

SEDİMANTOLOJİ'DE TAKIM PROGRAMLARI⁽¹⁾

J. BARRY MAYNARD,

PAUL EDWIN POTTER

Wayne A. PRYOR N. H. FISK

Laboratory of Sedimentology, University of Cincinnati Cincinnati, Ohio 45221

Laboratory of Sedimentology, University of Cincinnati Cincinnati, Ohio 45221

Laboratory of Sedimentology, University of Cincinnati Cincinnati, Ohio 45221

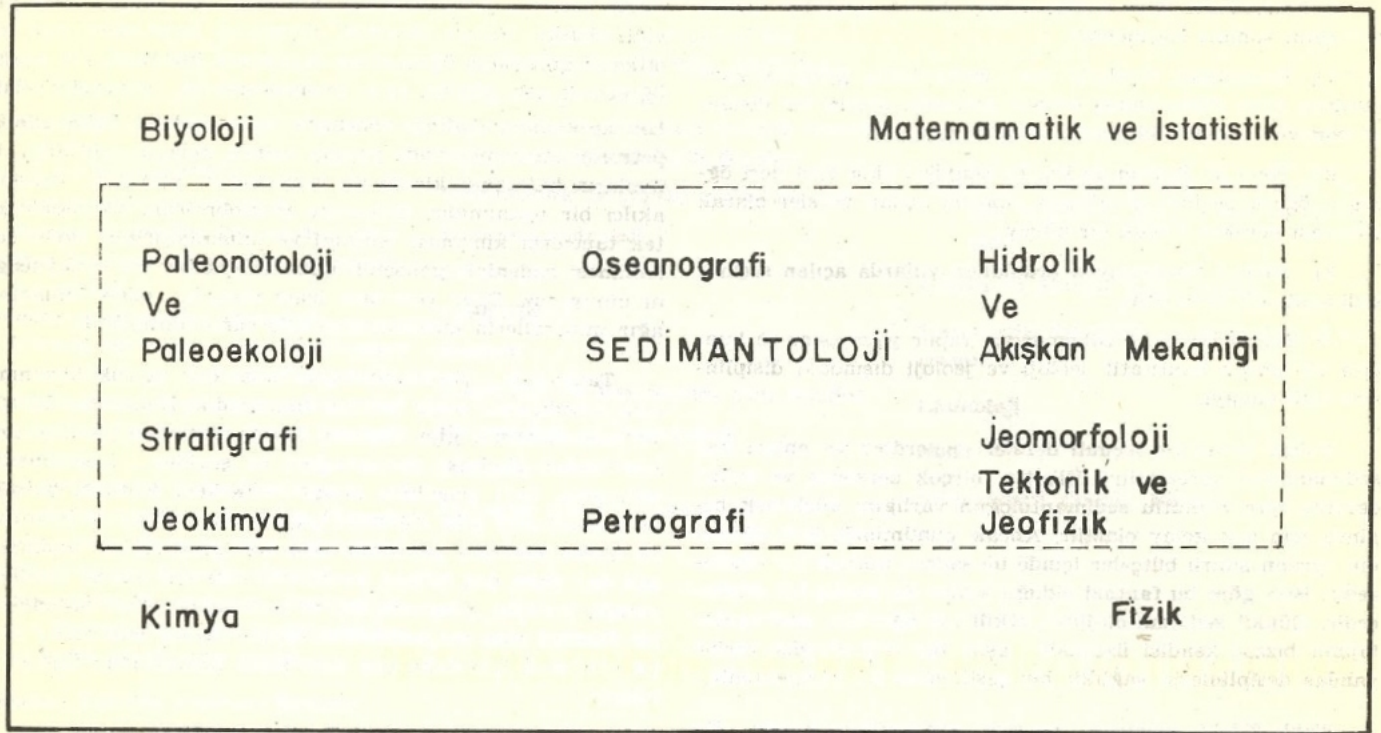
Sedimentoloji aktüel ve eski tortullarda yapılan yoğun saha çalışmalarını, sedimanter petroloji ve bunlara ek olarak kantitatif oloji ve jeoloji dışındaki disiplinlere açık olmak gibi prensip ve işlemlere ağırlık veren bir programla en etkin bir biçimde öğretilir. Hangi düzeyde olursa olsun bir bütünleşmiş takım programı öğretim, eğitim ve araştırmada etkinliği ve mükemmelliği artırır. Olağan olarak üç sedimentolog zorunlu öğretimin tümünü olmasa da çoğunu etkin bir biçimde sağlayabilir.

Yüzyılın başlarından beri, tortul kayaların incelenmesi saha stratigrafisinden giderek gelişmiş, 1931'de Wadell tortullaşma işlemlerinin öğretimi anlamında Sedimentoloji terimini ilk defa kullanmıştır. Sonradan, tortul kayaların incelenmesi genişlemeye ve çeşitlenmeye ve giderek dünyanın enerji ve hammadde kaynakları için en büyük bir pratik önemi üslenmeye devam etmiştir. Kuşkusuz, bugün hem entellektüel hem de sosyal uyum bakımından sedimentoloji, jeolojinin en aktif alt disiplinlerinden biridir.

Ancak, sedimentolojinin bugünkü öğretimi ve dersler yapısı nedir? Sedimentolojinin birçok üniversitelerdeki öğretim programlarının ötesinde daha büyük bir gelişim gösterdiği söylenebilir mi? Biz bu soruyu elbette yanıtlayamayız, ve yanıtlamaya cesaret edemeyiz, ancak bu soru bize diğer bir soruyu getirmektedir. Çoğu yer bilim bölümlerindeki se-

dimantoloji öğretiminin ne kadarı jeolojinin diğer disiplinleriyle, jeoloji dışındaki disiplinlerden sedimentoloji ile en iyi uyuşan kursların bütünleşmiş bir yelpazesini sağlamak için yapılan bilinçli bir planlamadan daha çok, fakültenin gelişmesi ve tarihsel bir rastlantı sonucumu olmuştur? (Şekil 1). Biz her ne kadar bunun yanıtını veremiyorsak da, sedimentolojide bütünleşmiş bir takım programı adına soruyu tartışmak istiyoruz. İnanıyoruz ki, böyle bir program en üstün bir entellektüel güç, sosyal uyum sağlar (program çok fazla uzmanlaşmış teknisyenler yerine **problem çözmeye yönlendirilmiş çok, yönlü, uyumlu sedimentologlar yetiştirilir**) ve ayrıca öğretim üyesi zamanı ve bölüm kaynakları yönünden çok ekonomiktir. Her ne kadar bir kısmından haberdar isek de sedimentoloji programları hakkında daha önce yapılmış tartışmalar çok fazla değildir (Tablo-1.)

(1) Journal of Geological Education, 1976, v. 24'den Cengiz Keskin tarafından çevrilmiştir.



Sekil 1: Sedimentoloji ve diğer disiplinlerle olan ilişkisi.

TABLO 1

Sedimentoloji ve Öğretimi Hakkındaki Bazı Makaleler

Lahee, 1941

Üniversitelerde petrol jeolojisinin öğretiminin nasıl ileri götürüleceği hakkındaki bir rapor bugün dahi konu ile en ilgili olanıdır ve diğer fen bölümleriyle daha yakın bağlar sağlanması, sahada harita alımı ve en azından bir yabancı dil gibi önerileri kapsamaktadır. Rapor, sedimentasyonunun incelenmesine daha çok dikkat harcamasını ileri sürmektedir. Acaba onun önerilerinden en az birinin yerine getirildiği söylenebilir mi?

Levorsen, 1946

Amerika Petrol Jeologları Derneği (AAPG) komitelerinin (1941-1945) beş raporuna değinen Levorsen iyi yetişmiş petrol genelcisi için arzulanan dersleri şöyle ifade etmiştir (s. 10). "...bir petrol jeoloğunun yeterli bir şekilde eğitilebilmesi için zorunlu olan jeoloji dışındaki dersler şunlardır; cebir, analitik geometri, teknik çizim, tasarı geometri, yüksek matematik, kantitatif ve kalitatif kimya, genel fizik, ölçme bilgisi, İngilizce kompozisyon, sözlü sunum, en azından bir yabancı dil (Fransızca, Almanca veya İspanyolca). Bunlar temel olarak kabul edilebilirler. Önerilen seçimli dersler diferansiyel denklemleri, mekaniği, hidroloji, yüksek fiziği, organik kimyayı, fiziko-kimyayı ve biyolojiyi içerebilir." Bugün hemen hemen 30 yıl sonra daha iyi bir değerlendirme yapabiliyoruz?

Pettijohn, 1942

Sedimentoloji öğrencileri için yüksek matematik ve hidrodinamiğin önemini belirtir ve Chicago Üniversitesindeki derslerin içeriğini verir. Zamanının çok ötesindedir.

Sedimentasyon
Komitesi Raporu, 1935

Doğu, Merkez ve Batı Eyaletlerindeki sedimentasyon derslerinin sayısı ve içeriği vardır. Aynı zamanda komitenin önceki ve sonraki raporlarına da bakınız.

Deneylerimize göre sedimentoloji de bir optimum takım programı şunları içermelidir.

1) Geleneksel derslerle son zamanlarda gelişmiş kavramlara göre düzenlenmiş dersler arasında uygun bir dengeye izin veren esnek bir dersler topluluğunu,

2) Hem M. S. hem de Ph. D. adayları olan tüm ileri öğrenim öğrencilerince ardalanan yıllarda açılan dersler olarak alınması gereken küçük bir nüveyi,

3) Birkaç tamamlayıcı ardalanan yıllarda açılan seçimli sedimentoloji derslerini,

4) Yoğun bir saha çalışmasını; rapor yazmasını ve bunlara ek olarak kantitatif jeoloji ve jeoloji dışındaki disiplinlere açık olmayı.

Fakat temel ve seçimli dersler nelerdir? ve onları kaç sedimentolog öğretebilir? Elbette, birçok derslerin ve onları öğreten birçok mutlu sedimentologun varlığını düşünmek hepimiz için çok kolay olabilir. Ancak günümüzde ileri öğretime ayrılan sınırlı bütçeler içinde bu sadece fantazi bir düşüncedir. Bize göre bu fantazi olduğu kadar da yanlış bir düşüncedir. Çünkü sedimentolojide etkili bir öğretim, sedimentolojinin bizzat kendisi üzerinde aşırı bir yoğunlaşma yerine yandaş disiplinlerin sağlıklı bir çeşitlenmesini istemektedir.

Tablo-2'deki program bu tezi şekillendirmektedir. Bu program üç sedimentologluk küçük bir kadro ile bile uygulanabilir ve birçok olanaktan sadece bir tanesidir. Diğer programlar deniz jeolojisine, çok hızlı bir biçimde gelişen bir çift olan sedimentoloji ve jeofiziğe, veya sedimentolojinin paleoekolojik yönlerine daha çok ağırlık verebilirler. Fakat ağırlık her ne olursa olsun orta ilâ yüksek düzeydeki sedimentolojinin belki yüzde 70 ilâ 80'ini karşılayan etkili kritik bir bütün olarak tablo 2 deki ilk üç dersi kabul ederiz. Sadece ilk ikisi ile bu yüzdeler 30-40 düşebilir ve hiç de yeterli değildir.

İnancımız şudur ki sedimentolojide etkili bir dersler topluluğu, her yıl aktüel ve eski tortullarda yapılan saha çalışmasını içermeli, bol miktarda sedimentar petrografiye açık olmalı ayrıca sedimentolojinin özellikle jeokimya ve hidrolikteki kantitatif yönlerine önem vermelidir.

Saha incelemeleri karada veya karadan uzakta ister eski isterse aktüel tortul havzalarında olsun sedimentolojinin omurgasıdır. Her ne kadar saha sedimentolojisi için veri toplama teknikleri çok geniş değişiklikler sunarlarsa da, mostra kesitlerinin tanımlanmasından, karotlara, elektrik loglarının veya, denizde yan taramalı sonar gibi uzaktan algılamanın çok farklı bir yönteminin kullanılmasına kadar, maksimum sedimentoloji anlamı taşıyan bir haritanın yapımı olan amaç her yerde birdir. Çökme ortamlarının tanımlanması için iki hayati eleman olan tabakalanma ve fasiyes istifleri etkin bir şekilde sadece sahada öğretilirler. Eğer biz sedimentolojinin sadece bir özelliğini öğretebilirsek, bu öğretimi çekinmeden sahada, mümkün olduğu kadar, veri istemlerin bugünkü çeşitli araçlarının pek çoğunu kullanarak, yapabiliriz.

Sedimenter Petrografi listemizde ikinci sıradadır, ve bu ders; kaynak. çökme ortamları ve diyajenez hakkında en önemli bilgileri oldukça ucuz olarak sağlamaya devam etmektedir. Buna ek olarak bazı bileşenleri X ışını tayinleri ile desteklenen ince kesitlerin dikkatle incelenmesi ve bunlardan mükemmel bir raporunun hazırlanması, kritik gözlemsel ve

sonuç çıkarma yeteneklerinin gelişmesi için vazgeçilmesi güç eğitimlerdir. Bunun ötesinde, diyajenezin kanıtlarını ince kesitlerde görmemiş öğrencilere diyajenez kimyasal bir açıdan öğretmek çok güçtür, eğer inanmıyorsanız deneyebilirsiniz. Her ne kadar pahalılığı nedeniyle mikroprob ve SEM günlük petroloji incelemelerinde yaygın olarak kullanılmıyorlarsa da, bunların kullanımı klasik bir sedimenter petroloji dersinin akılcı bir uzanımıdır. Gelecekte mikroprob'un, özellikle tek tek tanelerin kimyasal bileşimi ve minerolojisinin tayin edilebilmesi nedeniyle gelişerek daha büyük bir rol oynayacağını umuyoruz. Eğer yeterince ucuz olsaydı, onun kullanımı, ağır minerallerin incelenmesini bile canlandırabilirdi.

Tablo-3'de, Sedimentolojide daha çok ağırlık kazanmasına inandığımız sekiz konuyu tanımladık. Bunlardan kinetik ve termodinamik gibi bazıları, açıkça dışardan ithal edilmiş konulardır. Halbuki çamurtaşları ve şeyiller (centilmenlik anlaşması ile!) genellikle ihmal edilirken, jeofizik, hidrolik ve paleoekoloji gibi diğerleri çoğu sedimentologlar için (her ne kadar bunların yeterince daha az öğretilmesine inanıyorsa da) daha çok bilinen konulardır. En son olarak özellikle, yeraltı jeolojisi çalışmalarına ve sedimentolojinin bütünleyici bir faktörü olan megasedimentolojiye (havza analizine) ağırlık verilmesi için daha çok ders saati konulmasını tartışmak isteriz.

Ayrıca yandaş dersler neler olmalıdır? Bunlar bölümün içinde ve dışında verilen derslerden oluşmalıdır. Özellikle dışardan alınan dersler (Tablo 4), ki pek nadir olarak bunların tümü bir öğrenci tarafından alınmaktadır, alet becerilerinin bir bataryasını sağlamalıdır. Bu alet becerileri, öğrenciyi problem çözmenin farklı bir formatıyla karşı karşıya getirmek gibi çok önemli bir fonksiyona hizmet ederler; problemlerin farklı formatları hakkında kazanılan bilgi; problemin, kuşkusuz yaratıcılığın hayati bir parçası olarak, farklı bir görüşle formüle edilebilmesi yeteneğinin gelişmesine yardımcı olur. Çoğunun yer bilim bölümleri içindeki sedimentoloji ile olan doğal bağlantılar paleontoloji, jeofizik-yapısal, jeokimya, mühendislik jeolojisi ve jeomorfoloji (P. H. Kryne'nin meşhur deyişiyle bir sedimentolog geçmişin jeomorfoloğudur) dersleriyle, Bölüm dışında, inşaat mühendisliği bölümlerindeki hidrolik ve zemin mekaniği dersleri sedimentolojideki temel problemlerin birçoğunun anlaşılması için yararlıdır. Diğer taraftan, kimyaya gelince, termodinamikte kaynaştırılmış iyi bir jeoloji dersi ve düşük ısıli eriyikler kimyasının sedimentoloji derslerinde öğretimi ve kullanımı çoğu kere yeterli olabilecektir. Bu yaklaşımın en büyük genel eksiği laboratuvar becerisinin olmayışıdır. Bu yetersizlik kimya veya kimya mühendisliği bölümlerinde, analitik metodların öğretildiği bir laboratuvar dersinin açılması ile giderilebilir.

Ne kadar donanım gereklidir? İdeali, daima bol olmasıdır. Ancak pratikte, sedimentoloji çok azı ile çok başarılı olabilir. Böylece esas temel; çekiç, lup, metre çubuğu, pusula, elekler ve/veya çökme siltunu, binoküler ve petrografi mikroskopları, yeraltı elektrik logları, AA birimi ile Eh ve pH ölçerleri ve hesaplama kolaylıkları gibi kuşkusuz gerçekten herkesin olanakları içindedir. Güllünc mü görünüyor? Bazı belli başlı periodikleri elden geçirin ve kendiniz görün. Makalelerden yüzde doksan beşi veya daha çoğu bu pek azın, sadece bir kısmının kullanılması hakkındaki araştırmaları açıklamaktadır.

TABLO 2

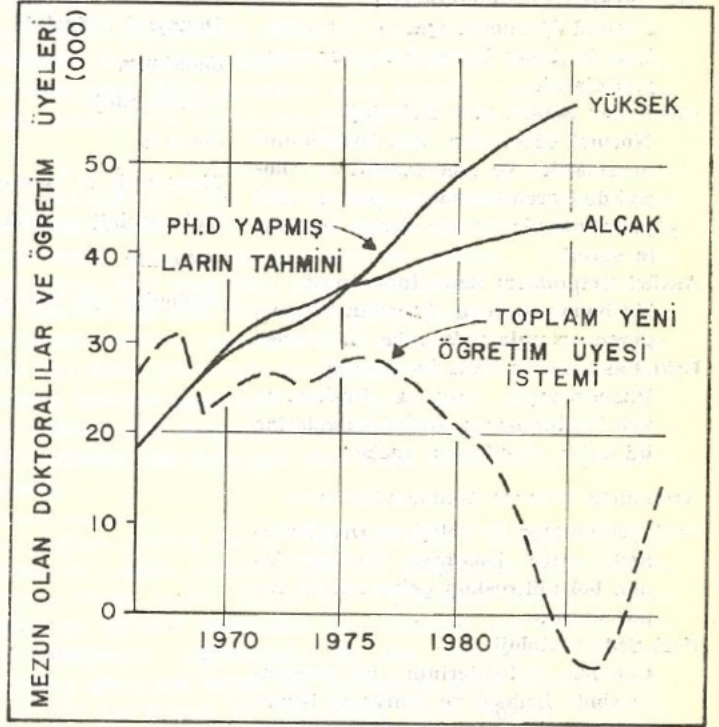
**SEDİMANTOLOJİ'DE
BÜTÜNLEŞMİŞ BİR PROGRAM**

A Bölümü: Sedimantoloji Dersleri	B Bölümü: Yer Bilimleri Bölümü İçindeki Muhtemel İlgili Dersler	C Bölümü: Bölüm Dışındaki Dersler
Her Yıl Açılması Zorunlu:		
Stratigrafi ve Sedimantasyon Normal öğrenciler için ve ileri öğretime başlayan öğrencilere tamamlayıcı olarak	Mühendislik ve yeraltı suyu Jeolojisi	İnşaat Mühendisliği Örg. Hidroloji, Zemin Mekaniği, Mukavemet ve Mekanik)
Elementer Sedimanter Petroloji Normal öğrenciler için hazırlanmış magmatik ve metamorfik petrolojiyi de içeren başlangıç petrografisi paketinin bir parçası olarak beş hafta süreli	DeneySEL Petroloji	Kimya ve Kimya Mühendisliği
Aktüel Ortamların Saha İncelemesi Karbonat ve/veya karadan türemiş gereç ortamlarında saha incelemesi	Jeokimya	Matematik, İstatistik ve Bilgisayar Kul. lanımı
Eski Fasiyeslerin Saha İncelemesi Phanerozoik ve/veya Prekanbriyen Tortullarının çeşitli bölgelerine iki hafta süreli saha gezisi	Jeomorfoloji	Limnoloji
Ardalanan Yıllarda Açılması Zorunlu:	Jeofizik	Fizik
İleri Sedimanter Petroloji ve Diyajenez-Sedimanter jeokimya ile desteklenen bol mikroskop çalışması ve rapor yazımı.	Magmatik ve Metamorfik Petrografisi	Oceanografi (Deniz Bilimi)
İleri Sedimantoloji Çökeltme sistemlerinin bir incelenmesinde fiziksel ve kimyasal işlemlerin eşit bir karışımı en üst düzeye çıkarmağa, yaratıcı kantitatif ve karşılaştırmacı düşünceye ve ayrıca rapor yazımına ağırlık verilir.	Paleontoloji ve Paleokoloji	
Ardalanan Yıllarda, Opsiyonlu (Seçilmiş Örnekler):	Tektonik	
Evaporit Sedimantolojisi	Jeologlar için Termodinamik	
Doğal Suların Jeokimyası		
Tortul Mineral Çökeltilerinin Jeokimyası		
Deniz Jeolojisi		
Megasedimantoloji		
Aktüel Deniz Ortamları		
Paleohidrolik		
Paleokoloji		
Harita Analizinin Kantitatif Metodları		
Tortullardaki Bağımsız (Secular) Gidişler		
İz Fosiller ve Tortul Ortamlar		
Öğrenci-Öğretim Üyesi Ortak Çalışması seminerleri:		
Belli bir düzene bağlı olmayarak programlanır, ancak genellikle bir yıllık sürenin sonunda yapılır ve üç ilâ beş öğrenci ve bir ilâ iki öğretim üyesinden oluşur, gerçek bir araştırma probleminin başından profesyonel sonuç raporunun yazılmasına kadar incelenmesini içerir.		

Herhangi bir sedimentoloji programı ile kolayca bağdaşabilecek diğer bir husus bir veya iki öğretim üyesinin iki veya beş öğrenci ile birlikte işin başından, profesyonel sonuç raporuna kadar sıkı bir işbirliği şeklinde yürüttükleri gerçek bir araştırma projesi şeklindeki öğrenci-öğretim üyesi çalışması semineridir. Esas düşün basittir bu herhangi bir şeyin profesyonel olarak yapılmasının yerini, onu sınıf içinde açık olarak birlikte tartışılmasının almasıdır. Zaman zaman böyle birleşik öğrenci-öğretim üyesi araştırma çalışmalarının örnekleri yer bilimlerinde görülmektedir, örneğin Kaliforniya'da Crowell ve öğrencileri (1966) tarafından bir türbidit kesitinin tanımlanması, Lisman ve MacDonald'ın (1975) nehir kimyasının öğrencilerce yapılan bir incelenmesi, sedimentasyon seminerlerinin çeşitli yayınları (örğ. 1965, 1969) ve paleontolojide Feldman ve diğerleri (1964) nde olduğu gibi. Böyle çabaların entelektüel eğitimin en iyisini temsil ettiğini düşünürken, bunun çok fazla öğretim üyesi zamanı ve emeğine mal olduğunu itiraf etmek zorundayız.

Bir sedimentoloji programı hangi uçlara kadar yönetilmelidir? Özellikle, M. S. ve Ph. D. adaylarının oranları ne olmalıdır? Hem Kuzey Amerika hem de dünya çapındaki pratik gereksinimin Ph. D. adaylarından çok M. S. lere daha çok ağırlık verilmesini öğütlediği kanısındayız Bu elbette, bölüme (bizimkilerin yaklaşık %25 i ph. D. adaylarıdır) ve ülkeye göre değişmektedir. Kuzey Amerika'daki ekonomik gereksinime kadar, azalan doğum oranının da araştırma ve/veya öğretime yöneltilmiş Ph. D. sahipleri yerine iyi eğitilmiş M. S. mezunları için en azından daha büyük bir istem oluşturduğunu sanıyoruz. Kuşkusuz, öğretime yönelmiş Ph. D. sahipleri için Sedimentolojideki (ve genel olarak jeolojideki) istemin 1950'lerin başlarında ve 1960 larda Birleşik Devletler ve Kanada'dakine eşit düzeye ulaşacağını ummak olasılığı yoktur. (Şekil 2). Yoğun bir saha çalışmasına, dış bilimlere ve kendi yuvasında öğretilen kantitatif hesaplamalara açık olarak yetişmiş bir genelde M. S. mezunu çoğun dar bir alanda öğretime yönelmiş bir uzmana oranla dünyanın her yerinde

toplumun gereksinimine daha çok hizmet etme yeteneğine sahip olmayabilir mi? Kuşkusuz bu soru, sadece sedimentoloji hakkında değil, genel olarak jeoloji için ve belki diğer pek çok bilimler için de, özellikle Cartter (1972) in ki gibi, olan çeşitli projeksiyonların ışığı altında, birçok farklı ülke ve görüşlerden sayısız tartışmaları davet edecek olan bir tanesidir.



Şekil 2: Amerika Birleşik Devletlerinde Ph. D. istem ve sunumunun tahmini (Cartter, 1972, Şekil 2'den yeniden çizilmiştir).

TABLO 3

**SEDİMANTOLOJİDE DAHA ÇOK AĞIRLIK
VERİLMESİNE HAK KAZANAN KONULAR**

- Kimyasal Kinetik** : Diyajenetik özelliklerin açıklanması için kullanılır; özellikle bir petroloji dersi alındıktan sonra hem kalitatif hem de kantitatif olarak yararlı bir şekilde öğretilir. Olgunlaşmada zamana karşı ısının etkisinin anlaşılması biçiminde saptanabilen organik gereç diyajenezine ve bozuşan yığımlar gibi yüzlek gereçlerin reaktivitesine de uygulanabilir.
- Jeofizik** : Sedimentologlar tarafından çok uzun süreden beri ihmal edilmiştir, fakat kıta kenarlarının sedimentolojisi ve tektonik ve tortullaşmanın çok çeşitli problemlerinde hayati önemi vardır. Sismik stratigrafinin son zamanlardaki yaygınlığı umut vericidir.
- Hidrolik** : Tortul yapıların incelenmesi ile birlikte öğretilmeli ve/veya kullanılmalıdır, tortul yapılar en iyi biçimde sahada incelenirler ve çökme ortamlarının incelenmesinde hayati bir bölümü oluştururlar; hidroliğin kendisi işlemler hakkında dinamik olarak düşünme yeteneğini artırmağa ve ölçmeye yardımcı olur.
- Megasedimentoloji** : Havzalar ve kıta kenarları gibi daha geniş alanların incelenmesidir; bir miktar jeofiziği içerir ve tektonikle yakından ilgilidir. Bunun bulunmadığı başarılı bir sedimentoloji programı düşünmek güçtür.
- Çamurtaşları** : Petrolojisi, jeokimyası ve kökeni çok uzun sürelerdir ihmal edilmiştir; en iyi şekilde öğretilmesi ve incelenmesinin kesin kes bir yolu yoktur.
- Paleoekoloji** : (Başarı olarak yapabilirsiniz) Çoğu çökme ortamlarının, özellikle iz fosillere daha rutin bir ağırlık verilme suretiyle yorumlanmasının hayati bir değeri vardır. En iyi sonuçlar paleontolojide dikkatli bir eğitmeden sonra alınır; en iyi şekilde sahada incelenir.
- Yeraltı Jeolojisi** : Öğrencilere tortulların üç boyutlu analizinin gösterir, ve jeofizikle birlikte tortul havzaların incelenmesi için esastır.
- Termodinamik** : Tortullaşma ve diyajenez sırasındaki Eh, pH, ısı ve tuzluluk gibi kimyasal koşulların anlaşılmasında kullanılır. En iyi olarak laboratuvar deneyleri ve hesaplamalarla öğretilir. Olağan olarak kimyasal kinetiğinin uygulamasına bir ön hazırlıktır.

TABLO 4

SEDİMANTOLOGLAR İÇİN BÖLÜM DIŞI ALET BECERİLERİ

- Kimya ve Kimya Mühendisliği:** Jeologlar için termodinamik veya bir fizikokimya ve/veya alet kullanımı metodlardaki becerilerini geliştirmek için kimya bölümünde açılan bir ders.
- Bilgisayar kullanma :** Paketlenmiş programların etkin bir biçimde kullanılması yeteneği (genellikle istatistik ve/veya matematiğin iyi şekilde bilinmesini gerektirir).
- İnşaat Mühendisliği :** Orta ila ileri hidrolik veya zemin mekaniği ve/veya mekanik.
- Dil (pH, D. Adayları için) :** Bir veya mümkün ise iki yabancı dil, tercihan bir normal öğretim dersi almak veya Princeton yabancı dil sınavından geçmek.
- Matematik :** Diferansiyel denklemler ve/veya matris metotları, bunlara ek olarak istatistik üzerine bir miktar eğilmek.