

YERÇEKİMİ ÖLÇÜLERİNİN İNDİRGENMESİ

Derleyen : Yük. Müh. Yb.
Ergun UUR

YERÇEKİMİ ALANININ KISIMLARI :

Bir li istasyonunda saptanan yerçekimi değeri aşağıdaki değerlerin bileŐkesidir :

I. DeęiŐmeyen Yerçekimi Alanı

- 1) Dönmekte olan ve üstünde taŐkın kütle bulunmayan, basık Yer Elipsoidinin normal yerçekimi alanı,
- 2) Yer Elipsoidinden istasyon noktasına kadar yükselmekle ortaya çıkan normal yerçekimi değeri,
- 3) Yer Elipsoidi ile istasyon nivo yüzeyi arasında kalan kütlelerin etkisiyle ortaya çıkan çekim değeri,
- 4) İstasyondan geçen nivo yüzeyinin, çevredeki yerey yapıya bağlı olarak deęiŐmesine sebep olan çekim değeri,
- 5) Yeryüzünün i yapısındaki inhomojenitenin sebep olduğu çekim değeri,
- 6) Bilinmeyen kütle yataklarının etkisi ile oluŐan çekim değeri.

II. Zamanla DeęiŐen Ek Alanlar :

- 1) Ay, Güneş ve diğer gök cisimlerinin ekimi,
- 2) Deniz yüzünün hareketliliği ile oluŐan ekim,
- 3) Gl, nehir ve yeraltı sularının su yüzeylerinin farklılaŐması ile oluŐan çekim değerleri,
- 4) Atmosferdeki kütle hareketlerinin sebep olduğu çekim değerleri,
- 5) Katı yer kütlesinin gezegenlerinin etkisi ile Őekil deęiŐtirmesiyle oluŐan çekim değeri,
- 6) Yer altında kütle birikimleri ile oluŐan çekim değerleri.

Yukardaki etkilerin hepsi aynı önemi taŐımaz. Gök cisimlerinden yalnız Ay ile Güneşin etkisi farkedilebilecek kadar büyüktür. Su yüzündeki deęiŐimlerin etkisi ise, ancak bu suların çok yakınında li yapıldığına göz önünde tutulmalıdır. Öte yandan atmosferdeki kütle hareketlerinin sebep olduğu çekim deęiŐimi, nemsenmiyecek kadar kk olur.

Bunlara göre, bugün için pratik jeofizikte yerçekimi alanının aşağıdaki kısımlarının saptanması amaca yeterlidir :

I.1) Normal Yerçekimi Alanı (U Potansiyeli veya γ_0 Yerçekimi)

I.2) İstasyon Yüksekliğinin Etkisi (Nivo Etkisi δg_{ni})

I.3) Tabakaların Etkisi (δg_{ta})

I.4) Yeryüzü Şeklinin Etkisi (Topoğrafya Etkisi δg_{top})

I.5) Bilinen İnhomojenitenin Etkisi (Jeolojik Etki δg_{jeol})

I.6) Bilinmeyen Kütle Birikintilerinin Etkisi

II.1) ve II.5) Gök Cisimlerinin Etkisi (Tiden Etkisi δg_T)

Bu sayılanlardan I.3), I.4) ve I.5) çoğu zaman Kütle Etkisi adıyla birlikte irdelenirler. ($\delta g_{küt}$)

YERÇEKİMİ İNDİRGEMESİ (REDÜKSİYONU) VE YERÇEKİMİ ANOMALİ :

Bilinmeyen kütle birikintilerinin etkisi dışındaki bütün diğer etkilerin hesaplanarak ölçülen yerçekimi değerinden çıkarılması gerekir. Bu hesaba Yerçekimi İndirgemesi (Redüksiyonu) denir. Bu indirgemenin sonucunda Yerçekimi Anomali (anomal : kural dışılık, sapınç) bulunur. Yerçekimi Anomali değeri genellikle Δg ile gösterilir ve yukardaki kısaltmalar ve tanımlamaya göre :

$$\Delta g = g - \gamma_0 - \delta g_{ni} - \delta g_{ta} - \delta g_{top} - \delta g_{jeol} - \delta g_T$$

veya

$$\Delta g = g - \gamma_0 - \delta g_{ni} - \delta g_{küt} - \delta g_T \text{ yazılabilir.}$$

Seyrek olarak II.2) ve II.3) etkileri de göz önünde tutulur. Bu etkiler, sebeplerine göre ya gök cisimleri ya da kütle etkileri içinde irdelenir.

NORMAL YERÇEKİMİ “Kurala Uygun Yeryüzü” :

Dünyanın asıl şekli, ortalama deniz yüzüyle birlikte uzanan nivo yüzeyi olarak tanımlanır (Geoid.) Astronomi-Geodezi ölçüleri ve yerçekimi ölçüleri ile Geoid yüzeyinin belli bir basıklıktaki rotasyon elipsoidinden (Yer Elipsoidi) ± 50 m ye kadar varan aykırılıklar gösterdiği saptanmıştır. Yer Elipsoidi Geoidin bazan içinde bazan dışında kalır; ancak küçük eksenini yerin dönme eksenine çakışmıştır.

Yeryüzünün Yer Elipsoidinden taşmış kütlelerini de Yer Elipsoidi tarafından çevrelenmiş hacimin içerisinde düşünelim. Yalnız bu fazla kütleler Yer Elipsoidi içersine öyle dağılsın ki, bu dönen Yer Elipsoidi bir Nivo Yüzeyi teşkil etsin; yani Yer Elipsoidinin geometrik karakteri değişmediği gibi, bu eklenen kütlelerle geofizik harmonisi de bozulmasın. Bu şekilde bir "Kurala Uygun Yeryüzü" elde edilir. Kurala uygun yeryüzünün yerçekimi alanı, Normal Yerçekimi Alanı (γ_0) dır. Bu alana ait potansiyel çoğu yerde U ile gösterilir.

Şimdiye kadar Kurala Uygun Yeryüzü için birçok değişik modeller hesaplanmıştır. Bunların ortak oldukları yön, dış yüzlerinde daima aynı U potansiyeline sahip olmaları ve her yerlerinde aynı homojen yoğunluğu vermeleridir.

YER ELİPSOİDİ VE YERÇEKİMİ FORMÜLÜ :

Yer Elipsoidi üzerindeki Normal Yerçekimini, bir basit teorik yerçekimi formülü ile hesaplamak mümkündür.

$$\gamma_0 = \gamma_{\text{ekvator}} (1 + b \cdot \sin^2 \varphi - \beta \sin^2 2\varphi - \beta' \sin^2 \varphi \cdot \sin^2 2\varphi)$$

Bu bağıntıda φ : Noktaya ait coğrafya enlemidir. γ_{ekvator} ile (b) Katsayıları ölçülmüş ve deniz yüzüne indirilmiş yerçekimi değerleri ile dengeleme yardımıyla saptanırlar. β ve β' değerlerinin ortaya çıkışı ise bir sıra karışık kuram ve varsayımların kabûlüyle yapılan hesaplar sonucu olmaktadır.

NİVO ETKİSİ δg_{ni} :

Nivo etkisi genel anlamda aşağıdaki teorik bağıntı ile gösterilir :

$$\delta g_{ni} = \gamma - \gamma_0 = -2\gamma_0 \left(\frac{H}{a} \left(1 + \frac{w^2 a}{\gamma_{\text{ekv}}} - 2 \frac{w^2 a}{\gamma_{\text{ekv}}} \sin^2 \varphi - \frac{3}{2} \cdot \frac{H}{a} \right) \right)$$

Burada : γ : Elipsoid üst yüzeyinden H yüksekliğindeki Normal Yerçekimi

γ_0 : Elipsoid üzerinde Normal Yerçekimi

\bar{a} : Yerin basıklığı

w : Yer rotasyonunun açısal hızı

a : Elipsoidin büyük eksen uzunluğu

Yukardaki formülü yeteri derecede incelikle

$$g_{ni} = \frac{\partial \gamma}{\partial H} \cdot H \text{ diferansiyel formunda da gösterebiliriz. Buradaki}$$

$\partial\gamma/\partial H$ ifadesi için, yani yüksekliğe bağlı olarak Normal Yerçekiminin artışı için ortalama bir değer kullanabiliriz. Örneğin $\partial\gamma/\partial H = -0,3085$ mgal/m. Bu değere Düşey Değişme değeri (Vertikal Gradient) denir.

Yerçekimi Anomalileri, Vertikal Gradient Anomalilerine bağlıdır. Uygun olmayan koşullarda Vertikal Gradient Anomalileri 100 Eötvös = 0,01 mgal/m değerine kadar varabilirler.

KÜTLE ETKİSİNİN İNDİRGEMESİNDE TEMEL İLKE :

Yeryüzündeki kütle dağılımı Normal Yeryüzünün kütle dağılımına göre az veya çok aykırılıklar gösterir. Bu aykırılıkların etkisinin hesaplanması ve ölçülen Yerçekimi değerinden çıkarılması gerekir. Eğer önceden ortaya konan temel varsayım doğruysa, buradan ölçü istasyonlarının yüksekliğine bağlı kalmıyan yerçekimi anomalleri ortaya çıkar.

Burada düzenli olmayan kütlelerin etkisi hesaplanmaktadır. Bunun için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ancak pratikte istenen doğruluk her zaman elde edilememiştir. Özellikle yoğunluk hesaplarındaki kesinsizlik, bizi daima belirli bir hatayı önceden kabûle zorlar. Çok düz ve referans yüzeyinden az yüksek olan bir yerde $\pm 0,1$ mgal kesinlikle bu indirgeme yapılabilir.

Uygulamalı Gravimetrede en çok BOUGUER İNDİRGEMESİ yöntemi kullanılır. Bouguer İndirgemesinde temel düşünce, yüksekliklerin homojen yer kabuğu üzerindeki çıkıntılar, alçak yerlerin ise çukurluklar olarak tasarlanması şeklinde açıklanabilir. Son zamanlarda yoğunluk farkları da Bouguer İndirgemesi içine dahil edilmiştir.

Kütle etkisinin, tabaka etkisi, topografik etki ve jeolojik etkilerden oluştuğunu biliyoruz. Bunlardan tabaka etkisi ve topografik etkinin saptanması oldukça kolay olduğu halde, jeolojik etkinin saptanması ve indirgenmesi oldukça karışıktır ve çeşitli yöntemlere başvurulmasını gerekli kılar.

Bütün kütle indirgemelerinde yerin basınlığının göz önüne alınması zorunlu değildir.

TABAKA İNDİRGEMESİ İÇİN SFERİK VE DÜZLEM BOUGUER TABAKASI :

Tabaka etkisi genel anlamda aşağıdaki teorik bağıntı ile gösterilir:

$$\delta g_{ta} = 2\pi f \sigma H \left(1 - \frac{(R+H) \cdot \cos \theta - R}{(R+H)^2 + R^2 - 2(R+H)R \cdot \cos \theta} \right)$$

Burada : σ : Yoğunluk

f : Gravite Katsayısı ($6,67 \cdot 10^{-8}$ cgz birimi)

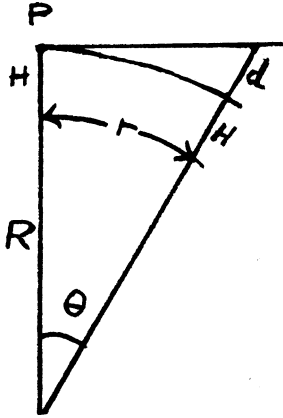
Bu bağıntıda ilk terim olan

$$\delta g_{Bta} = 2 \Pi f \sigma H = 0,04191 \sigma \cdot H_{(m)} \text{ mgal}$$

etkisindeki bir tabakaya Bouguer Tabakası denir.

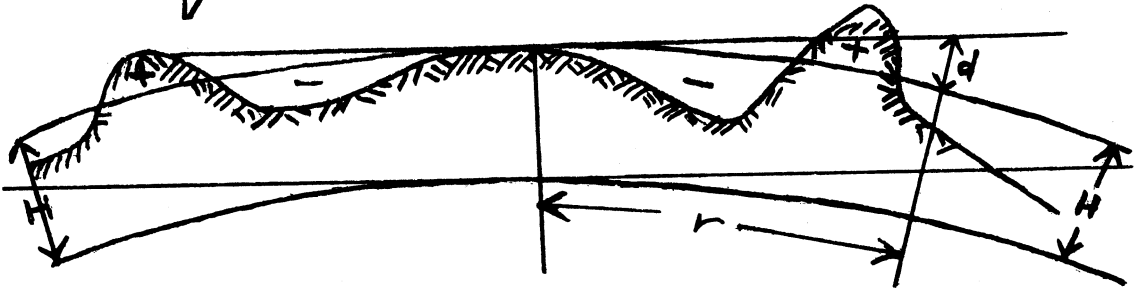
TOPOGRAFYA ETKİSİ (δg_{top}) :

Bouguer Tabakası sferik veya düzlem olarak kabül edilebilir. Bouguer Tabakası sferik olarak düşünülduğünde Topografik etkinin de sferik olarak düşünülmesi gerekir. Bunun için şekildeki (d) Depressiyon miktarının bilinmesi gerekir. Bu (d) miktarı,



$$d \cong \frac{r^2}{2R} \text{ bağıntısına bağlı olarak se-}$$

çilecek r değerlerine göre bir tabela halinde de hazırlanabilir. Topografik Etki sferik olarak Cassinis, Dore ve Ballarin tabelalarına göre en doğru şekilde hesaplanabilir. Fakat yaygın olan Düzlem Metodu da yeterlidir.



Topografik indirgemeyi, Bouguer Tabakasından daha geniş bir alanı kaplamıyacak şekilde hesaplamalıdır. Hatta genel olarak çok daha yakın uzaklıklar seçilir. Örneğin :

Yükseklik farkı 200 m yi bulan dalgalı arazide	5 Km,
” ” 800 m ” ” orta ” ”	20 Km,
Dağlık bölgelerde	50 Km.

Eğer topografik indirgeme, Bouguer Tabakasının kenarına kadar yapıldığı halde kesin bir sonuç elde edilememişse, Bouguer Tabakasını biraz daha büyütmek gerekir.

BOUGUER YERÇEKİMİ, BOUGUER YERÇEKİMİ ANOMALİ, İZOSTAZİ, SERBEST HAVA ANOMALİ :

$$g_o'' = g - \delta g_{ni} - \delta g_{Bta} - \delta g_{top}$$

ile ifade edilen yerçekimi değerine Bouguer Yerçekimi ve

$$\Delta g'' = g - \delta g_{ni} - \delta g_{Bta} - \delta g_{top} - \gamma_o$$

değerine ise Bouguer Anomali denir. Bouguer Anomali değeri daha kısa olarak:

$$\Delta g'' = g_o'' - \gamma_o \text{ şeklinde ifade edilebilir.}$$

Genel olarak Bouguer Anomali değerleri, yükseklik arttıkça küçülürler. Bu küçülme için ortalama olarak 100 mgal/Km nispeti verilebilir. Bu değer, Bouguer Tabaka etkisinin değerine karşılıktır. Halbuki yüksekliğe bağlı olmayan bir yerçekimi anomali hesaplayabilmek için Bouguer Tabakası etkisinin indirgenmemiş olması gerekirdi, diye düşünülebilir. Bu düşünce ancak, dağların ve yüksekliklerin altında, alçak bölgelere nazaran yoğunluğu daha az olan kütlelerin bulunması ve bunların görünen kütlelerin etkisini ortadan kaldıracak kadar büyük olmaları hâli için doğrudur.

Bu açıklama bizi İzostazi'nin dengeleme durumu ve İzostazik Kompensasyon kavramlarına götürür. Eğer Bouguer Tabakasının kütlesi, kütle indirgemesinde göz önüne alınmamış da kütle dengelemesinin var sayıldığı düşünülen yere sürülmüşse, elde edilen anomaliler, izostazik anomalilerdir. Deneyler bu anomalilerin istasyon yüksekliği ile sistematik bir bağı bulunmadığını göstermektedir.

Yüksekliğe bağlı bulunmayan yerçekimi anomalileri, kütle indirgemesinde Bouguer Tabakaları hiç göz önünde tutulmamış da olsa, yine elde edilebilir. Yani :

$$\Delta g = g - \delta g_{ni} - \delta g_{top} - \gamma_o \text{ bağıntısı geçerlidir.}$$

Bu anomalilere, Serbest Hava Anomalileri (FAYE Anomali) denir; çünkü bunların hesabında istasyon serbest boşlukta duruyormuş gibi düşünülmektedir.

İzostazik ve Serbest Hava Anomalileri, Geoid şeklinin saptanmasında büyük rol oynarlar. Uygulamalı Gravimetredeki rolleri, buna karşılık önemsizdir.

TEMEL YÜKSEKLİK (REFERANS YÜKSEKLİĞİ) :

Normal Yerçekimi γ_0 değeri, Yer Elipsoidi için hesaplandığına göre, bütün saptanmış değerlerin bu yüzeye indirgenmesi gerekir. Fakat istasyon noktalarının Yer Elipsoidinden yükseklikleri bilinmemektedir. Haritalarımızda bulunan yükseklikler, deniz yüzeyinden yani Geoidden alınmış yüksekliklerdir. Geoid ile Yer Elipsoidi arasındaki ayırım ise henüz bütün dünya için hesaplanmış değildir. Bunun için indirgemelerimizi Geoid üzerine yapmak ve Geoid şeklinin etkisini, yerçekimi anomalisinin daha belli olmayan büyük bir sınırlı bölgesi olarak göz önünde tutmak zorunda bulunuyoruz.

Örneğin Orta Avrupada Geoidle Yer Elipsoidi arasında ortalama 20 m. kadar bir yükseklik farkı vardır. Bunun Nivo İndirgemesine etkisi — 6 mgal kadar olur. Öte yandan 20 m kalınlığındaki Bouguer Tabakasının etkisi olan + 2 mgali de göz önünde tutarsak, bu fark + 4 mgal'e iner.

Yer kabuğu tabakalarının yoğunluğunu bilmemek, büyük zorluklara yol açmaktadır. Bu hata kaynağını mümkün olduğu kadar zararsız kılabilmek için, indirgemeler, deniz yüzüne kadar değil, fiziksel yeryüzüne yakın bir temel yüksekliğe bağlı olarak yapılır. Bu temel yükseklik çoğu zaman ölçü yapılan bölgenin en alçak noktasının kotu olur. İstasyon yükseklikleri farkları 50 m den büyük değilse ve yoğunluk $\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ kesinlikle saptanabilmişse, indirgemedeki hata $\pm 0,21 \text{ mgal}$ 'e kadar düşer.

Elbette bir ülkenin yerçekimi haritası için, bir tane temel yükseklik yetiştirmez. Fakat bu durumda da örneğin 100 m lik bir temel yükseklik farkına karşılık, iki bölgenin sınırında 20 mgal'lik yerçekimi anomali farkı ortaya çıkar. Bu, izogamların okunuşunda büyük zorunlukların doğuşuna yol açar. O halde istasyondan istasyona yoğunluk değişimini göz önünde tutmak zorunlu oluyor.

Bir yerçekimi ölçü bölgesinde, birden fazla temel yükseklik varsa, bütün hesaplardan önce, ortak temel yüksekliğe göre farkları hesaplamak gerekir. Bu temel yüksekliklerden birinin, bir öncekine göre 100 m daha derinde olduğunu düşünürsek, $\sigma_{\text{yukarı}} - \sigma_{\text{aşağı}} = \pm n \cdot 0,1 \text{ g/cm}^3$ bağıntısını sağlayan n yoğunluk katsayısı yardımıyla, haritaya taşınacak yerçekimi anomali $\pm n \cdot 0,42 \text{ mgal}$ kadar değiştirilmelidir. (50 m deki farklılaşma $\pm 0,21 \text{ mgal}$ olduğuna göre)

Yükseklik farklarını alırken, tedirgen kütlelerin etkisinin direkt istasyon noktasına, ama asla temel nivo yüzeyindeki ayak noktasına (Lot ayağı) olmadığını bilinmesi gerekir. Yani Bouguer Anomalinin Geoidin altında bulunan tedirgen kütlelerin etkisini göstermesi ancak çukur düzlükler için doğrudur.

YERİN ALTINDAKİ BİLİLEN TEDİRGEN KÜTLELERİN ETKİSİ :

Eğer yerin altındaki tedirgen kütleler biliniyorsa, bu etki, kural dışı olmuş cisimler için kullanılan herhangi bir yöntemle hesaplanabilir. Bu indirgemeye "Jeolojik İndirgeme" denir. Uygulamalı gravimetride bu indirgeme, İzostazik İndirgeme içinde irdelenir.

GÖK CİSİMLERİNİN ETKİSİ (TİDEN δg_T) :

Yalnız Ay ve Güneşin yerçekimi değeri üstündeki etkileri ölçülebilir. Ay etkisinin dalgalanması (çift amplitüt) 0,20 mgal, Güneşinki 0,09 mgal'i bulur. Yeni Ay ve Dolunayda her iki sistemin eksenleri birbiriyle çakışır; yani Ay ve Güneşin etkileri toplanarak 0,29 mgal'i bulur. Yarımay zamanı eksenler birbirine diktir ve etki 0,11 mgal'e iner.

Sabit kurulu Gravimetri istasyonlarında, yerçekimi değerlerine gök cisimlerinin etkileri kayıt edilebilir. Arazi çalışmalarında alet kurulan yerler kayıt istasyonlarından birkaç yüz kilometre uzakta iseler, kayıt istasyonundan alınan değerler, bölgesel zamana göre getirilecek bir düzeltmeyle, yapılan arazi ölçülerine uygulanabilir. Eğer gezici istasyonlarla çalışılıyorsa, gök cisimlerinin etkisi, aletin "Gang Eğrisi" nin saptanmasında ortaya çıkar. Fakat bu şekilde ölçü tekrarlamaları en az 4-5 saatte bir olmalıdır.

Gök cisimlerinin etkisi hesaplanabilir de. Hesap şu kısımlarda plânlanır.

1. Gök cisimlerinin (Ay ve Güneş) teorik etkisi; yani katı cisimlerin karşılıklı çekimleri,
2. Yerin deformasyon etkisi,
3. Su kütlelerinin hareketinin etkisi (Su yüzeyinin oynaklığının etkisi yalnız kıyılarda göz önünde tutulabilir. Atmosfer etkisi ise çok küçüktür; ölçülemez.)

Gök cisimlerinin etkisini hesaplamak için kullanılan formül :

$$(\delta g_T)_{Ay, Gü.} = G.f.m_{Ay, Gü.} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{r}{E^3_{Ay, Gü.}} (\cos 2\vartheta_{Ay, Gü.} + \frac{1}{3})$$

genel olarak :

$\delta g_T = (\delta g_T)_{Ay} + (\delta g_T)_{Gü}$ değerleri aşağıda açıklanan terimleri kapsamaktadır :

$$f = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ cgs-sistem}$$

$$m_{Ay} = 7,326 \cdot 10^{25} \text{ g}$$

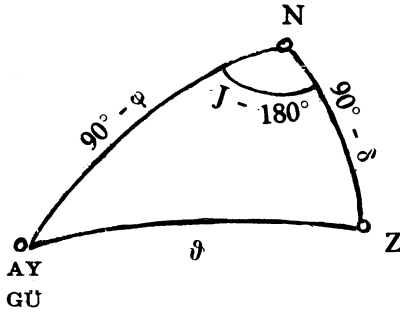
$$\begin{aligned}
m_{Gü} &= 1,985 \cdot 10^{33} \text{ g} \\
E_{Ay} &= 384\,400 \text{ Km} \\
E_{Gü} &= 149\,500\,000 \text{ Km} \\
r &= R = 6371 \text{ Km} \\
G &= \text{Gravimetri Faktörü} \cong 1,20
\end{aligned}$$

Verilen bu değerlere göre :

$$(\delta g_T)_{Ay} = 0,099 \left(\cos 2\vartheta_{Ay} + \frac{1}{3} \right) \text{ mgal}$$

$$(\delta g_T)_{Gü} = 0,045 \left(\cos 2\vartheta_{Gü} + \frac{1}{3} \right) \text{ mgal} \quad \text{olur.}$$

Görüldüğü gibi düzeltme miktarı, yalnız Zenit Açısının fonksiyonudur. Bu da Astronomik Üçgende :



$\cos \vartheta = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cdot \cos (\tau - 180^\circ)$ bağıntısı yardımıyla kolayca hesaplanabilir. Bu bağıntı içerisindeki

$\varphi =$ Coğrafya Enlemi haritalardan çıkarılır.

δ ve τ : Deklinasyon ve Saat Açısı değerleri Yıllık Kataloğlardan alınabilir. Bu değerlere göre, bir bölgeye ait bir yıllık eğriler veya tabelalar hazırlanabilir. Ancak bunların hazırlanmasında :

1. Yer in basıklığı (Etkisi % 0,3 kadar),
2. Ay ile yeryüzü arasındaki uzaklık değişimleri (etkisi — % 17 den + % 22 ye kadar),
3. Güneşle yeryüzü arasındaki uzaklık değişimleri (etkisi \pm % 5 kadar) ihmâl edilmektedir. Fakat çok kesin hesaplarda uzaklık değişimlerinin etkileri göz önüne alınmaktadır.

REJYON ALANIN ETKİSİ :

Yerçekimi anomalileri, örttüğü alan göre : 1. Dünyasal, 2. Kıtasal, 3. Ülkesel, 4. Bölgesel anomalileri diye kısımlara ayrılır.

Dünyasal anomalilerinin nedeni, büyük tektonik kütlelerin oluşumlarının çeşitli liginde ve kıtalarla okyanusların yapılarındaki aykırılıklarda arana-

bilir. Kıtasal ve ülkesel anomalileri ise, yer kabuğunun orta katlarındaki düzensizlikten doğmaktadır. Lokal anomalilerin nedenleri, yer kabuğunun üst yüzündeki yoğunluk farklarından çıkarılmaktadır.

Uygulamalı gravimetri, hemen hemen büsbütün lokal anomalilerle uğraşır. Fakat lokal anomalilerin değerleri, çoğu zaman derindeki kütlelerin etkileri içinde kaybolur. Yani yerçekiminin ifadesi büsbütün Kıt'asal ve ülkesel anomalilerinde kendini bulur; öte yandan klokal anomaliler yalnız izogamların hafifçe dalgalanmasına sebep olabilirler. O halde bölgesel tedirgenlerin saptanması, ancak yerçekimi anomalilerinin içinden Kıt'asal ve ülkesel anomalini çıkarabildiğimizde olanak kazanır. Bu "kalıt alan" (Alm: Restfeld, İng: residual field) ileriki bütün hesaplara artık temel teşkil edecektir.

Kıt'asal ve ülkesel alanının nedeni belli ise, yahutta bunun için esaslı tahminler ileri sürülebiliyorsa, onun durumunu ve formunu karşılayan bir jeolojik indirgeme uygulanabilir. Fakat genel olarak Kıt'asal ve ülkesel alanın nedeni belli değildir. Bu halde ise izogam şemasından yerçekimi dağılışına ait büyük çapta bir kurallar zinciri çıkarmak denenmelidir.