep olacağından önerilmemektedir. Tarama işlemi sonunda dosya .jpg uzantısıyla kaydedilmelidir. Taranan dosya çizim programına aktarılmadan önce kontrol edilmeli, dosyanın zarar görmüş olmaması ve tarama işleminin sağlıklı gerçekleştiği teyit edilmelidir.

7.2. Çizim programı kullanılarak jeolojik harita çizimi

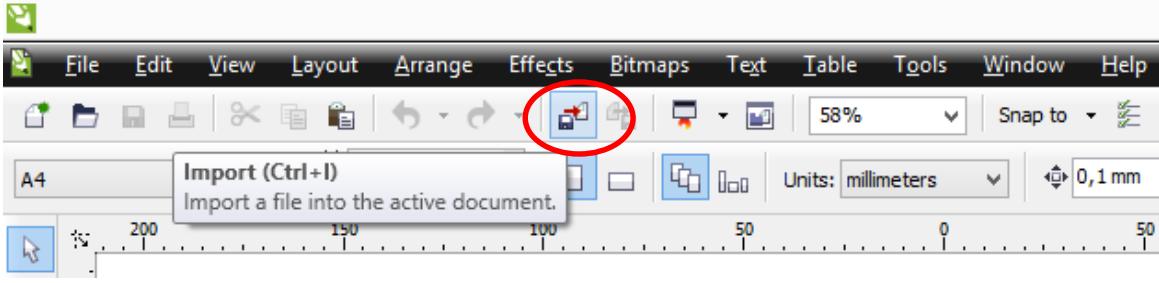
Çizimin için yapılması gerekenler aşağıda sıralanmıştır:

-İlgili çizim programı (bu çalışmada Corel Draw programı kullanılacaktır) açılır ve yeni bir dosya yaratılır. Sayfa ebatlarının çizimi yapılacak olan haritaya uygun olmasına dikkat edilir (Şekil 7.1).

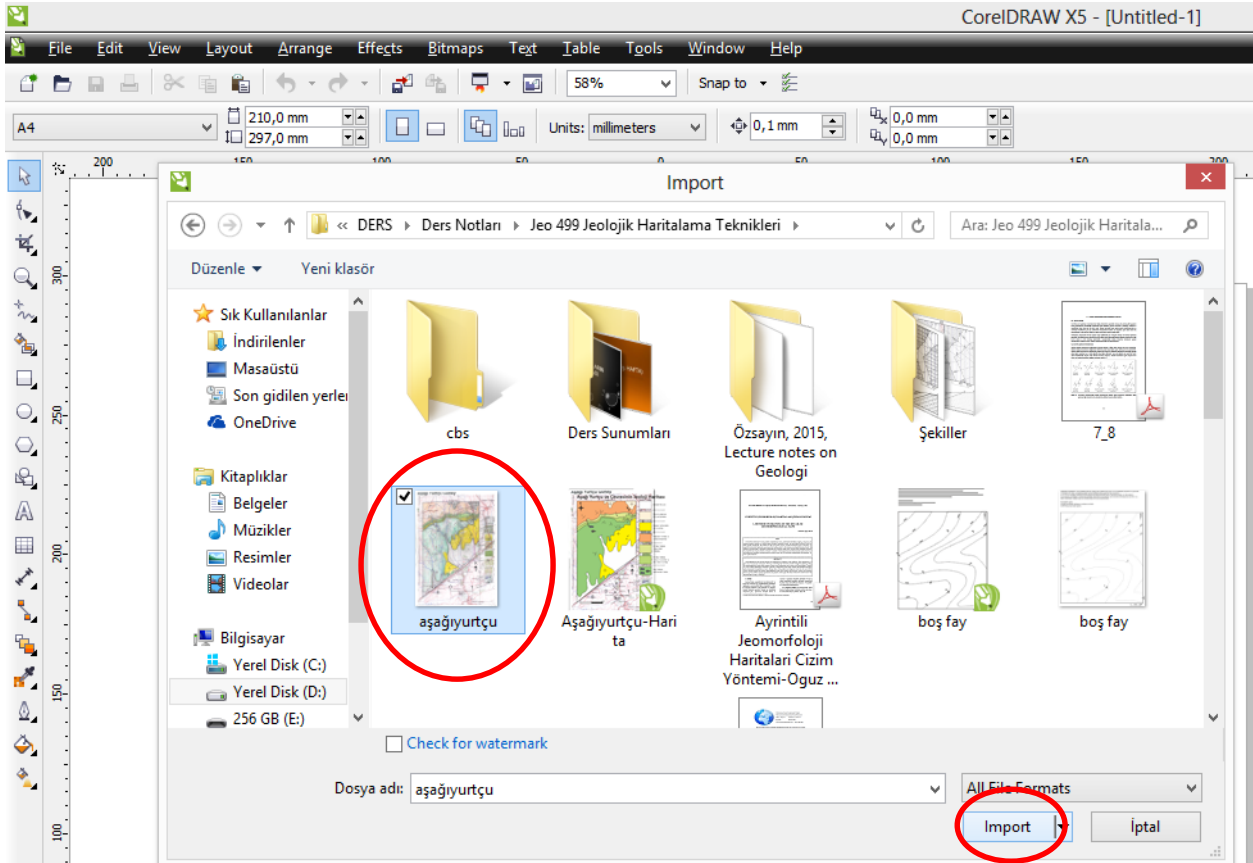


Şekil 7.1

Import komutuna gelerek taranmış olan harita dosyası seçilir ve dosya içine aktarılır (Şekil 7.2/7.3).



Şekil 7.2



Şekil 7.3

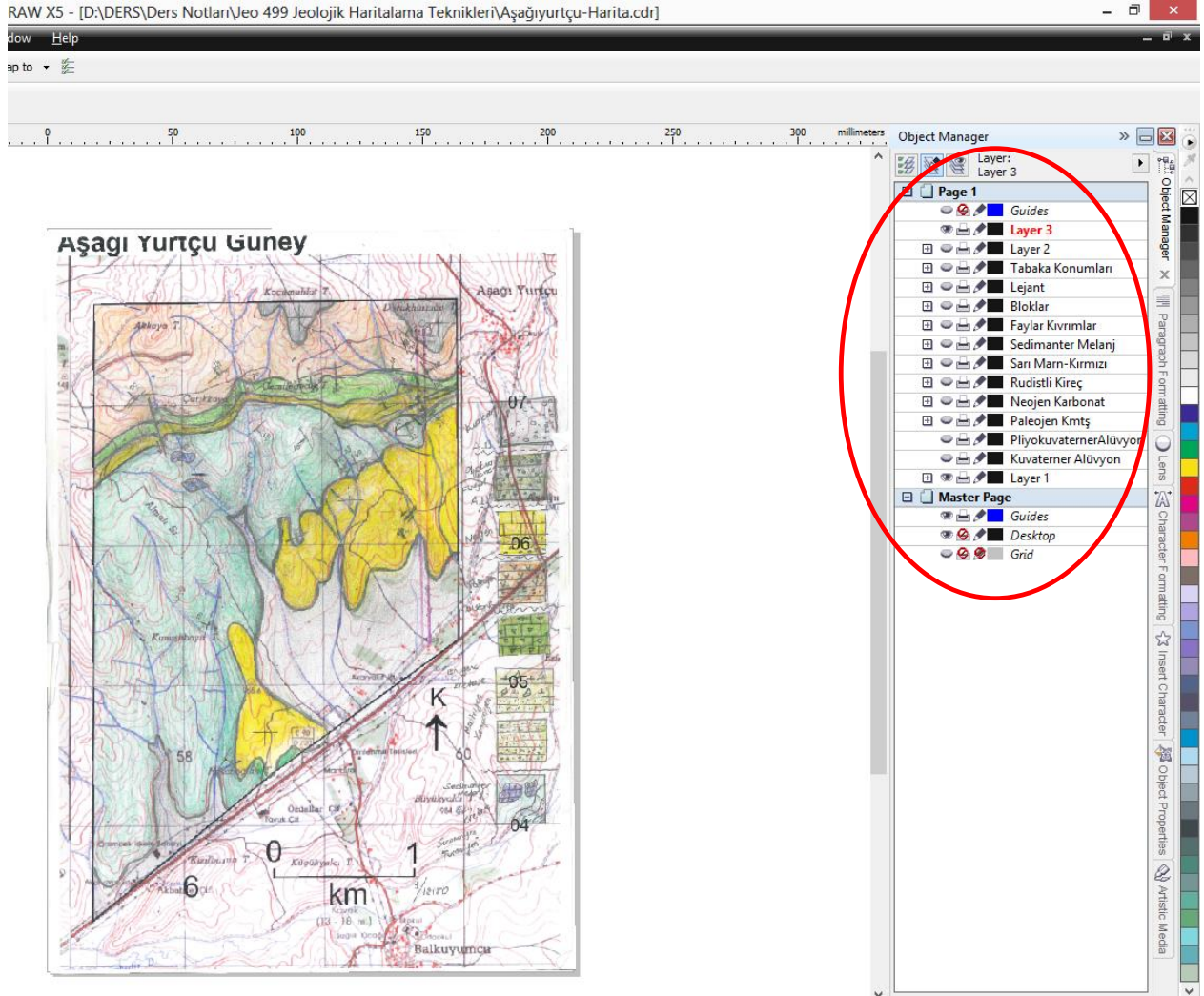
Aktarılan dosya sayfanın konumuna göre ayarlandıktan sonra sağ yanda yer alan “Object Manager” bölümünden katmanlar hazırlanır ve isimlendirilir. Haritadaki litolojiler (yaşlıdan gence), faylar, kıvrımlar, tabaka konumları, yerleşim yerleri, yollar, akarsular gibi elemanların her biri için bir katman hazırlanır (Şekil 7.4). Kuzey işareti, ölçek, enlem ve boylamlar, çerçeve gibi bölümler tek bir katmanda toplanabilir. Çizim programlarının ortak özelliği son çizilen elemanın her zaman daha önce çizileni örtmesidir. Bu nedenle katman sıralaması yapılırken bu konuya dikkat edilmeli, jeolojideki prensipler korunarak çizim yapılmalıdır.

Katman eklemek için sağ tarafta yer alan kısımdan “Object Manager” sekmesi seçilir ve “Master Page” yazısı altındaki beyaz alanda farenin sağ tuşuna tıklanarak “New layer” komutu seçilir. Bu şekilde istenilen miktarda katman yaratılır ve her katmanın ismi üzerine çift tıklanarak değiştirilebilir.

Her katmanın solunda sırasıyla göz, yazıcı ve kalem sembolleri bulunmaktadır. Göz sembolü katmanın ekranda görünmesini/görünmemesini sağlar. Yazıcı sembolü katmanın yazdırma işleminde görünüp görünmemesini belirler. Kalem sembolü ise katmanda çalışılmasına ve/veya müdahale edilmesine izin vermek için kullanılır.

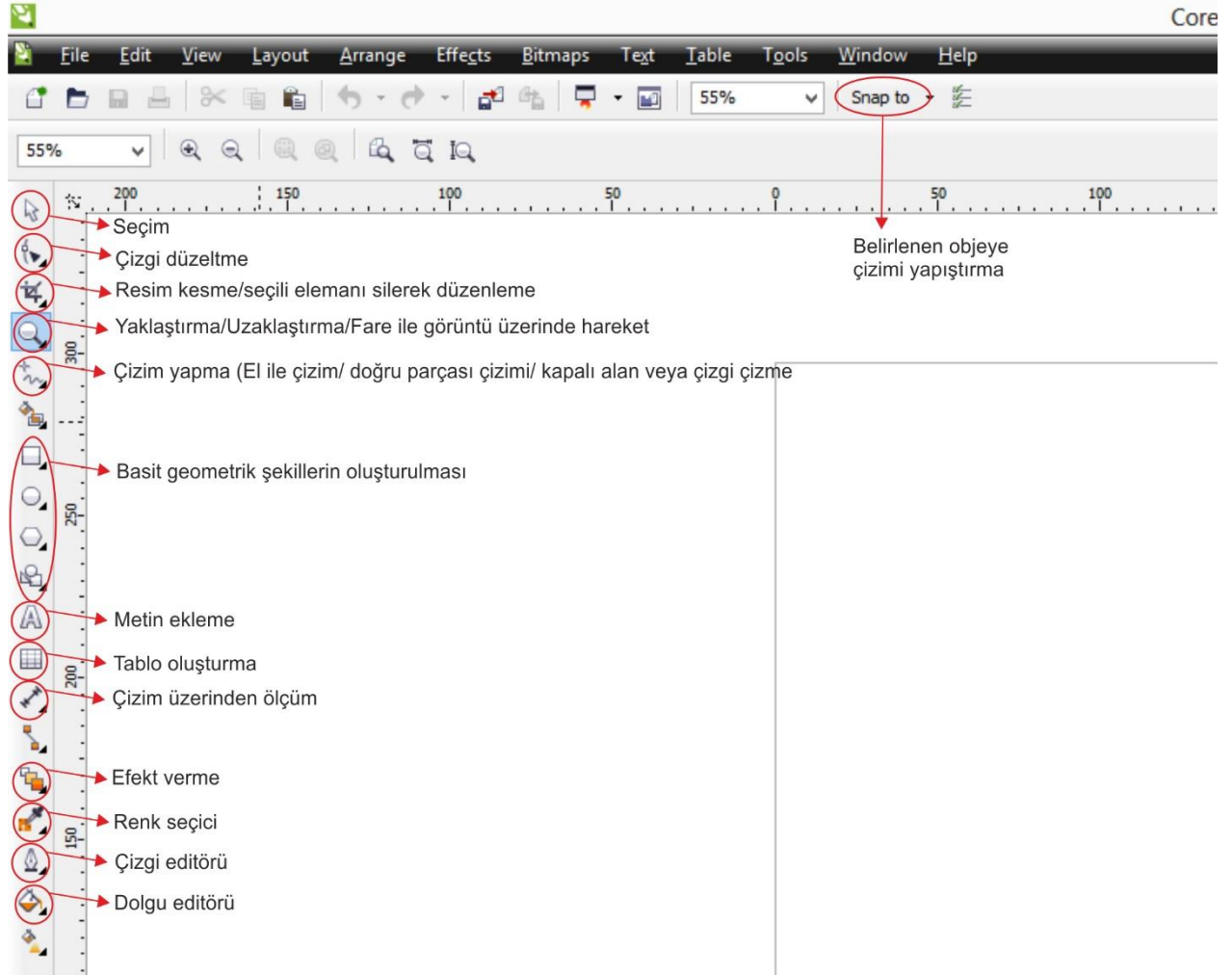
Pratik bir bilgi olarak çalıştığınız katmanların yazılabilir, diğerlerinin ise yazılamaz konumda tutulması önerilir. Örneğin yol veya akarsu katmanına yaptığınız çizimlerle daha sonra işiniz olmayacaktır. Bu katmanların işlemi bitince kapatılması olası hataları engeller. Ancak litolojiler çizilirken sınırların düzgün çizilebilmesi bakımından litolojiye ait her iki katmanın da açık bırakılmasında fayda vardır.

Bu aşamadan sonra çizilecek haritanın taranmış halini içeren katmanın kalem işareti kapatılır ve yanlışlıkla hareket etmesi/müdahale etmesi engellenir. Açılan dosya kaydedilir ve çizime geçilir.



Şekil 7.4

Çizim işlemi için gerekli araçlar soldaki araç çubuğunda yer almaktadır. Bunların açıklamaları Şekil 7.5'te verilmiştir.



Şekil 7.5

Tavsiyeler

- Formasyon sınırı/tabaka konumu kalem kalınlığı 0.25mm, kıvrım eksen kalem kalınlığı 0.35mm, fay kalem kalınlığı 0.5mm, çerçeve kalınlığı 0.5 mm seçilmelidir. Daha ince seçilen kalem kalınlıklarında yazıcı yeterli çözünürlüğü sağlamayabilir. Daha kalın seçimlerde ise ayrıntılar örtülebilir.
- Yazı karakteri 8-12 punto arasında tutulmalı, yazılar harita elemanlarını örtmemelidir.
- Birimler renklendirilirken yaşı cetvelinde belirlenmiş renklere sadık kalınmalı, gerekirse görüntüyü karmaşıktırmayacak bir doku eklenmelidir.
- Lejant ve stratigrafik istif mutlaka olmalı ve ayrı bir katman olarak hazırlanmalıdır.
- Çizimin her aşaması tamamlandığında mutlaka kaydedilmelidir.

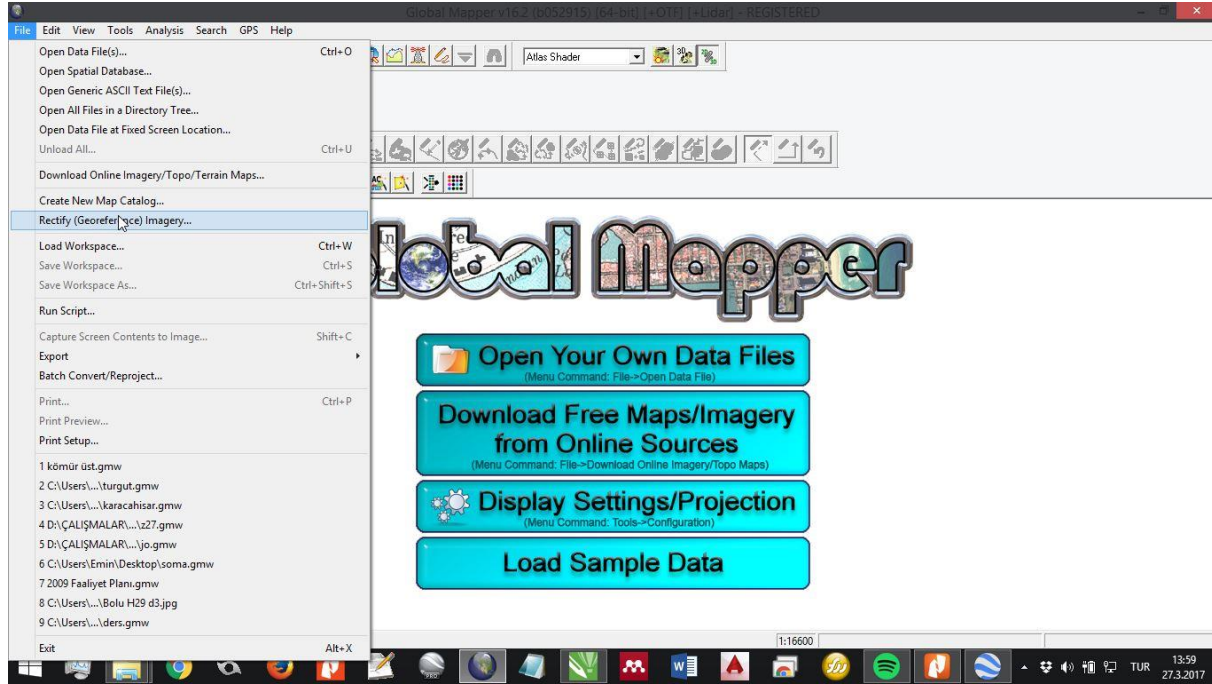
7.3. Dijital Haritaların Koordinatlandırılması (12.HAFTA)

Basılı halde mevcut olan haritaların taranarak oluşturulduğu coğrafi referans sisteminde sayısal ortama aktarılması için çok çeşitli programlar mevcuttur. Haritalar sayısal ortama aktarıldıktan sonra aynı bölgeye ait birden fazla harita bir arada açılıp üst üste bindirilebilir, farklı bölgelerin haritaları beraber görülebilir veya GPS ile alınan istasyon noktaları nokta olarak girilerek harita üzerinde görülebilir. Bu tip çok sayıda uygulama gerçekleştirilebilir. Bu kısımda harita kampı için daha önceki senelerde verilmiş bir paftanın **Global Mapper™(v16.2)** programı ile coğrafi referans sisteminde sayısal ortama aktarılması ve **Google Earth™** ile açılacak şekilde **KML/KMZ** olarak ve diğer CBS programlarında açılacak şekilde **GeoTIFF** olarak kaydedilmesine değinilecektir.

Haritanın Referanslanması:

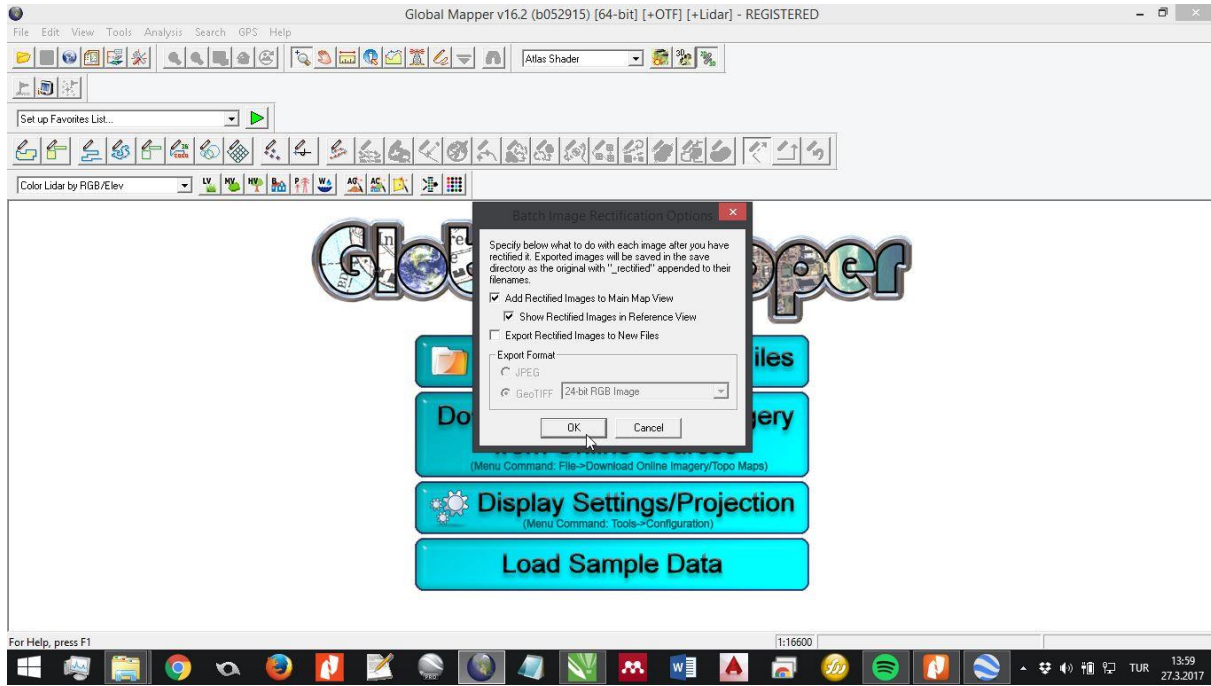
- Global Mapper programını açtıktan sonra “File -> Rectify (Georeference) Imagery...” seçeneği seçilir

(Şekil 1).



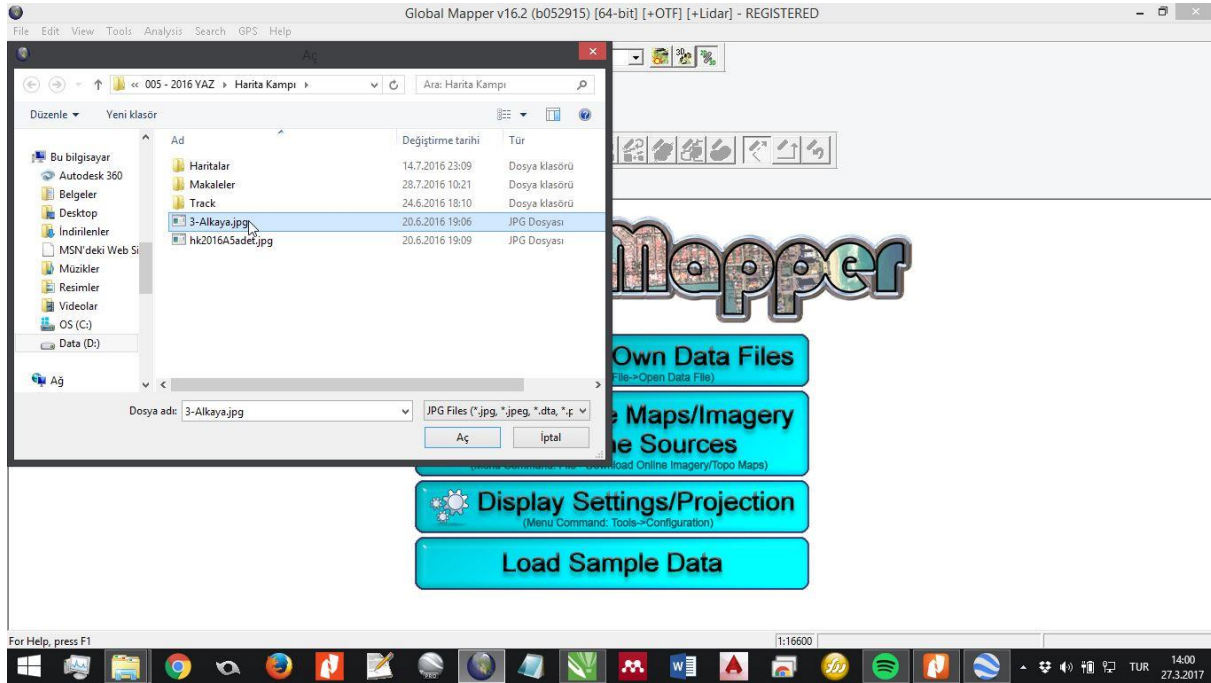
Şekil 1 Menüden Coğrafi Referanslama seçeneğinin seçilmesi.

- Açılan pencerede “Add Rectified Images to Main Map View” ve “Show Rectified Images in Reference View” seçenekleri seçili halde gelir, bunları kaldırmayın. Referanslama işlemi sonrasında otomatik olarak GeoTIFF olarak kaydedilmesi için “Export Rectified Images to New Files” seçeneği altında “GeoTIFF” seçilebilir (Şekil 2).



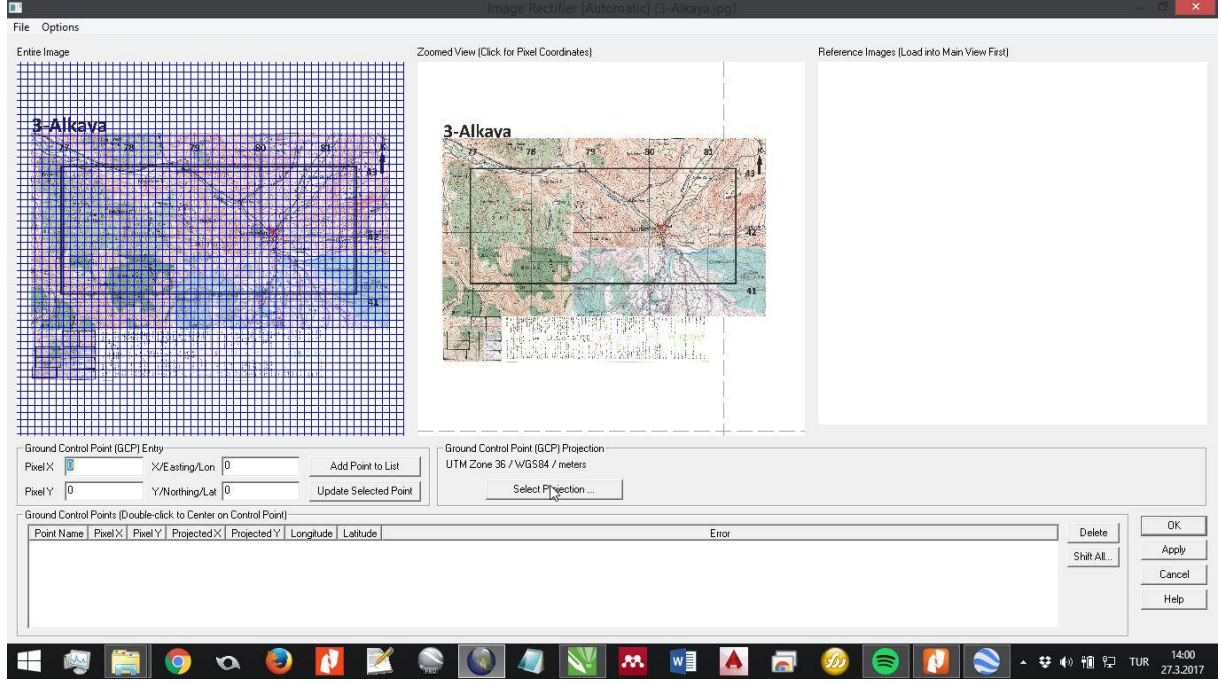
Şekil 2 Coğrafi Referanslama seçenekleri.

- Bir önceki pencerede “OK” butonuna tıklandıktan sonra taranmış olan haritanın seçilebileceği pencere açılır (Şekil 3).

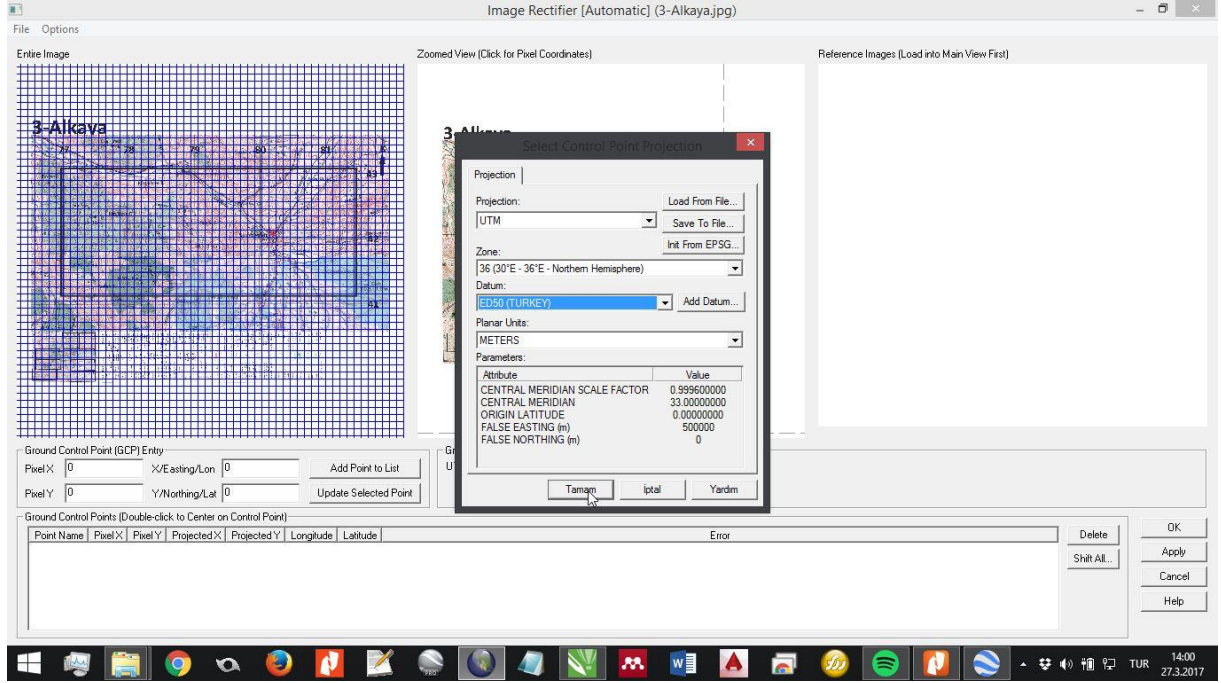


Şekil 3 Taranmış haritanın seçimi.

- Harita seçilip “Aç/Open” butonuna tıklandıktan sonra “Image Rectifier” penceresi açılır. Bu pencerede ilk olarak “Select Projection” butonuna tıklanarak (Şekil 4) haritanın oluşturulduğu **projeksiyon sistemi** ve **datumu** ile ilgili bilgiler girilir. Bu bilgilerin hatalı girilmesi durumunda harita gerçek yerinden farklı bir yerde gözlenecektir (Şekil 5).

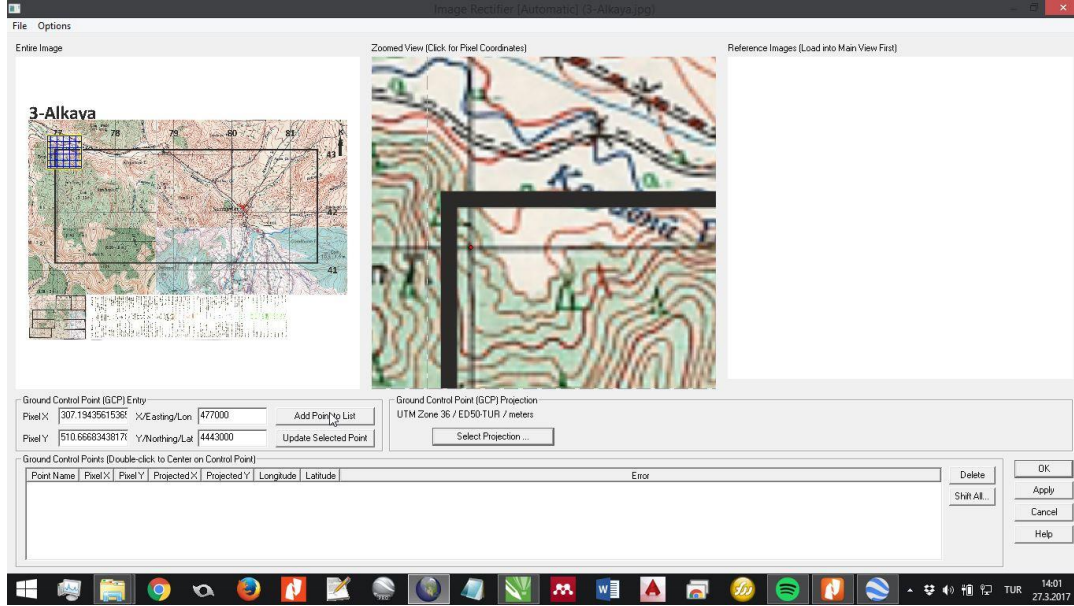


Şekil 4 Image Rectifier görünümü.



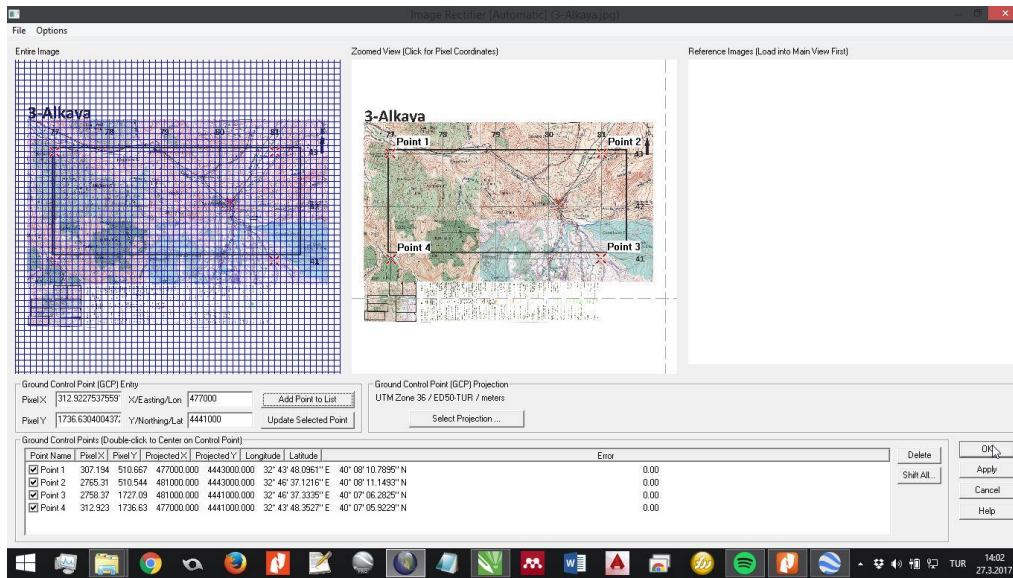
Şekil 5 Projeksiyon ve datum seçimi.

- “Tamam/OK” butonuna tıklandıktan sonra referanslama için nokta seçim işlemine geçilebilir. Ortada bulunan “Zoomed View” bölümünden referans noktası tıklanarak seçilir. Bu bölüm noktanın hassas seçimi için farenin orta tuşu ile yakınlaştırılabilir. “Ground Control Point (GCP) Entry” kısmındaki “Pixel X” ve “Pixel Y”, seçilen noktanın haritanın sol alt köşesi başlangıç noktası olacak şekilde piksel olarak konumunu ifade eder. Aynı kısımdaki “X/Easting/Lon” kısmına UTM için 6 haneli yatay koordinat değeri girilir ve “Y/Northing/Lat” kısmına yine UTM için 7 haneli dikey koordinat değeri girilir ve “Add Point to List” butonuna tıklanır (Şekil 6).



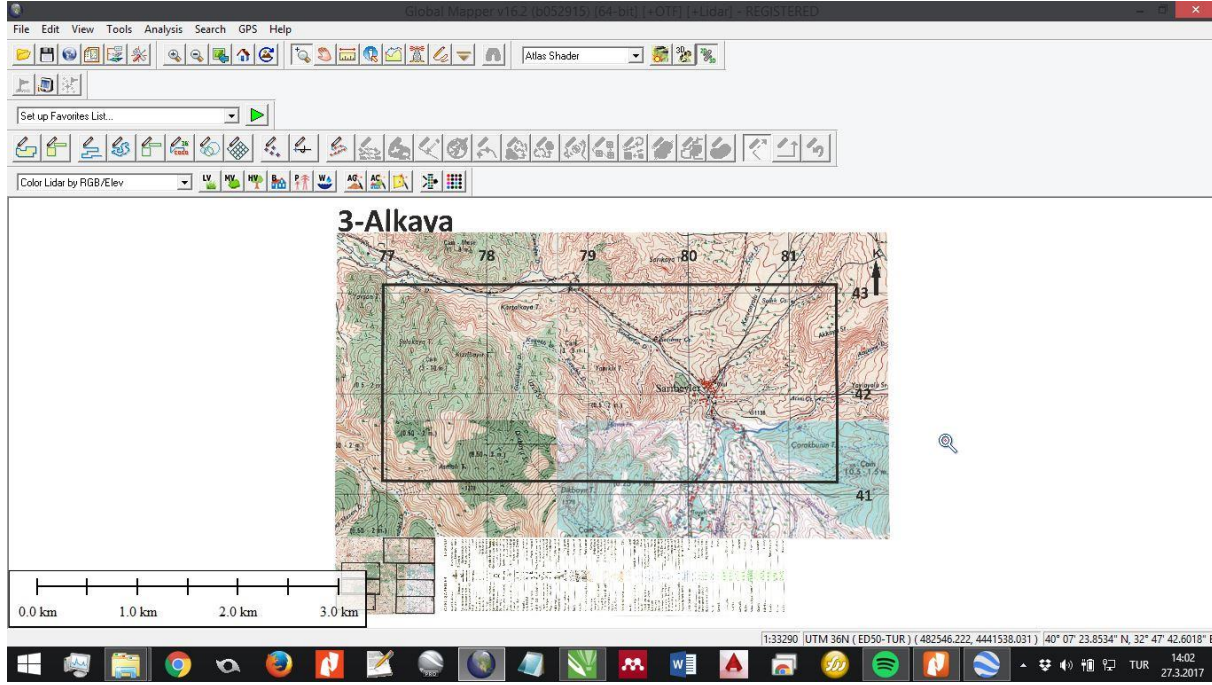
Şekil 6 Noktaların koordinat değerlerinin girilmesi.

- Her bir nokta için “Ground Control Points” kısmında noktanın girilen değerlerini gösteren bir girdi oluşacaktır. Referanslama işlemi için taranmış olan haritanın üzerinde birbirinden uzak ve mümkün olduğunca haritaya yayılmış en az 4 nokta belirlenerek değerleri girilir (Şekil 7).



Şekil 7 Tüm noktaların koordinat değerlerinin girilmesi.

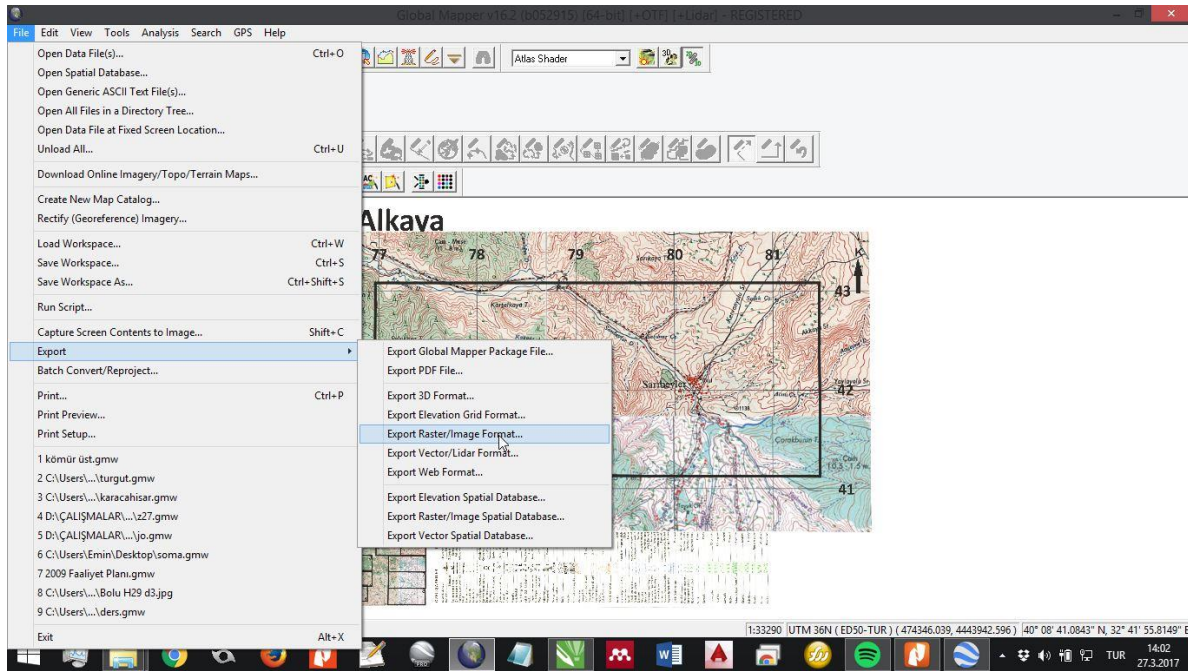
- “OK” butonuna tıklanarak refereanslanan harita harita görünümünde açılır (Şekil 8). Burada haritanın düzgün açılmaması hatalı bir veri girişini işaret eder. İmleç koordinatı bilinen noktaların üzerinde getirilerek sağ alttaki koordinat değerlerinden doğruluğu kontrol edilebilir.



Şekil 8 Haritanın görüntülenmesi.

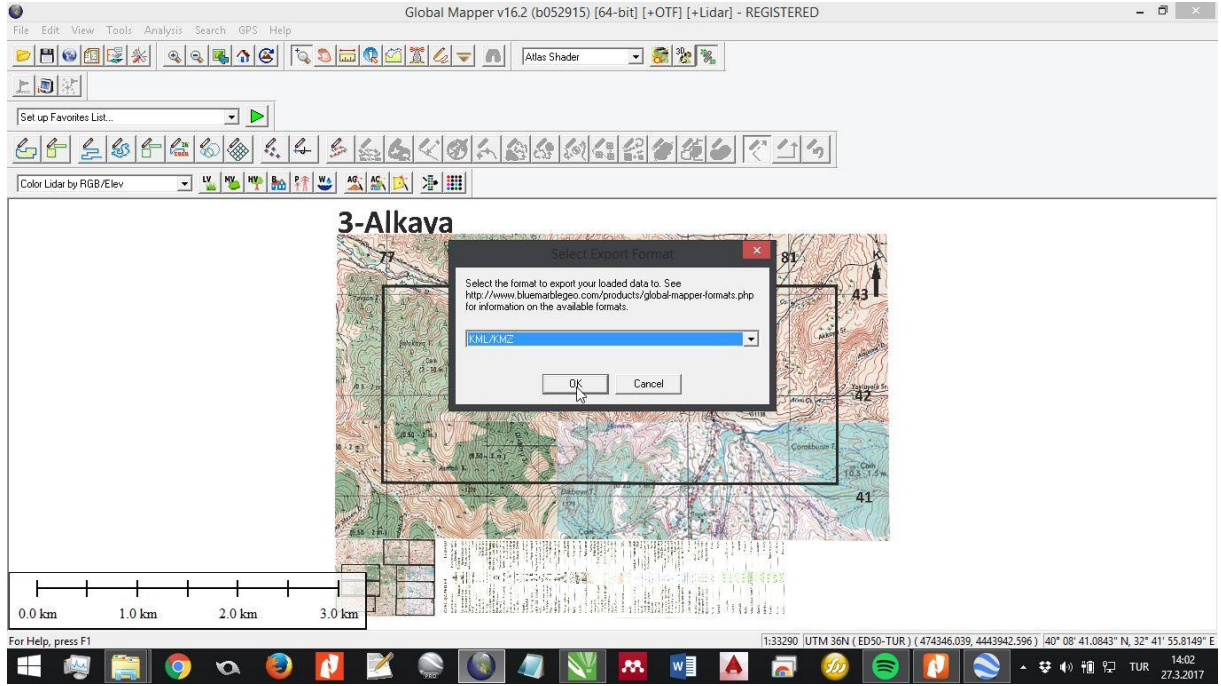
Referanslanan Haritanın Kaydedilmesi:

“File -> Export -> Export Raster/Image Format...” seçeneği seçilir (Şekil 9).

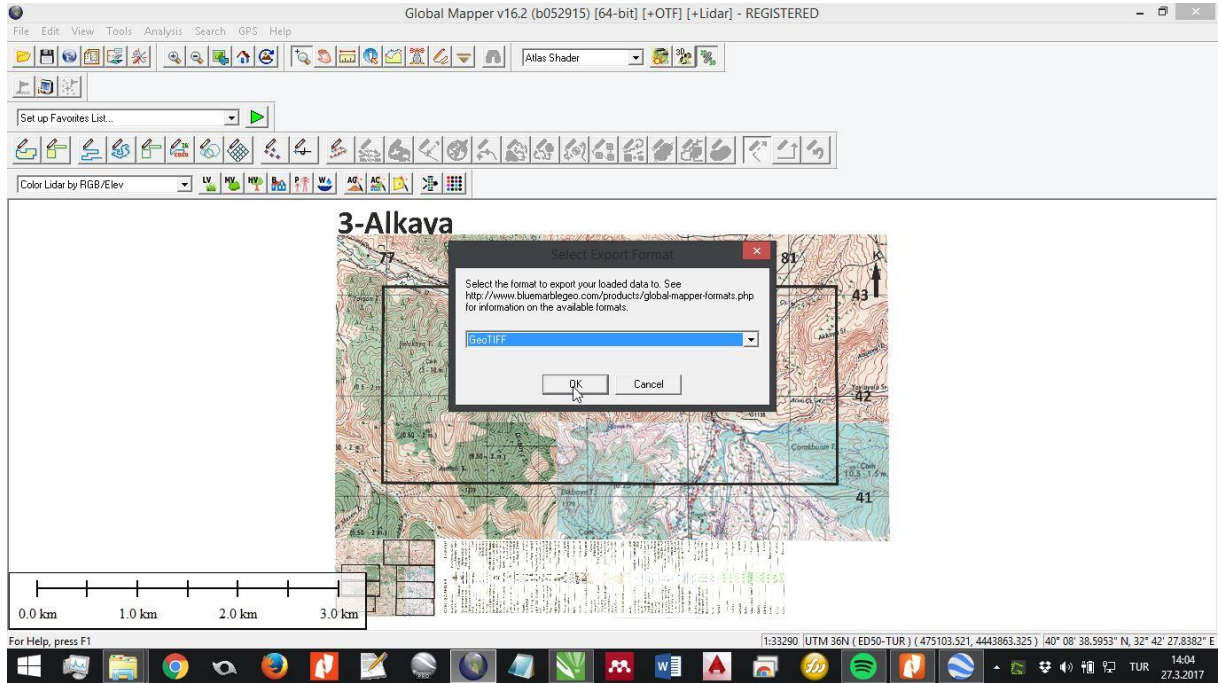


Şekil 9 Dosyanın kaydedilmesi.

- Açılan pencereden referanslanan haritayı **Google Earth** programı ile açmak için “KML/KMZ” , diğer programlar ile açmak için “GeoTIFF” seçeneği seçilir (Şekil 10 ve 11).

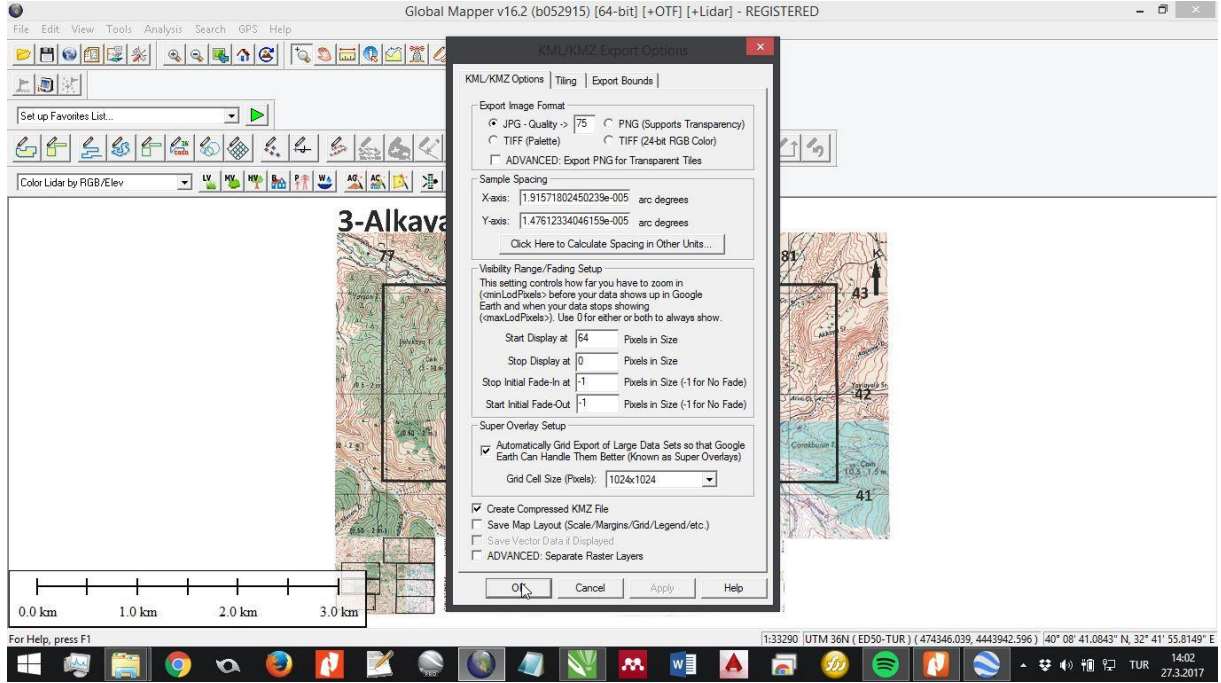


Şekil 10 KML/KMZ Seçimi

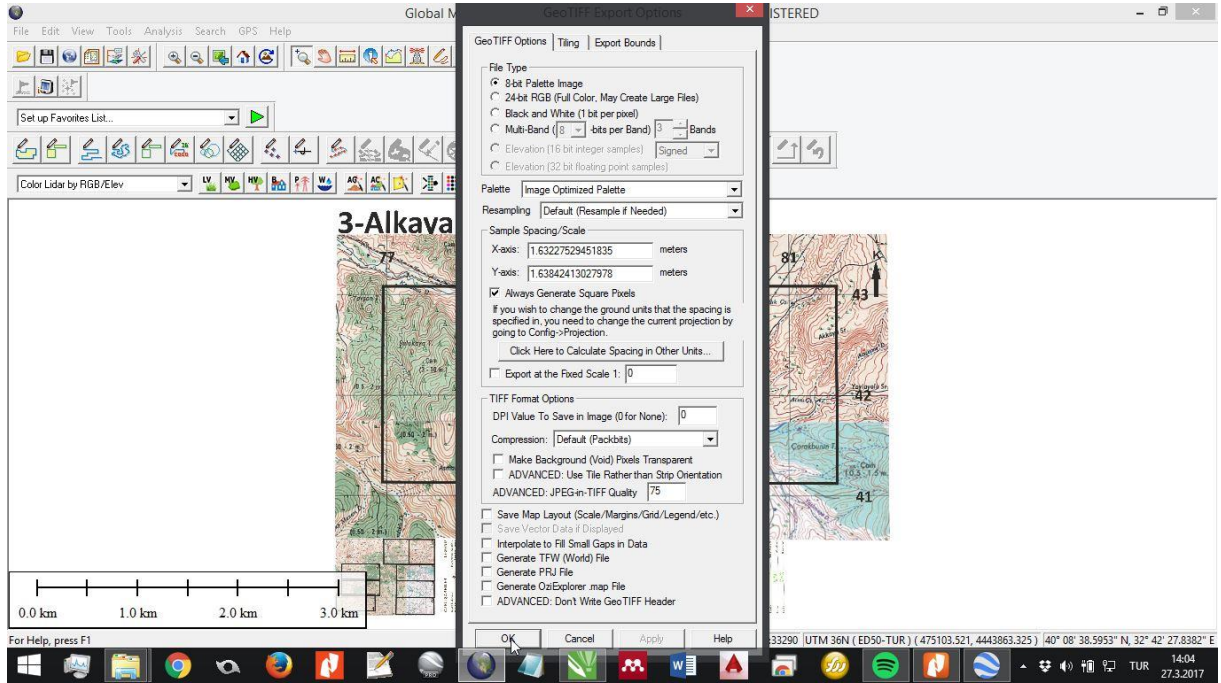


Şekil 11 GeoTIFF seçimi.

- “KML/KMZ Export Options” ve “GeoTIFF Export Options” penceresinde (Şekil 12 ve 13) “OK” butonuna tıklandıktan sonra gelen dosya kayıt penceresinde dosya kaydedilir.

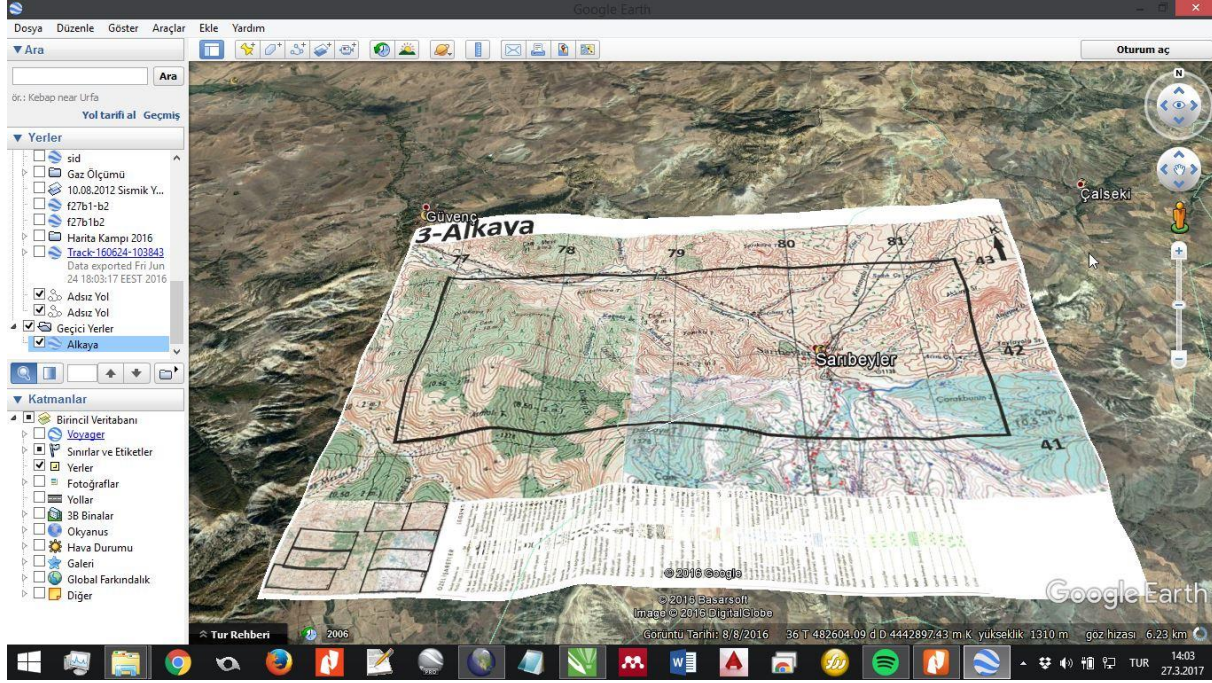


Şekil 12 KML/KMZ Export Options



Şekil 13 GeoTIFF Export Options

- **KML/KMZ** dosyası **Google Earth** Programı ile açılarak harita Uydu Fotoğraflarının üzerinde görülebilir (Şekil 14). **GeoTIFF** formatı piyasadaki CBS programlarının birçoğu tarafından okunabilen evrensel bir dosya formatıdır ve içindeki metadata görüntü ile ilgili coğrafik bilgileri içerir.



Şekil 14 Google Earth programında referanslanan haritanın görünümü.