

# Derin Özdirenç Yöntemlerinde Değerlendirme Çekme-time Etkisi

## Hoşlukları:

Dr. Ahmet ERCAN (\*)

### ÖZET:

Çok katmanlı derin görünür özdirenç grilerinin çakıştırma ya da bilgisayarlarla parçak değerlendirilmesinde, alt katmanların eğri kanatların özdirençlerinin küçüklük ya da büyüklüğüne göre aşağı çekmesi ya da yukarı itmesi katman özdirençlerinin olduğundan ayrı bakılmasına neden olur.  $p_i(r)$  özdirenç eğri kanatlarının eğimi  $P_{i+1}/p_i$  oranının bir değişkeni olmasına karşın, bu eğimle  $h_i$  kalınlığı arasında bir ilişki yoktur,  $h_i$  kalınlığını etkileyen temel öğe  $p_i$  özdirençtir. Bu nedenle bir önceki katmanlı yapıya göre  $p_i$  değeri aynı katman kalınlığına da okluğundan küçük ya da büyük bulunmasına neden olur.

Üç katmanlı ortamlar için Ebert eşdeğerlik ilkesi  $h_i$ ,  $b$ , ve  $f$ 'sine çekme-itme etkisinden arınmasına yardımcı olsada,  $p_i$  yanlıgılı değerler alabilir. Çok katman eğrilerinin değerlendirilmesinde çekme-itme etkisinden arınmasının tek çaresi eğrilerin parçaları değil tam çakıştırma olmasıdır.

### ABSTRACT

Resistivity distribution in layered structures and thicknesses manipulate the slopes and the lengths of the Hanks on tile earth's response - function (Le., apparent resistivity curve). Although\* the slope and the length of each flank is primarily controlled by the  $p_i$ ,  $h_i/p_i$  and the thickness  $h_i$  together they are under considerable influence of the underlying layer (sVs resistivity(ies) if the  $h_i$  thickness is about two times smaller than the thickness of the following layer,  $h_{i+1}$ . In this respect, if  $h_i$  is small enough and  $p_{i+1} < P_{i+2}$ , then the slope increases counterclockwise and\* therefore this results with overdetermination of  $p_i$ . Otherwise,  $p_{i+1} > p_{i+2}$  then tile slope decreases clockwise which causes an underdetermination for  $p_i$ . The first of these conditions is named as the push and the second is called as the pull effect, in the resistivity interpretations (D.C. or A.C.). The determination of the overlying layer's thickness  $h_i$  is independent of the  $p_i/p_{i+1}$ 's slope however changes enormously in case if  $p_i$  is determined in some equivalence range. So that all interpretation techniques these of which utilize the curve matching principle bears the pull and push effect and therefore the error accumulates through the interpretation beginning from surface layers to the substratum.

Although In a three - layered earth case such an effect is reduced and  $h_{i+1}$ ,  $h_j$ ,  $p_2$  are calculated satisfactorily by using the Ebert equivalence technique, reliance is not in an acceptable range for a multilayered media. However, the true solution is still available if a complete (not partial) match to the field curve is succeeded.

(\*> Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Kürsüsü, Teşvikiye - İSTANBUL

## 1. GİRİŞ

Çok katmanlı ortamlar üzerinde yapılan yüzey özdirenç uygulamalarında elde edilen  $P_s(r)$  görünür özdirenç eğrilerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan en Önemli sorun değerlendirmelerle, gerçek ortamın uyarsızlığıdır. Bu uyuşmazlığın kökeni değerlendiricinin becerisine değil, katman araldanması içinde bir ya da birden çok katmanın toç^jmeği, Şe alt katmanların etkilerini, Önceki eğri kanatları üzerinde göstererek ya eğriyi aşağıya çekerek dana iletken katman, ya da yukarı iterek daha dirençli katman izlenimini verir.

e, (r) görünür özdirenç eğrisinin bilinen PI değeriyle, spl uçtan başlayıp yardımcı iki ya da üç katman taslak eğrilerini kullanarak sağ uca (son katmana) değin parça parça değerlendirilir. Bu aşamalarda, bir parçaya eğilindiğinde önceki adımdaki bulgular kullanılacağından yanılığın sonuçları her adımda birbiri üzerine yığılarak onulmaz ayrıklık yorumlarına yol açacaktır.,

İnce katmanlarda çekme - itme etkisi en çok o katmanın özdirencini etkiler. Bu etki kalınlık üzerinde göreceli olarak daiha azda\*. Bir kanadın çekme - itme sorunundan en az etkilendiği parçası ilk 1/3 lük bölümüdür.

Soruna görsel açıklık ve kanıt getirmek için Orellena ve Money (1966)'in dört katmana değin üretmiş Olduğu eğri kümelerinden .çeşit)! ince katman durumları için oba, oba eğriler seçilmiştir. Bu esriler çekme ve itme yönleri, ortam birimlerine etkileri yönlü yaylar ile görselleştirilmiş, yanılığın nerede, neden, ne ölçüde yapıldığı açıklanmıştır (Ercan, 1970). Aynı konu bilgisayarda eğri üretmek bir kaç tür eğri üzerinde sınıanmıştır (Türer, 1979). Şunun yanı sıra, Türer (1979) esdeğerlik ilkesi ve çekme-itme etkisi arasındaki girişimleri örneklerle belirtmektedir.

## 2. ÇOK KATMANLI ÖZDİRENÇ EĞRİLERİNİN ÖZELLİKLERİ

### 24. }K} K4TM4NLI DUBUM :

İM -ka|man eğrilerinin eğik ilk kanadının eğimi birinci ile i&fnci katmanların özdirenç oranlarının bir değişkenidir, t&i lcatman arasında^ sının^ K yansıma katsayısının büyümesi ile eğim + 1 rahvana değin artar, azalmağı ile Jşe mutlak değerce — \ Badyandan daha büyük açılara değin küçülür.

örtü (üst katman) kalınlığının eğrinin eğik ilk kanadının eğimi üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Ancak ikinci katman fcalılaştıkça, hı ve P% nin saptanma duyarlılığı artar. Yansıma katsayısının çok büyük (K = 1) ya da çok küçük (K = -1) olduğu durumlarda, her özdirencölçümünde beklenen % 5 lik yanılığın nedeniyle, eğrinin gerçekten sapma olasılığı beklendiğinden, ikinci katmanın özdirencinin ve Örtü katmanının kahnhğınm seçilirUğı azalır. Diğer bir deyimle hı ve PH nin yanılığın saptanma olasılığı artar. Ne varki, bu yöntemden değil doğru akını özdirenç ölçümlerinin özelliklerinden ve taslak ortam davranışından kaynaklanan bir sorundur.

### 2X ÜÇ KATMANLI DURUM :

Aynı sorun çok katmanlı ortamlar içinde benzer düşünce ile ^dilenebilir. Son katmanın sonsuz 'kalın olduğu üç katmanlı ortamlar Özdirenç dağılımlarıyla göre, geleneksel olarak dört bölümde incelenir.

1. H-türü çukur ejriler ( $P_1 > P_2 < P_3$ )
2. A-türü yamaç eğriler ( $P > P_2 < P_3$ )
3. K - türü. tümsek eğriler ( $P_1 > P_2 < P_3$ )
4. Q-türü iniş eğriler ( $P_1 ? P_3 > P_2$ )

#### 2.2.1. H-türü Çukur Eğriler :

Durağan özdirenç dağılımı için; beklenildiği gibi orta katmanın (ikinci katman) kalınlığı arttıkça görünür özdi-

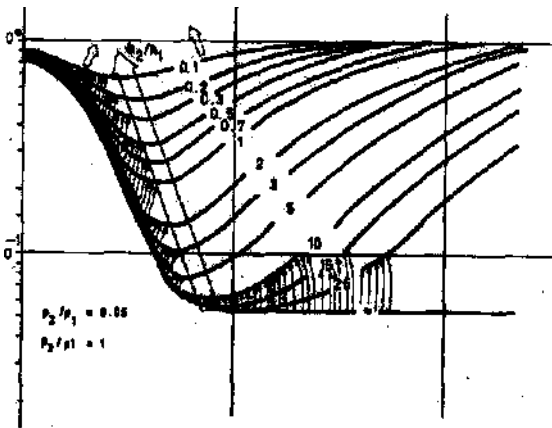
renç eğrisinin eğimi eksi yönde artar (Çizim 1). İİ2 kalınlığının üst katman kalınlığının 2 katından daha büyük olduğu durumlarda, birinci kanadım eğimi  $h_3$  ye bağlı değildir. Bu nedenle artan  $h_2$  değerleriyle eğrilerin eğimleri değişmediğinden ikinci katman Özdirenci  $P_2$  ve ilk katman kalınlığı  $fo_x$  in duyarlı olarak saptanabilmesine karşın,  $h_2$  nin, özellikle, ilk katmandan dana çok incilmesi durumunda, pa ikinci katmanın öz direncini doğru olarak saptamak güçtür (Çizim 1).

H-türü eğrilerde,  $r/h_1 > 10$  ve  $h_2 = \infty$  olduğunda  $P_2$  görünür öz direnci  $P_2$  ikinci katman öz direncine oldukça yaklaşır. Ne varki,  $h_1/h_2$  oranı küçüldükçe,

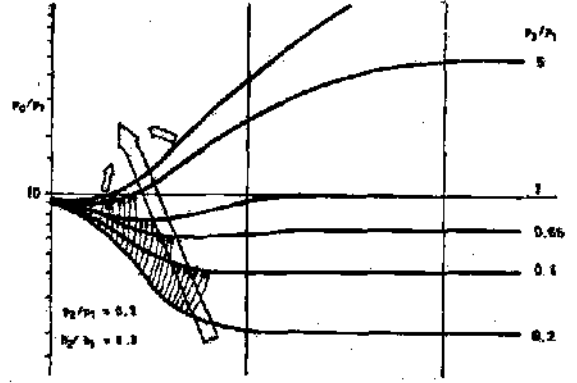
i — Eğrinin çukur noktasına daha küçük açılımlarda ulaşılır.

ii — Eğrinin birinci (inen) kanadına, üçüncü katmanın öz direnci  $P_3$  artan oranlarda etkiler. Bu etki eğrinin dana çabuk dönmesine ve eğiminin gerçekten sapmasına neden olur (Çizim 2). Aynı ikinci -katman kalınlığı için,  $h_2^2/h_1$  durumunda üçüncü katmanın öz direnci arttıkça birinci kanadın eğimi azalır.

ili —  $h_1$  üst -katman kalınlığı, olduğundan biraz ince ya da tam ve buna



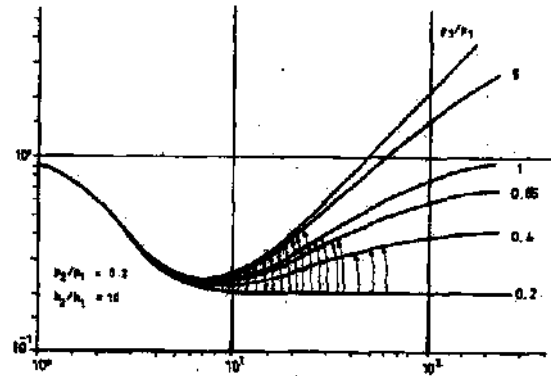
Çizim 1 — H-türü eğrilerde aynı Öz direnç kesiti için ikinci katman kalınlıkları değişiminin ilk kanat üzerindeki etkisi  $h_2/h_1 < 2h_1$  durumunda gözlenir.



Çizim 2 — H-türü eğrilerde, ikinci ara katman kalınlığının üst katman kalınlığının iki katından küçük olduğu durumlarda, ilk kanat üst katman Öz direncinin denetimi altına girerek  $p_2$  On artmasıyla eğimi azalarak bükülür. Bu nedenle ikinci katman öz direnci doğrusuz olarak saptanır.

bağlı olarak  $P_2$  olduğundan daha büyük (daha yalıtkan) olarak saptanır. Bu etkilerin kökeni üstteki katmanın inceliği nedeniyle, üçüncü katman etkisinin erken görünmesidir.

öz olarak;  $h_2$  nin üçüncü katman etkisini örtecek değin ( $< 2h_1$ ) "kalın olmaması durumunda görünür öz direnç eğrilerinin ilk kanatları üçüncü katmanın etkisiyle değişime uğrar; İn Önemli



Çizim 3 — H-türü eğrilerde, İkinci katman kalınlığının birinci katman kalınlığının iki katından büyük «Anası durumunda» üçüncü katman öz direncinin ilk kanat üzerinde etkisi yoktur.

düzeyde etkilenmemesine kargın  $\approx 2$  büyük olarak saptanır (Çizim 3). Güvenli çözüm; aynı eğimli ilk kanatla simgele- nen  $h_a > 2h_1$  koşulu altındaki özdirenç dağılımları için elde edilir, üçüncü katmanın özdirenci büyüdükçe  $p_2$  nin saptanma duyarlılığı azalar.

## 222. A-türü yamaç eğriler:

Aşağılara indikçe özdirenci yükselen katmanlar, küçük tümseklerle yükselen biçimde görünür özdirenç eğrilerden ayırt etmek çoğunlukla güçtür, özellikle küçük birinci/ikinci katman özdirenç oranları için, ikinci katman kalınlığı  $h_2$ , birinci katman kalınlığı  $h_1$  den en az 5 kat büyük olmadıkça ikinci katmanın belirlenmesine olanak yoktur (Çizim 4, 5).

İkinci/birinci katman kalınlık oranlarının büyük olduğu koşullarda ( $h_2/h_1$ ),  $PZ$  üçüncü katman özdirencinin birinci kanat Üzerinde etkisi yoktur (Çizim 6). Bu etki, ancak açılım değeri  $r$  lüti yaklaşık  $5h_1$  olduğu uzaklıklarda eğri Üzerinde belirginleşmeğe başlar. Ne varki, ikinci katmanın birinciye göre ince olması durumunda ( $h_2 < 5h_1$ ) bu oran küçüldükçe üçüncü katman özdirencinin, eğrinin birinci kanadı üzerindeki etkisi artar (Çizim 7). Diğer bir deyimle  $h_2/h_1$  küçüldükçe,

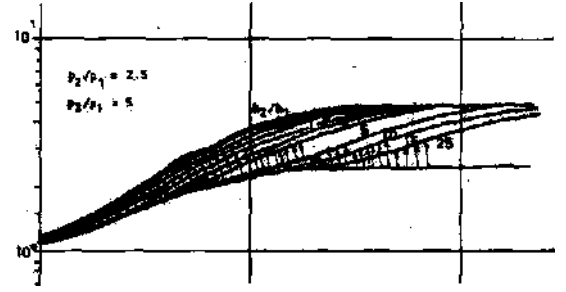
i — Birinci kanadın eğimi (+) yönde artar ve ikinci katmanın  $P_2$  Özdirenci olduğundan büyük,

ii — Birinci katmanın kalınlığı olduğundan kalın bulunur,

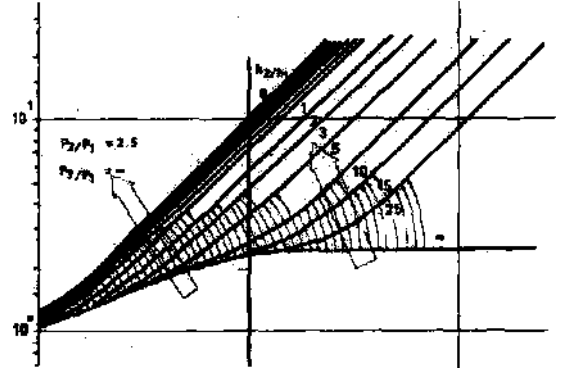
İii — üçüncü katmanın Özdirenci, eğrinin eğimini + yönde arttırdığından,  $f > 3$  (büyüdükçe  $P_2$  olduğundan büyük ve  $h_1$  olduğundan büyük olarak bulunur.

özetle, A-türü özdirenç dağılımlarında  $h_2/h_1 < 5$  olduğunda, görünür özdirenç eğrisi üçüncü katmanın etkisindedir. Bu koşullarda, bu kanat ikinci katmanın gerçek özelliklerini yansıtmaz, anıstınr.  $h_2 > 5h_1$  durumlarında,

ilk kanat eğimi tüm  $h_2$  ve  $p_2$  değerleri için aynıdır. Bu sınır Üzerinde yer alan eğriler aynı eğimle yukarıya kaydıklarından,  $h_1$  ilk katman kalınlığı ve  $P^*$  orta katman özdirencini duyarlı olarak yansıtırlar.



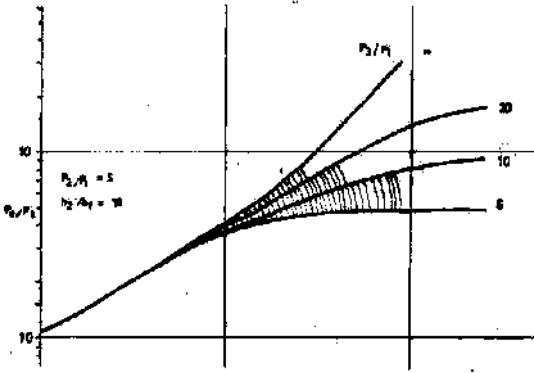
Çizim 4 — A-türü eğrilerde durağan bir özdirenç dağılımı için değişen  $h_2/h_1$  oranının görünür özdirenç üzerindeki etkisi.



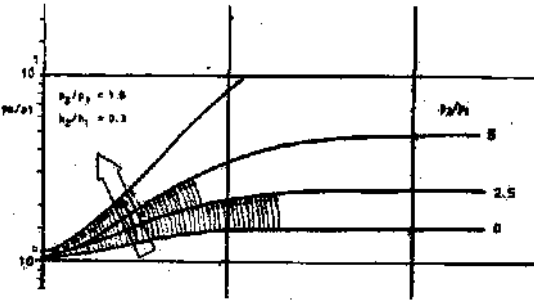
Çizim 5 — A-türü eğrilerde durağan bir özdirenç dağılımı için  $h_2/h_1$  oranının görünür özdirenç üzerindeki etkisi

## 2.2.3. K-türü tümsek eğriler :

Ortada, alt ve Üsttekinden daha dirençli katman içeren dağılımlara verilen özel addır. Bu tür eğrilerde yükselen ilk kanat ancak orta katmanın sonsuz kalın ya da sonsuz dirençli olması durumunda +1 radyana değin büyür. Ne varki, orta katman birinci katmanın özdirencinin yaklaşık 10 katma iye olduğunda, kalınlığı ( $h_2$ ) birinci katma-



Çizim 6 — A-türü grilerde ikinci katmanın birinci katmana göre kaim olması durumunda, üçüncü katman özdirençinin  $p_3$  (T) görünür özdirenç e $\xi$  ilk kanadı üzerinde etkisi yoktur.



Çizim 7 — A-türü eğrilerde ikinci katman, birinci katmanın S katından ince ise, görünür ösdirenç eğrisinin ilk kanadı üçüncü katman özdirençinden etkilenir.  $p_3$  arttıkça kanadın eğimide artar.

ran 2 katı olsa bile yine söz konusu kanat  $45^\circ$  lik sonuçmaza (asimtot) yaklaşır (Çteim 8). Çeşitli ifcmci/birinci katman kalınlık oranları küçüldükçe 1 râdyanük doğrudan ayrılma Üçüncü katmanın azalan özdirençine koşut olarak cabuklaşır (Çizim 6 ve 9). Dolayısıyla, ikinci katman ve denli kaim ve üçüncü katman ne denli dirençli ise birinci kanadın doğrusal uzunluğu da o denli uzun olur. Ancak ikinci durumda birinci kanat eğimi ve eğriselliği üçüncü katman denetimfridedir.

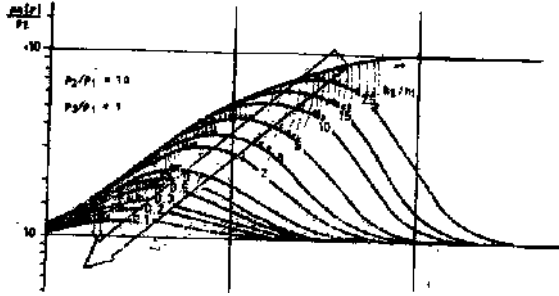
Böyle bir Özdirenç dağılımında  $h_2 > 2h_1$  olması durumunda, tüm üçüncü kat-

man özdirenç değerleri için ilk kanadın biçimi ve eğimi  $r$  açılımı  $h_1$  birinci katman kalınlığının yaklaşık 5 katı olasıya değin değişmez. Aynıdır. Bu açılmadan sonraki açılımlarda eğriler üçüncü katman özdirençine uyarlı olarak saçılırlar (Çizim 10). Diğer bir deyimle\* K-türü özdirenç dağılımlarında ikinci katman birinciye göre en az 2 kat kalın oldukça üçüncü katman özdirençinin İlk kanat üzerinde  $r/h$  nin 0,5 aralığında önemli bir etkisi yoktur.

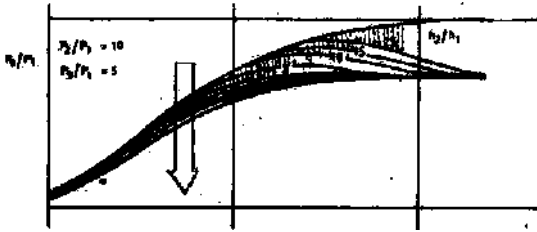
Bu koşullarda, iik kanat eğiminin durağanlığı  $h_1$  ilk katman kalınlığının ve  $P_2$  ikinci katman özdirençirün duyarlı olarak saptanmasına olanak tanır.

Ne varki, ikinci katmanın birinci katmanın kalınlığının iki katından küçük olması durumunda, ilk kanadın eğimi üçüncü katman özdirençine  $p_3$  ün denetimine girer. Bu sorun, kimileyin ikinci katman gözden kaçırılabilir boyutlara değin büyür (Çizim 9). özdirençte ince katman sorunu diye bilinen bu konu Özellikle  $p_3/p_2$  nin 0,55 ten küçük olduğu durumlarda onulmaz yanılığlarla sonuçlanır.  $h_2/h_1$  in küçük oranları için ( $h_2/h_1 < 2$ ) aynı  $p_f^*$  değeri ve çeşitli PS fax değerleri için saptanan eğri demetlerinde saçılma çok küçük açılımlarda 'baslar ( $s_r/h_1 = 3$ ). Ancak, ne varki bu açılmadan daha küçük açılımlarda bile birinci kanadın biçim ve eğimi üçüncü katman özdirençinden Önemli oranda etkilenir. Böyle bir durumda,  $p\%$  ün sonsuz büyük olması  $h_1$  kalınlığının olduğundan büyük bulunmasına ve ikinci ince katmanın sezinlenememesine yol açar.  $p_3$  ise  $P\%$  gifoı, ancak olduğundan daha az dirençli' olarak saptanır. Bununla birlikte  $P_3$  ün küçülmesi etkiyle ilk kanadın eğimini düşürür. Bunun koşutunda  $h_1$  olduğundan kalın ve  $P_2$  olduğundan daha küçük olarak saptanır ve  $n_i P_2^k < 0,55$  olmadıkça üçüncü katman belirleme olanağı yoktur (Çizim 11).

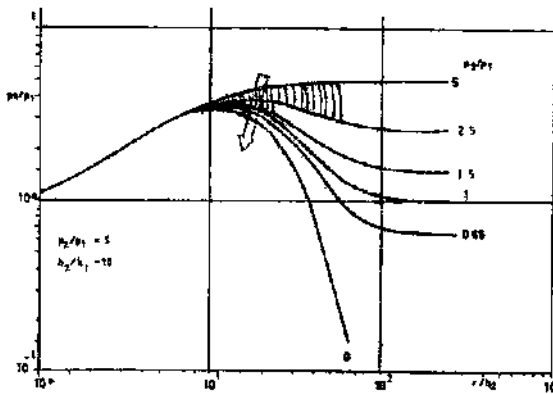
öz olarak, ikinci katmanı akıma karşı daha dirençli ancak ince olan ortamlarda, ilk yükselen kanadın eğim ve biçimi üçüncü katmanın denetimindedir. Bu nedenle eğrinin eğimi olduğundan az, bükülmesi daha çabuk ve dolayısıyla belirlenen  $h_1$  ve  $\delta$  sırası ile olduklarından daha kaim ve daha az dirençli olarak gözlenir.



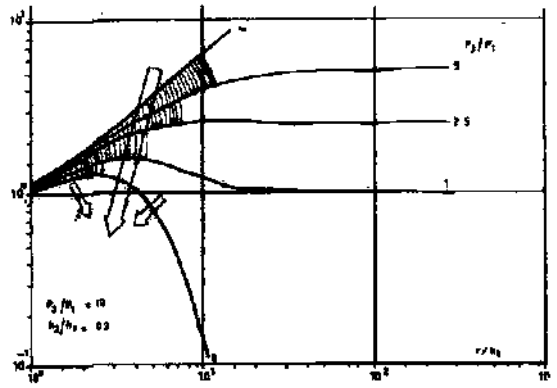
Çizim 8 — K-türü özdirenç dağılımlarında, durağan özdirenç kesiti için değişen orta katman kalınlığının eğri biçimlerine etkisi.



Çizim 9 — K-türü özdirenç dağılımlarında, durağan özdirenç kesiti için değişen orta katman kalınlığının eğri biçimlerine etkisi.



Çizim 10 — Üçüncü katman özdirençinin birinci kanat eğimi üzerine etkisi.



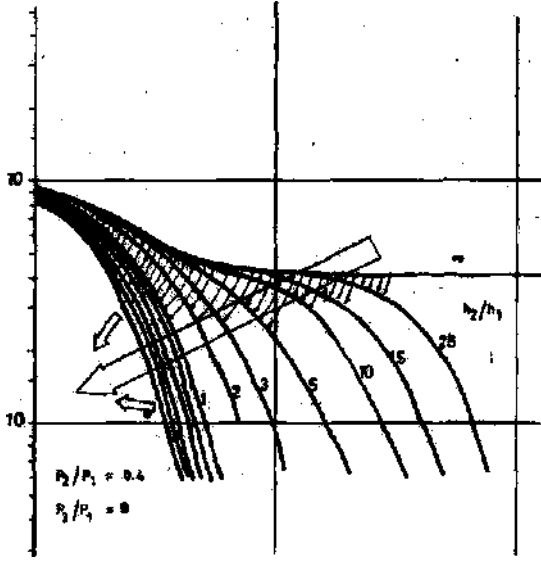
Çizim 11 — K-durumu özdirenç dağılımlarında ince ikinci katmanın küçük açılımlarda çeşitli âsıncıl katman özdirenç değerleri için görünür Özdirenç eğrilerinde yaptığı şaşılma ve ilk kanattaki eğime etkisi.

#### 2.2.4. Q-türü İniş eğriler :

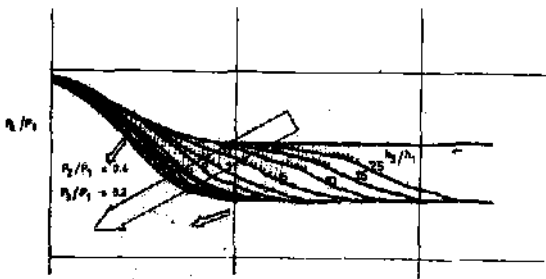
Aşağılara indikçe özdirenç azaldığı ortamları simgelerler. İkinci katman birinciden 5 kat ya da daha çok kalın olmadıkça üçüncü katmanın görünür özdirenç eğrileri üzerinden seçilmesi güçtür (Çizim 12 ve 13).  $h_2/h_1 > 5$  durumlarında üçüncü katman özdirenç ve ikinci katman kalınlığı ne olursa olsun ilk kanat eğimi ve biçimi yaklaşık  $r/h_1 = 0.5$  uzaklığına değin aynı  $r/h_1$  oranı için aynidir (Çizim 13 ve 14). Eğrilerde şaşılma  $r/h_1 > 5$  olduğu uzaklıktan başlamak üzere üçüncü katman özdirenç denetimine girer. Bu nedenle  $h_2/h_1 > 5$  ve  $r/h_1 < 5$  olan parça içinde tüm  $P_3$  değerleri için  $h_1$  ilk katman kalınlığı  $\sqrt{P_2}$  ikinci katman özdirenç duyarlı olarak saptanır.

Ne varki ince ikinci katman sorunu Q türü dağılımlarda önkelerine göre daha önemli bir yer tutar. Açıkça,  $h_2/h_1 < 5$  ise ikinci katmanı sezinleme olanğı yoktur (Çizim 13 ve 15).  $h_2/h_1 < 5$ , Q türü eğrilerde ince katman sorununu tanımlar. Bu orandan küçük değerlerde,  $P_3$  değeri küçüldükçe ilk kanat üzerinde etki artar ve dağılım demeti görecen açılır. Diğer bir deyimde  $P_3$  değeri küçüldükçe ilk kanat gerçek eğimhv

den sapor ve mutlak değerce artar (Çizim 15). Bu koşul altında  $h_1$  olduğundan büyük saptanmasına karşın,  $H$  olduğundan daha küçük olarak saptanır. Diğer bir deyimle, aslında  $*_3$  diye saptanan değer  $P_3$  ün ta kendisidir,  $p_a$  gözden kaçırılır. Bu nedenle  $h_1$  diye saptanan değer gerçekte yaklaşık  $h_x + h_2$  dir.



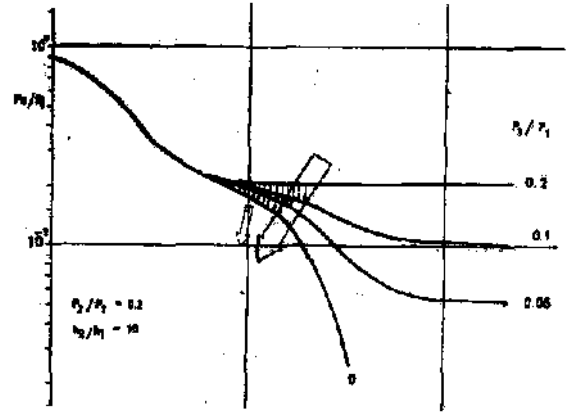
Çizim 15 — Q-türü öz direnc dağılımlarında katman kalınlıklarının görünür öz dirence eğrisindeki etkileri  $h_2/h_1 > 5$  olmadıkça İkinci katmanın belirlenme olanağı yoktur.



Çizim 13 — Q-türü dağılımlarda, dengen ikinci katman kabnlıdant için görünür öz dirençteki degiginler.

### 2.3. DÖRT KATMANLI ORTAM :

Katman sayısı arttıkça incelenmesi gereken koşullar çoğullaşır. Konuyu



Çizim 14 — Üçüncü katman dzdhd-endnln birinci kanat eğrisi üzerine etkisi

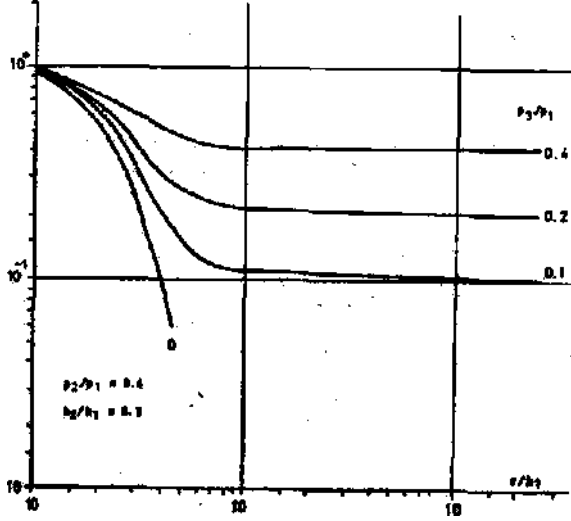
yaygınlaştırmamak ve irdeleme boyutlarını taşınamak için bunlardan en belirgin olanlarından örnekler verilerek sorun görselleştirilecektir.

üç katmanlı ortamlarda ilk kanadı etkileyen öğeleri irdelerken H-, A-, K- ve Q- türlerinde birleşilen ortak nokta ince katman sorunu idi. Yine yukarıda sözü edildiği gibi ince katman tanımı ve göreceli kalınlığı, üç katmanın öz direnc donanımlarına göre değişir.

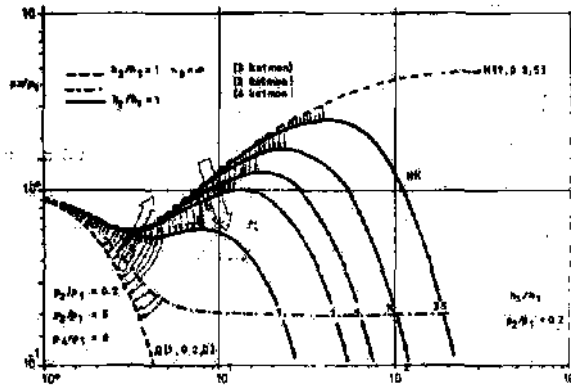
Çizim 16 da  $p_j/p_1 = 0.2$ ,  $H/p_2 = 5$ ,  $h_2/h_1 = 1$ ,  $h_3 = 0.5$  kesikli ciagi ile gösterilen H-türü üç katman eğrisi ve aynı üst katman birimlerinin yanısıra  $H/p_1 = 0$  ve  $h_3/h_1$  in çeşitli oranları ile simgelenen HK türü ( $p_1 \leq p_2 < H > p_3$ ) eğrileri verilmektedir. Dördüncü katmanın, ilk iki katmanının özelliklerini simgeleyen birinci kanat üzerinde hiç bir etkisi yoktur. Dördüncü katmanın etkisi ancak ikinci kanat üzerinde görülür. Bu etki  $h_3/h_2$  oranına l'e yakın olduğu koşullarda en çok görülür. Kİ bu durumda kanat gerçek eğimine ulaşmadan üçüncü katman etkisiyle sönümlenir. Bu nedenle, bu kanadın değerlendirilmesi  $p_j$  ün olduğundan küçük ve  $h_3$  nin olduğundan ince olarak saptanmasına neden olur. Ancak  $h_3/h_2$  oranı büyüdükçe (üçüncü katman kalınlıklaştıkça) ikinci kanat gerçek eğimine daha çok

yaklaşır ve  $P_3$  ve  $h_2$  nin belirlenme duyarlılığı artar,  $h_2/h_1$  İn çeşitli oranları için ikinci katmanın gerçek eğimine en çok yaklaşan parça, her eğrinin ikinci kanadının ilk yarısıdır.

HA-türü  $(P_1 > Pa < PS^* p^*)$  eğrilerde ise üçüncü katman kalınlığı ikincinin 10

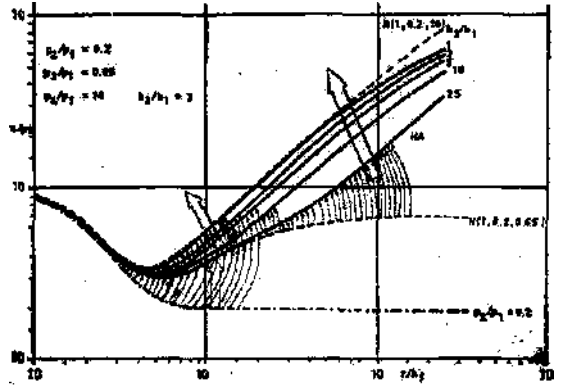


Çizim 15 — Q-türü eğrilerde kofa  $< 5$  İse ince katman soruna doğfar. Bu durumda  $P_3$  azaldıkla İlk kanattaki eğim-yonde artar.  $h_2$  olduğundan büyük ve  $Pa$  olduğundan küçük olarak saptanır.



Çizim 16 — H-türü üç katmanlı öz direng eğrisiyle  $(p_a/p_j = t_{aps}p^i - S, h_j/h_j = 1)$ , HK-türü dört katman eğrilerinin, çeşitli  $h_2$  değerleri karşılaştırması.

katından büyük olduğu durumlarda ( $h_2 > 10h_1$ ) dört katmanlı eğrinin ikinci kanadı, üç katmanlı eğrinin üçüncü kanadı ile çakışır. Ne varki üçüncü katman inceldikçe ( $h_2 < 10h_1$ ) ikinci kanadın eğimi artarak gerçek eğiminden ve belirleyici biçiminden uzaklaşır. üçüncü ince katman sorunu adı vereceğimiz bu koşulda  $P_3$  olduğundan büyük,  $h_2$  ise olduğundan kalın olarak saptanacaktır.  $h_2 < 10h_1$  olduğu ince üçüncü katmanlı HA ortam eğrilerini, üç katman H eğrilerinden ayırma olası değildir, üçüncü katman inceldikçe yapılması kaçınılmaz olan  $h_2, P_3$  ü saptamadaki yanılğı oranı artar. Son katmanın üstteki katmanlara göre çok yalıtkan ve kalınlıkları toplamı ince işe -birinci katmanın son 1/3 ü parçası dördüncü katman denetimine girerek beklenenden önce yukarıya kıvratabilir. Her koşul altında birinci kanadın 2/3 lük bölümü dördüncü katman etkisinden özgürdür (Çizim 17).



Çizim 17 — H-türü üç katman eğrisiyle, aynı üst katman birimlerini içeren HA-türü dört katman eğrisinin çeşitli  $h_2$  değerleri katman kalınlıkları için karşılaştırılması.

KQ-türü  $(P_1 < P_i > p_z > P_i)$  dört katman eğrilerinde, üçüncü katman kalınlığı ikinciye göre büyük olduğunda  $(h_2 > 25h_1)$  dört katman eğrisinin ikinci kanadı aynı birimleri içeren üç katman eğrisinin ikinci kanadı ile

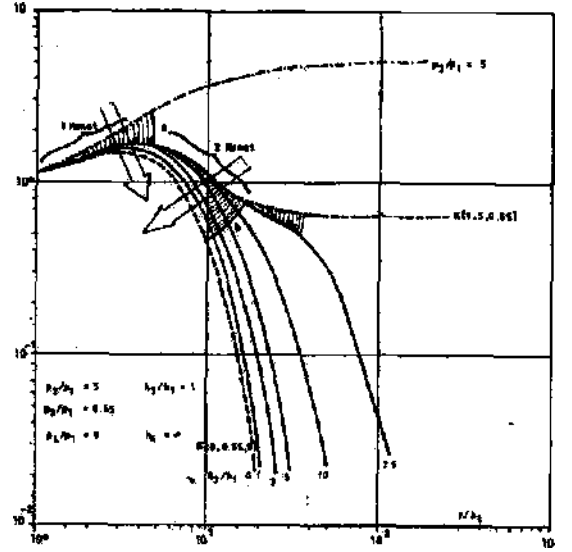


tümüne çakışır. Bu çakışma  $h_2$  ve  $p_3$  ün duyarlı olarak belirlenmesine neden olur. Ancak Üçüncü katman incelidikçe  $p_3$  üçüncü katman kalınlığı olduğundan küçük, ha İkinci katman kalınlığı olduğundan büyük olarak saptanır, üçüncü katman incelidikçe  $h_2$  ve  $P_3$  de yapılan yanlışlar koşut olarak artar. Dördüncü katmanın ikine! kanat üzerinde yaptığı değişiklik b yayı ile gösterilirken (Çizim 18), a yayı ile gösterilen kayma hemen tümüyle daha iletken üçüncü katman etkisiyle oluşur, üçüncü katman kalınlığı  $h_3$  Ün, İkinci katman kalınlığı  $h_2$  den 10 kattan daha az büyük olması durumunda dört katman eğrisi biçim bakımından bir üç katman eğrisini andıracağından, üçüncü katmanın özellikleri gizli kalacaktır.

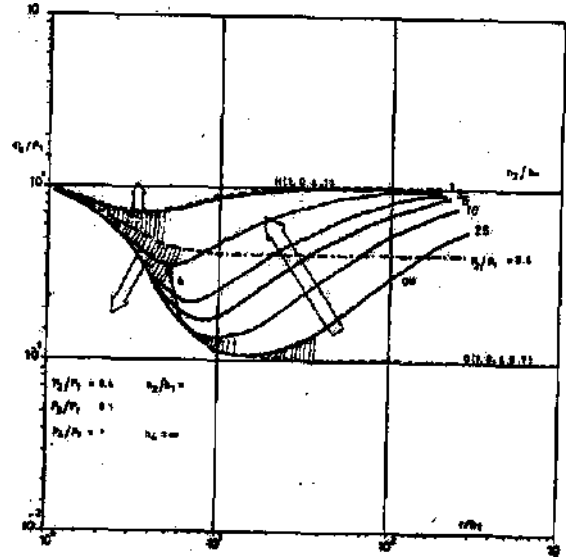
QH-türü ( $p_2 > P_2 > P_3 \wedge p^*$ ) dört katman eğrilerinde  $h_1$  ve  $h_3$  toplamı  $h_3$  den küçük olmadıkça dördüncü katmanın etkisi birinci katman üzerinde izlenmez, üçüncü katmanın kaim olduğu koşullarda ( $h_3 > 25h_1$ ) dört katman eğrisinin ikinci kanadı üç katman eğrisinin ikinci kanadı ile tümüyle çakışır, üçüncü katman incelidikçe  $P_3$  olduğundan foüyük ve  $h_3$  olduğundan küçük olarak saptanabilir.

özellikle  $h_3/h_2 < 10$  olduğu ince üçüncü katman durumunda QH dört katman eğrisinden Üçüncü katmanı sezinlemek güçtür. Böyle eğriler çoğunlukla H türü Üç katman eğrisi gibi değerlendirilir (Çizim 19).

Derinlere indikçe öz direncin küçüldüğünü simgeleyen QQ türü ( $P_1 \gg P_2 > P_3 \wedge P^*$ ) eğrilerinde birinci kanat dördüncü katman etkisine hiç' bir koşul altında girmez. Diğerlerine benzer biçimde  $h_3$  ün kalın değerleri için ( $h_3 > 15h_2$ ) dört katman eğrisinin ikinci kanadı üç katman eğrisinin İkinci kanadıyla bire bir çakışır. Bu durumda gerek  $P_3$  ve gerekse  $h_2$  duyarlı olarak bulunur. Ancak üçüncü katman incelidikçe ikinci katmanın eğimi eksi yönde artar ve bu olay  $h_2$  nin

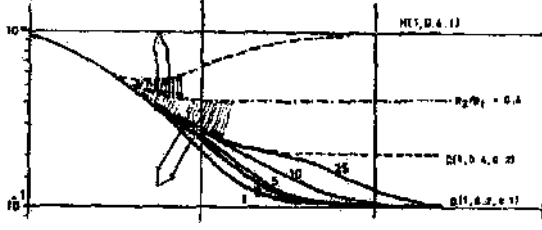


Çizim 18 — K-türü fiki katman ve KQ-türü dört katman eğrilerinin  $h_3$  kalınlıkları için kanat üzerinde yaptıktan değişiklikler.



Çizim 19 - QH-türü dört katman esrilerinde İncelen üçüncü katman kalınlığıyla ikinci kanadın eğiminin aawlmam ve özelliğini yitirmesi.

oldüğundan büyük,  $P_3$  Ün ise olduğundan küçük olarak saptanmasına yol açar. Böyle dağılımları,  $h_3 > 10h_2$  olmadıkça Q-türü eğrilerden ayırt edebilme olanağı yoktur (Çizim 20).

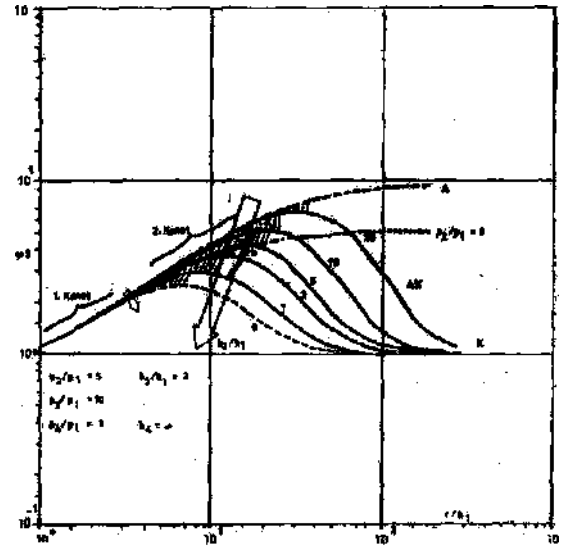


Çizim 20 — QQ-türü eğrilerde ikinci kanadı emmine etkileyen üçüncü katman kalınlıkları isin e $\xi$ iminde görülen sapmalar (b).

AK-türü  $fa < P_2 \ll P_3 > pi$  dağılımlarında üçüncü katman kalınlığı  $h_3$  ikinci katmandan en az 15 kat kalın ise, görünür özdirenç eğrisinin ikinci kanadı üç katman eğrisinin ikinci kanadına tümüyle çakışır. Bu durumda  $hs$  ve  $PS$  duyarlı olarak saptanabilir. (Eğer birinci kanat etkisiyle özgün durumundan uzaklaşmamış ise). Ancak üçüncü katman inceldikçe, dördüncü katman özdirenci kanadı aşağı doğru eğerek eğiminin ve boyunun küçülmesine yol açar. Etkiyle eğim değiştirmiş bu kanadın değerlendirilmesi  $p_3$  ün olduğundan küçük  $h_2$  nin olduğundan kalın olarak saptanmasına neden olur. Bu yanılgıların yanısıra  $h_3 < 15h_2$  olduğunda dört katmanlı AK eğrisini, aynı üst katman değerleriyle donanan üçüncü katmanı olmayan bir K eğrisine yaklaşıp (Çizim 21).

AA-türü eğrilerde  $fa < p_2 < P_2 < P_4$  durum biraz daha karmaşıktır, üçüncü katmanın çok kalın olması durumunda, üç katman A (1,2,5,5) eğrisinin ikinci kanadı ile dört katman AA eğrisinin ikinci kanadının tümüyle çakışmasına karşın, üçüncü katman inceldikçe dördüncü katman bu kanat üzerindeki etkisini arttırarak eğimi büyültür. Bu nedenle Üçüncü katmanı ince olan dört katman eğrilerinde  $f_3$  olduğundan büyük ve  $fo_2$  ise olduğundan kaim olarak saptanır.  $h_3/h_2 > 15$  olmadıkça AA dört katman eğrisini, A üç katman eğrisinden ayırmak güçtür (Çizim 22).

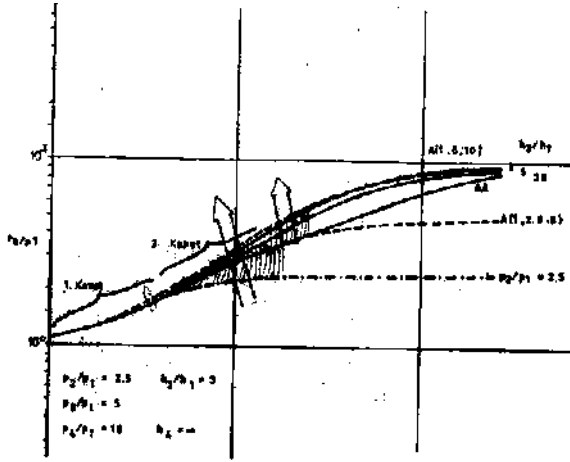
KH-türü  $fa < P_3 > P_3^{\wedge} H$  dağılımlar oldukça anlamlıdır, t $\xi$ nci katmanın özdirencinin büyük olmasına kargin kalınlığının az olması birinci kanadın olduğundan daha az eğimli görülmesine neden olabilir (Çizim 23). önceki konularda bu konuya ayrıntıları ile inilmiştir.  $ha/ha ? \cdot 10$  oldukça üç ve dört katmanlı eğrilerin ikinci kanatları büyük bir uyumluluk gösterir. Bu koşullar altında  $h_3$  ve  $Pa$  duyarlı olarak saptanabilir. Ne varki incelen üçüncü katman, daha dirençli dördüncü katmanın etkisinin ikinci kanat üzerine yansımına neden olarak eğimi büyüktür. Bu aralıkta saptanan  $P_3$  değerleri olduğundan büyük,  $h_2$  değerleri ise olduğundan incedir.



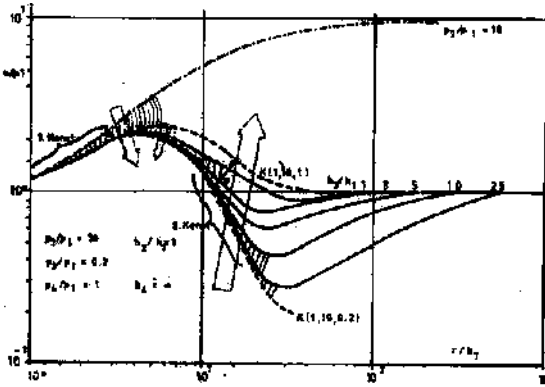
Çizim 21 — AK-türü dağılımı simgeleyen dört katman özdirenc e $\xi$ isinin  $h_3$  asttacü katman incelmesini ikinci kanadını yitirmesi.

### 3. SONUÇ

Değınilegelen konulardan ve örneklerden edinilen temel izlenim şudur; çok katmanlı ortamlarda, herbirinin bir katmanın özelliğini simgelediği görünür özdirenç  $p$ , ( $r$ ) eğrisinin kanatları, asıl bulunmaları gereken çizgilerinden, sırası



Çizim 22 — İncelen üçüncü katman kalınlığı nedeniyle, dördüncü katman etkisinin ikinci kanadın eğimini artırarak hahin olduğundan kaim,  $P_2$  nin olduğundan büyük saptanmasına neden olması.



Çizim 33 — İncelen üçüncü katman eğrisinin KH türü eğiminin ikinci kanadındaki yaptığı denklilikler.

ile, a,b,c,d» yayları değin yukarıya ya da aşağıya doğru kayıktır. Kanatların yukarı kalkmasına ya da inmesine neden olan temel etken, o katmana gelinceye değin yer alan katmanların ve buna ek olarak o kanadın simgelediği katmanın topluca söz konusu katman dilimleri içinde akım akmasını yönlendirmesidir. Kendi içlerinde tekdüze olan çeşitli kalınlık ve özdirenç değerleri ile donanan katmanların birbirlerini etkilemeleri sonucu elektrik akımına belir-

li bir yön vermeleri yalancı yörtbağımlılık (pseudo anisotropy) olarak tanımlanır. Yalancı yönfoağıtalılık özdirenç eğrisinin biçimine etkileyen temel olgudur. Bu tanım ve belirtisi özellikle, yaklaşık ikinci katman kalınlığı  $h_3$  birincinin iki katından küçük olduğu durumlarda ilk kanat Üzerinde a, üçüncü katmanın ikincinin onbeş katından küçük olduğunda ikinci kanat üzerinde b, kesitteki diğer katmanlarda üçüncü ve dördüncü kanat üzerinde oluşturdukları c ve d gibi sapmalarla gözlenirler.

a — Kanadın oturduğu konum; simgelediği katmanın üzerinde yer alan katmanların, içerdiği eğim ise; çoğunlukla simgelediği katmanın kalınlığına  $\langle h_i \rangle$  ve bu katmanın altında yer alan katmanın  $(P_{i+1})$  özdirencine bağlıdır.

Eğer i inci katman i+1 inci katmana göre ince ve  $P_{i+1} > P_i$  ise kanadın eğimi  $p_{i+1}$  ile orantılı olarak yukarıya doğru,  $\langle p_{i+1} \rangle < P$  ise aşağıya doğru bir « açısı değin döner.

b — Eğer i inci katmanın kalınlığı üstteki i-1, i-2, i-3 katmanların kalınlıkları toplamına eşit ya da bundan feüyükse i inci katmanın özdirencinin etkisi tüm bu kanatların eğimlerini etkiler.

c — Her kanadın en az etkilenen parçası, ilk 1/3 lük feölümüdür. Katmanlar arası ilişEa" denetimindeki akım yön\* lenmesi ile doğan görünür Özdirençteki söz konusu değışiklikler, katman dizilerinin birbirlerine göre özdirençleri uyarınca izleyen değerdendirme yanılığlarına neden olurlar.

H türü

İncelen ikinci katman  $P_2$  nin olduğundan büyük olarak saptanır, ikinci katmanın  $h_3$  kalınlığı  $> 2h_1$  olduğunda,

ilk kanat  $P_3$  üçüncü katman öz direncin-  
öen etkilenmez. Diğer bir deyimle birin-  
ci kanat üzerinde çekme-itme etkisi gö-  
rülmez.

#### A türü

İncelen ikinci katman  $p_2$  nin oldu-  
ğundan büyük saptanmasına neden olur.  
 $h_2 > 5h_1$  olması durumunda ilk kanadın  
eğimi  $p_3$  Ue değişmez ve  $f_{ou}$  nedenle  $P_3$  du-  
yarlı olarak saptanır.

#### K türü

İncelenen iknci katman  $P_2$  nin oldu-  
ğundan küçük bulunmasına yol açar.,

$h_2 > 2h_1$  durumunda birinci kanat üze-  
rinde çıkan itme etkisi yoktur.  $h_2 < 2h_1$   
durumunda, birinci kanat üzerinde  $p_a$   
nedeniyle çekme-itme etkisi görülür ve  
 $p_a$  olduğundan küçük bulunur.

#### Q türü

$h_2 > 5h_1$  olmadıkça ikinci kanadın  
seçilmesi güçtür. Q türü eğrilerde  $h_2 <$   
 $5h_1$  koşulu ince katman sorununu doğu-  
rur ve ikinci katman gözden yiter.  $P_3$   
plduf undan küçük ya da  $P_2 = P_a$  gibi sap-  
tanır.

Dört katman eğrilerinde dördüncü  
katmanın ya da görünür öz direncin

	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	$h_3$	$p_3$	$h_4$	$p_4$
<b>H</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2 < 2h_1$ ince	$p_2^* > p_2$				
<b>A</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2 < 5h_1$ ince	$p_2^* > p_2$				
<b>K</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2 < 2h_1$ ince	$p_2^* < p_2$				
<b>Q</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2 < 5h_1$ ince	$p_2^* > p_2$				
<b>HK</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	ince	$p_3^* < p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>HK</b>	$h_1$	$p_1$	ince	$p_2^* > p_2$	$h_3$	$p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>HA</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2^* > p_2$	ince	$p_3^* > p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>HA</b>	$h_1$	$p_1$	ince					
<b>KQ</b>	$h_1$	$p_1$	ince	$p_2^* < p_2$	ince	$p_3^* < p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>QH</b>	$h_1$	$p_1$	ince	$p_2^* > p_2$	ince	—	$\infty$	$p_4$
<b>QH</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	ince	$p_3^* > p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>QQ</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	ince	$p_3^* < p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>AK</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	ince	$p_3^* < p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>AA</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	ince	$p_3^* > p_3$	$\infty$	$p_4$
<b>KH</b>	$h_1$	$p_1$	$h_2$	$p_2$	ince	$p_3^* < p_3$	$\infty$	$p_4$

$p^*$  : Bulunan öz direnç

$p_j$  : Gerçek öz direnç

Döküm 1 — Çeşitli Öz direnc ardalanna türleri için  $h_1$  İkinci ve  $h_2$  üçüncü katman  
kahnklannm incelmek durumunda  $p^*$ , bulunan öz direnç Ue  
 $p$ , gerçek öz direnc arasındaki İtteri.

üçüncü kanadının, ilk kanat biçimi üzerinde etkin ara katmanların kalın olması durumunda tanen hiç yoktur. Bir kanat (ya da katman) ince katman olmaması durumunda en çok "etkiyi kendinden bir önceki kanat üzerinde gösterir. Bu etkiler toplu olarak (Döküm 1) de verilmektedir.

Dört ve daha çok katmanlı ortamlarda söz konusu yanlışlar yukarıda değinildiği gibi artan oranlarda gelişir ya bir süre sonra içinden çıkılmaz yanlışlarla karşılaşılır. Yalancı yönbağımlılığın neden olduğu bu değerlendirme açmazının ivedi yanıtı ve tek olumlu çaresi parçalı değil tüm eğri çakıştırmasıdır (complete curve matching). Ne varki uygulama güçlüğü ya da yeterli sayıda çok katman eğrisinin bulunmaması değerlendiricileri bu yoldan alıkoyar. Bu durumda, parçalı değerlendirmeyi kullanabilmek için eekme-itme etkisi sorununun çözümlenmesi gerekir. Sorunun çözümü için umut ışığı, -kanat biçimini etkileyen ana öğelerin, o katmanın üzerinde yer alan tüm katmanların ve o katmanın altındaki yalnız bir katmanın özelliklerinin eğri kanadına etkilemiş olmasıdır. Diğer bir deyimle, i katmanını simgeleyen kanadın konumu i katmanına gelinceye değin yer alan katmanların akıma karşı tepkisine (koşut ya da seri elektrik devre benzeşimi), eğimi ise i inci katmanın kalınlığının ve i+1 inci katmanın öz direncinin bir değişkenidir. Böylece, eğer i+1 inci katmana değin tüm özellikler biliniyorsa, i inci katmana değin yer alan tüm katmanlar yönbağımlı eşdeğer tek bir kat-

mana indirilerek N katmanlı ortam iki katmanlı eşdeğer ortama İndirgenebilir ve her adımda değerlendirilen katman Üst küme içine sıkıştırılarak elektrik temele değin çözüm adım adım İlerletilebilir. i+1 inci katmanın kalınlığının i ve i-1 inci katmanların kalınlıklara toplamından küçük ve i+2 inci katman öz direncinin aşın büyük ya da aşırı küçük Olmadıkça, i+2 inci katmanın etkisi i inci kanat üzerinde görülmeyeceğinden, göz önüne alınan ortamın her koşulda üç katmanlı gibi irdelenmesi önemli Ölçüde yanlışlığa neden olmaz. Ne varki yalancı yönbağımlılığın ortaya çıkarılması için i+2 ye defin tüm özelliklerin biliniyor olması gerekir.

#### KAYNAKLAR

1. Ercan, Ahmet, 1979, Eş-yansıma katsayılı doğru akım derin öz direnç değerlendirme yöntemi; t.T.ü. Maden Fakültesi Basımevi, 319 sayfa (Doçentlik Tezi).
2. Orellena, E. and Mooney, H.M., 1966, Master tables and curves for vertical electrical sounding over layered structures; Interciencia Costanilla de los Angeles, 15, Madrid; 33 sayfa, 66 eğri kümesi.
3. Türer, İbrahim, 1979, Derin elektrik öz direnç eğrilerinin gizliliği ve değerlendirme boşlukları; İ.T.Ü. Maden Fakültesi, 90 sayfa, (Bitirme ödevi).