

Uranyumun Organik jeokimyası

Organic geochemistry of uranum

HÜSEYİN YILMAZ

D.E. Üniversitesi Mühendislik , Mimarlık Fakültesi, Jntür

GİRİŞ

Birçok laboratuvar araştırmaları bataklıklarda bol bulunan ve çözünmeyen humik asitlerin uranyumun biyolitler biçiminde zenginleşmesinden sorumlu jeokimyasal bir etken olduğunu göstermiştir. Bitkilerin ölümünden sonra gelifen humikleşme sırasında oluşan çözünmesi güç humik asitlerce uranyum zenginleşmesi gerçekleşir, Hüyük asit İse hafif asitli koşullarda (PH⁶) çözünmeyen humus malzemesi olarak tanımlanır, Attüak bu bileşik %1 NaOH çözeltisinde kolayca çözünür. Uranyum ve benzeri metaller ile organik malzeme arasında Uifki özellikle Sovyet araştırmacılar tarafından yofun biçimde araştırılmıştır,

HUMUS VE BENZERİ BiUffıSLLEBIN OLUŞUM YERİ ve KÜŞULJARI

Bir organizmayı <Şefişik bileşenlere bozuşturan önemli etkenler: a, su^b, birçok enMmatik tepkimeler, e, oksijen ve d. mikropların faaliyetleridir Oksijen ile yaşayan mikroorganizmalar ölen canlıların çabuk bozulmasını saflar, Aneorobik ortamların etkin olduğu havza tabanları veya ta*glun bataklıklarda, s&propelik çamur için tipik olan yavaf işlevler gelişir, örnefto, bir proteinin bozulmam sonucu oluşan aminoasitler, türe-Afi ilksel organik malzemeden daha durayhdır. Buradan başlayarak ^kullanılacak olan PEAT sözcüfü şu özellikleri kapsar; bataklıklarda veya benzeri yerlerde sâz, otsu bitkiler ve ^f erlerinin bölümsel veya dağılımı ile oluşan kahverengi veya siyah birikimdir.

Peat -bataklıktan çoğunlukla killi, kumlu veya konglomeratik tabakalar üstünde oluşurlar. Peat oluşumu Ud şekilde görülür. Bunlardan ilki bir su birfıntisininia olduğu yerde gelişir. Bu peat göslel ortam^ daki alt tabakada yer alır, İMneisi ise doğrudan dofrüya minerali bir tabaka üstünde gelişir ve böylece batağımsı f Örünüste mmerail toprak oluşur. Peat oluşukları durgun veya yavaş akıntılı göletler içinde sapropel pfiitirması üe tammr, Hayvan veya bitki artüdarımın bmvmm sonucu da sapropel oluşur (Şe- kil 1),. Gölnün tabanmâa oluşan peat, mineral malzemesi

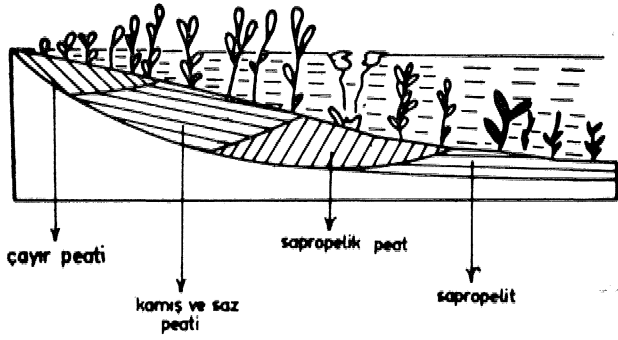
açısından zengin yüksek düzeyli yeraltı suları ile do- kanaktadır. Bu tip peatler yüksek oranda kil kapsar (%5<1S), nötral veya zayıf asit tepkimeleri içerir (pH^{6,5 - 7,0}) ve oldukça yüksek oranda bitki lunntı- lan ile tammlanır. Geçiş bölgesindeki peatlar az oran- da indirgenmiş mineral içerirler ve orta şiddette asit tepkimeierinee (pH^{4,5 m 5,5}) denetlenir, Bunların kil oranı ise J%4H6 dır, Tabakanın en üstündeki pea tier ise gok m mineral kapsar. Kil miktarı ise %2-4 dür. Bu tip peat sanlık bataklıklar veya doğal akıntı gösteren vs çam odunları içeren bataklıklarda birikmiştir.

HÜYÜK ASİTI.EK

Hümik asit, peatlerin ve bitümlü kömürlerin ö- nemli bir bölümünü oluşturdudu için, bunun yapısını ve kimyasını daha ayrıntılı incelemekte yarar vardır, Hümik asitlerin uranyum, vanadyum ve germyum gibi belirli elementlerle birleşmesi nedeni ile önemleri daha da artar, Hümik malzemeitri: a. humik asitler, b, fulvik asit ve e, hününler olarak sınıflandırılmıştır. Bu tipler etil alkolde kolayca çözünürler, Hümik asit^ ler koyu renkli organik malzemelerdir ve bunlar top^ rak, peat ve bitümlü kömürden seyreltik alkaliler yar- dmu ile kolayca ekstrakte edilebilirler, Hümik asitlere mineral asitleri (H₂SO₄, HCl) katıldıf ında alkali ekst- raktterden yeniden çöktürebilirler, Hüminler ise hü- mik asitin alkali etotarkünm topraktan ayrılmasından sonra arda kalan toyu kahverenkii organik artıklarctor. Bunların kül oranı yüksektir ve sulu asitler ve alkali- ler içinde çözünmezler, Hüminler canlı malzeme içinde bulunmazlar ve yalnız toprak ve peat içinde oluşur- lar,

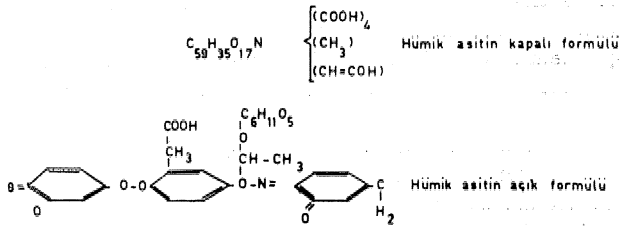
HÜYÜK ASİTLBBtN FİZÖCSEL VE KİMYASAL ÖZELİKLEKİ

Hümik asitler aromatik çekirdekli olup molekül afırufu oldukça yüksektir. Yüksek miktarda karbon içerir, Hümik asit molekülleri karboksil (COOH), fenol ve alkol hidroksiti (OH), metoksil (OOH[^]) ve karbo- nil (C[^]O) tçerlr, Hüyük asiti %SA karbonil, %3-4 fenol hidroksU gurupları ve %i-2 metoksil gurupları İcapsar, Böylece hüyük aMtter Fe, Co. Âl Mn, Mo,



Şekil 1: Peat oluşumu (Manskaya ve Drazdova, 1968).

Zn, U, Th, Ge vs. elementlerle birleşme yeteneği gösterirler. Birçok araştırmacılar hümkik asitlerin belirli metaller ile, örneğin Cu, V vs. duraylı karmaşık yapılar oluşturduğunu belirtmişlerdir. Peatlerin iyon değiştirme yeteneği hümkik asitlerin büyük oranda iyon değiştirme özelliğindedir. Hümkik asidin önerilebilir formülü aşağıda gösterildiği gibidir.



Görüldüğü gibi hümkik asitler poliaromatik iskeletler ve bunlara bağlı birçok hidroksil ve karboksil gibi polar guruplardan oluşur. Bu iskelet oksijenli olmayan ortamlarda mikroorganizmalarca parçalanamaz, Karboksil gurupları pH=5 de disosiyasyon olur. Bu pH değeri peat içeren doğal bataklık sularında olağandır ve uranyl iyonlarının soğurulması için de en uygun koşuldur. Fenol hidroksil gurupları pH değerlerinin 9 - 10 dan yüksek olması durumunda disosiyasyon olurlar. Bu pH değerleri ise hümkik asitlerin peptitlendiği yani alkali çözümlere çözüldüğü aralıktır.

Kasyon değiştirme olayında asit guruplarının iyonlaşabilen hidrojeni soğurulan kasyon ile yer değiştirir. Bu işlede elektriksel nötrallikte korunur. Böylece aynı peat malzemesinin her f rami yaklaşık olarak elektrokimyasal açıdan eşdeğer miktardaki kasyonlar ile doyurulur (Szalay, 1964). Ancak bu adsorbsiyonun hümkik malzemesince gerçekleştirilebilmesi için kasyonların çözünmüş durumda bulunması gerekir. Hümkikleşme sırasında, hümkik asitler çözünmeyen büyük moleküllere polimerleşir.

Sizilyafi (1972) adsorbsiyon olayım humus », su sistemi içinde incelemiştir. Araştırmacıya göre» humus= su sistemi inorganik oksidasyon - redüksiyon serileri içinde ele alınabilir ve böylece bir metal ile zenginleş-

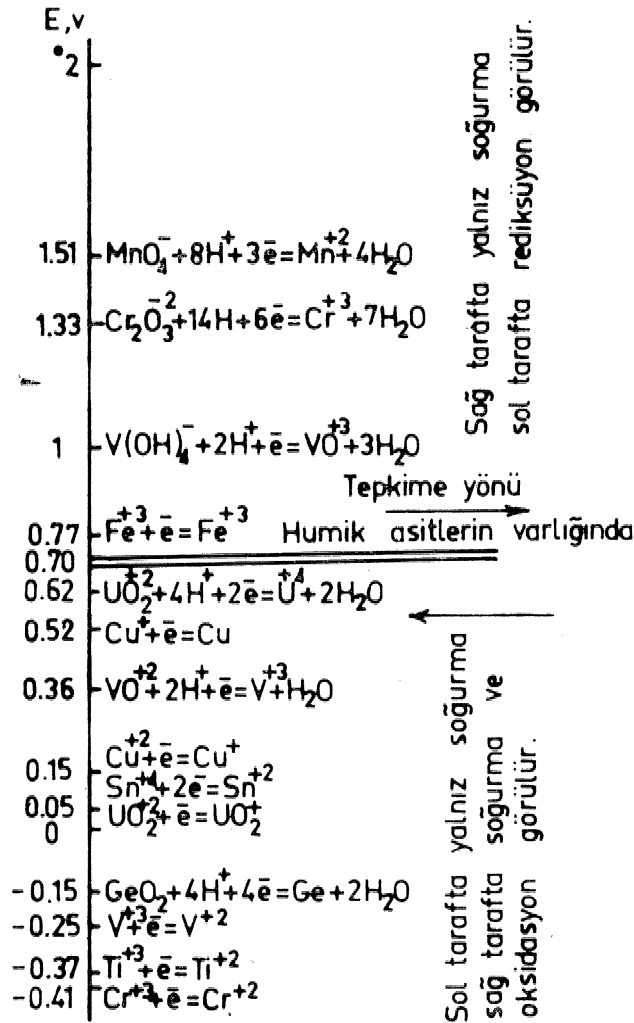
menin (örneğin U) hümkik asit tarafından redüksiyon Honucumu yoksa hümkik asit üstüne adsorbsiyon ile oldufu saptanabilir. Bu dumm özellikle anyondan katyon durumuna geçen iyonlar için önemlidir.

Asit çözeltilerdekil inorganik oksidasyon « redüksiyon tepkimeleri gekü 2 de gösterilmiştir. Su içindeki humus süspansiyonunun yeri, Eo standart potansiyele karşılık, diyagramdaki koyu çizgi ile gösterilmiştir. Efer bir sistemin indirgeyici standart potansiyeli diferininknden daha düşük ise ilk sistem ikincisini indirger; tepkimenin tersine işleyebileceği varsayımı ile, daha düşük oksitleyici standart potansiyele sahip olan bu sistem oksitlenir. Böylece, humus - su sistemi Şekil 2 deki koyu çizginin üstünde bulunan denklemlerdeki kasyonları indirger (elektron verir). Burada gelişen kimyasal olay yalnız indirgeme tepkimesi ile bitmez, indirgeme tamamlandıktan sonra soğurma (sorpsiyon) gerçekleşir. Böylece elimizdeki kasyonlar oksidasyon durumunda ise, önce indirgenir ve sonra soğurulur. Önceden indirgenmiş ise yalnız soğurulur. Şekil 2 nin alt bölümündeki indirgeyici tepkimelerin elektron gereksinimleri su içindeki humus süspansiyonu ile doyuramaz çünkü humusun standart potansiyeli koyu çizginin altında yürüyen tepkimelerinkinden daha yüksektir. Böylece, her eşitlikte sol tarafta yazılı kasyonlar sudaki humus süspansiyonuna geçerse, indirgenme olayı görülmez ve kasyonlar değişmemiş olarak süspansiyon tarafından absorbe edilir. Waksman'a (1938) göre hümkik malzeme içindeki organik karbon miktarı tüm canlı malzemenin içerdiği karbon miktarından çok daha fazladır. Biosferin toplam organik karbonu yaklaşık olarak 60×10^6 ton ve bunun canlı organizmalar içindeki miktarı ise 7×10^6 ton dur (Putnam, 1953).

Uranll iyonlarının, UO_2^{++} , hümkik asit malzemesi üstüne adsorbsiyonu üe ilgili izohermler Şekil 3 de verilmiştir. Bu eğriler "Et^tiK" denge koşullarında ve pH=5 de su ile hümkik asit içindeki UO_2^{++} iyonları, mın dağılımından elde edilmiştir. Böyle bir toherm (veya UO_2^{++} efrlisi) iki mbit nümerik defer ile belirlenir, Bunlardan ilki peat malzemesinin adsorbe etme yeteneğidir ve bu çoğunlukla yaklaşık olarak her gram peat malzemesinin 1 mili . ekivalent UO_2^{++} içermesi biçimindedir. Jeokimyasal zenginleşme faktörü pH değerinin 5 ve İyon yifiiiimnm düşük olması durumunda çözeltili ve hümkik asit fazları içindeki uranyl iyonlarının darılım oranları olarak bilinir.

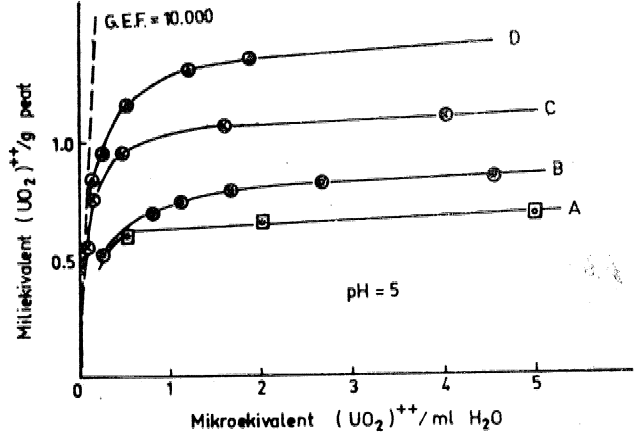
$$G.B.F, (Jeokimyasal \text{ zenginleşme faktörü}) = \frac{\text{Peat içinde } UO_2^{++} \text{ yığışımı}}{\text{Çözeltili içinde } UO_2^{++} \text{ yif isımı}}$$

Bu ise Şekü 3 de grafiksel olarak orijinden *gecen ve İzoherm: eğrilerine teğet dofru biçimindedir, Smlay'm (1964) araştırmalarına göre, zenginleşme faktörü yaklaşık 10,000 gibi çok yüksek bir defer olarak ortaya çıkar. Bu bulgu uranyum jeokimyasmda çok önemlidir ve dof adaki organik malzeme ile uranyum birlikteliğim yöneten faktörü ortaya koymuştur. Bu adsorbsiyon olayı daha birçok elementler için de g eğerlidir, Böylece soğurulan kasyonlar aynı elementin diğer izo. topları ve iifer kasyonları ile yer defiftirebilir. İnce taneli bir toprak malzemesinden alınan su içinde, 100

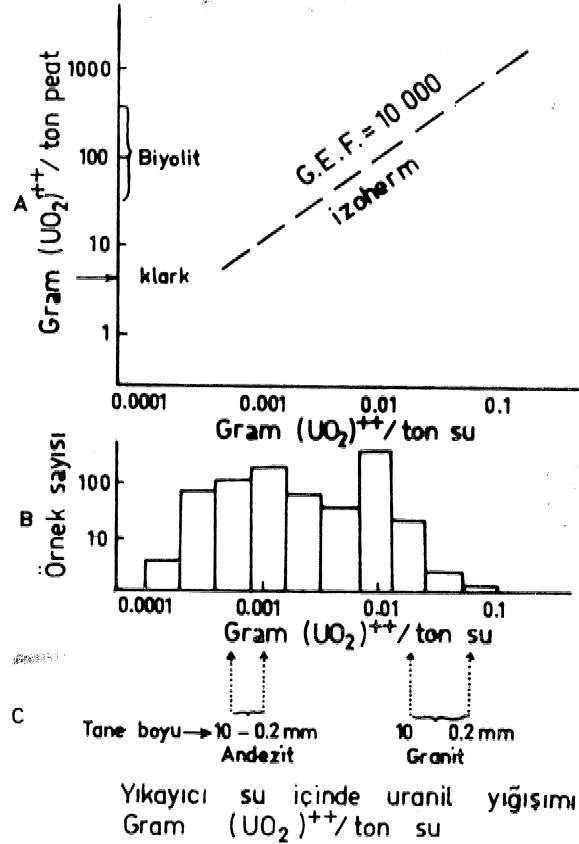


Şekil 2: Standart potansiyele (E°) göre inorganik oksidasyon ve redüksiyon tepkime serisinde humus-su sisteminin konusu (Szilagyi, 1976)

mg/ton UO_2^{++} bulunmuştur (Szalay, 1964), Horvath (1960) yaptığı deneylerinde gözenekli bir naylon torba içine koyduğu peat malzemesinin bir hafta Mire ile d^al sulara ağır biratordur. Sonunda peat idindeki uranyumu analiz etmiştir. Peat içtode çok büyük bir zenginleme görülmüş ve yığılma uranyumlu biyolitlerdeki değere ulaşmıştır. Yapılan birçok deneyler, çökel-lerden yıkanan uranyum ile ilgilidir. Bütün çökellerin magmatik kayalardan türedif varsayılın, İyice ha-valandırılmı 2g/lit, sodyum bikarbonat içeren bir ton su 0,2 mm lik parçalara aynimi i bir ton granitten ge-çiriiminde, su içinde 60^100 mg U/ton biriktifi go-rülmüftür (Szalay, 1964), Benzer koşullarda andezit ise 1 mg U/ton defermj vermiştir (Şekil 4), Bu deneyler ilksel uranyum cevherine gerek duyulmadan, bi-yolitler içindeki uranyumun ince taneli çökel kayala-rından saflanabileceğini göstermiştir, Bikarbonatlı su-lann çözücü etkisi uranyumun peat içeren tabakalara



Şekil 3: UO_2^{++} iyonlarının pH = 5 de humik asit malzemesi üstüne adsorbsiyonu ile ilgili izo-hermler. Ordinat: Peat malzemesi içinde uranyum yığılması; absis: su içinde UO_2^{++} yığılması. (A) Pilyosen linyit; (B, C, D) Holosen peat (Szalay, 1964).

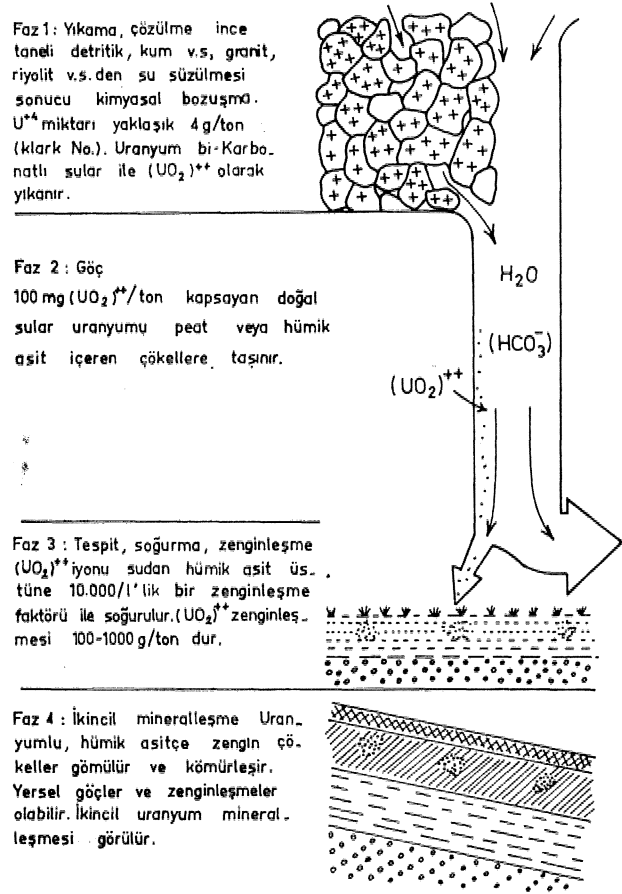


Şekil 4: Biyolitlerin uranyum miktarları ve UO_2^{++} kationlarının humik asitler üstüne soğurul-ması arasında korelasyon (Szalay, 1964).

- Laboratuvarda saptanan adsorbsiyon izo-hermi ve doğal suların uranil matarı ara-sındaki korelasyon
- 800 doğal su örneğinde uranil miktarının dağılımı
- Bikarbonat içeren su ile kırılmış kayalardan uranil iyonlarının yıkanması

taşınmasını saflar, Şekil 4 bu deneyler arasındaki korelasyonu gösterir.

Uranyumun dofadaki göçü ve humik asitler ile Söfurulması ve Myolitler içinde zenginleşmesi Şekil 5 de gösterilmiştir. Asitik magmanın kayaçlardan bikarbonat suları ile yıkanan uranyum (U^{+4}), uranil karbonat karmaşıkları biçiminde kolayca taşınır. 100 mg UO_3^{++} /ton içeren doğal sular uranyumu peat veya humik asit içeren çökeller içine taşır. Buraya gelen U^{+4} iyonları 10,000/litre zenginleşme faktörü ile humik asitler üstüne adsorbe edilir. Organik malzeme içindeki uranyum zenginleşmesi 100-1000 gr/tona ulaşmıştır. Uranyumlu ve humik asitçe zengin tortullar gömülme sonucu kömürleşirler. Bu sırada yersel göç ve zenginleşme sonucu sekonder uranyum mineralleşmesi sağlanır.



Şekil 5: Doğadaki uranyum göçünün değişik evreleri ve humik asitler üstüne adsorblanması ile biyolitler içindeki jeokimyasal zenginleşme (Szalay, 1964).

Birçok katyonlar humik asitler tarafından soğurulur. Humik asitlere soğurulamayan elementler huminofobik, soğurulanlar da huminofobik olarak adlandırılırlar (Şekil 6), Şekilde görüldüğü gibi huminofobik elementler periyodik çizelgenin safında yer alırlar ve asal gazlar da bunlar arasındadır, Nüklüer parçalanma sonucu oluşan ürünlerin çoğu humik asitlere adsorblanır.

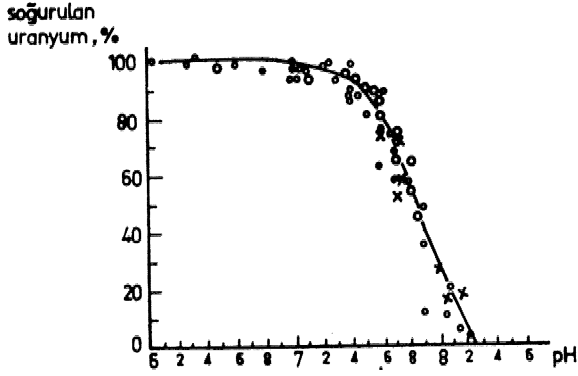
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|
| Li | Ba | | | | | | | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | | | | | | |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | | | | | | |
| Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | | | | | | | | |
| Fr | Ra | Ac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Fd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | | | | |
| | | Ac | Th | Pa | U | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Şekil 6: Laboratuvar deneylerine göre humik asitler tarafından adsorblanan elementlerin periyodik çizelgelerdeki yeri, Hümünofobik elementler kare, hümünofobik elementler ise daire içine alınmıştır. Diğer elementlerin durumu bilinmiyor (Szalay 1964)

soğulanır. Böylece humik asitler büyüyen atom enerjisi endüstrisi ile birlikte gelen zararlı artıkların saklanması için önemli bir malzeme olabilirler. Diğer birçok katyonların zenginleşme faktörü oldukça yüksektir. Bazılarında (Th^{+4} , nadir toprak, Zh^{+4} v.B) uranyumunkinden çok daha yüksektir. Ancak bu faktör yalnız başına önemli def ildir. Verili katyonun kolay adsorblanması için de bunun kolay çözünürlüğü olması gerekir. Böylece humik asitlerin adsorbsiyon alanındaki jeokimyasal etkinliğini araştırmak için önce katyonların mobilitesini çok iyi bilmek gerekir. Elektron yapısı 8 ve 18 olan elementlerin (Na, Ca, Mg, Au, Ag, U, Ge, Hg, Od v.s) en yüksek mobilitiyeye sahip oldukları Shvartsev ve diğ erleri (1975) tarafından belirtilmiştir. En az mobilité ise içteki eletron yörüngeleri doldurulmamış geçil elementlerinin (Fe, Co, Ni, Al, V, Ti v.s) tipik bir özelliğidir. 8 ve 18 elektron yapılı elementler en dış yörüngelerindeki elektronların kolayca verir. Bu yapıdaki elementlerin iç yörüngeleri bütünü ile doldurulmuş ve doldurulmamış dış yörüngelerinden kolayca elektron verirler. İçteki yörüngeleri doldurulmamış olanlar ise dıştaki elektronlarını büyük bir güçlülle verirler çünkü bunlar önce eksik elektronlarını tamamlamaya çalışırlar. Elementlerin en dış doldurulmamış yörüngesinden kolayca elektron vermesi bunların karmaşık iyon oluşturma yeteneğinin artmasını saflar. Karmaşık iyon oluşumu da element mobilitesini artırır. Uranyum da, özellikle karbonat, fosfat ve hidroksil iyonları ile, uranil karbonat, uranil fosfat ve uranil hidroksit karmalıklarını oluşturur ve böylece uzaklara kolayca taşınabilir. Elementlerin adsorblanmasında humik asitlerin etkinliğini kısaca özetlersek: 110, + katyonlarının humik asitler tarafından yakalanmasının tek ve özel olmadığı görülür. Diğer birçok iyonlar da, özellikle daha yüksek atom ağırlığı olan ve 2, 8, 4 defer gösterenler, benzer yolla adsorblanırlar. Bu olay topraktaki humik asitlerin katyon değiştirme işlevlerine benzerdir, Zenginleşme faktörü daha yüksek atom ağırlıklı ve değerli katyonlar için daha yüksektir,

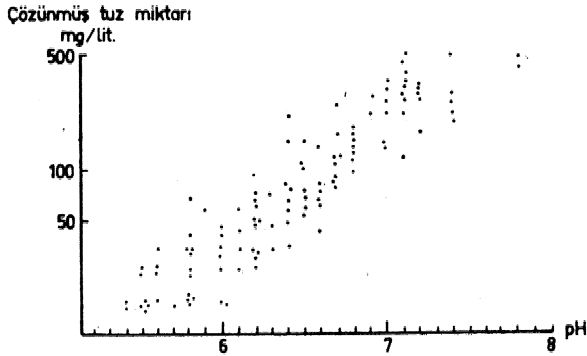
ADSOBBSİYÖNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Uranil iyonların peat tarafından adsorblanmasında etki eden değişik faktörler vardır. Bunlardan en önemlisi pH değişimidir, pH 6 Üe 7,2 arasında uranyum peat tarafından bütünü ile adsorblanmıştır (Şekil 7), pH=7,8 de uranyumun yarısı adsorblanmıştır, pH=8,3 de ise hiç uranyum adsorbsiyonu olmamıştır,



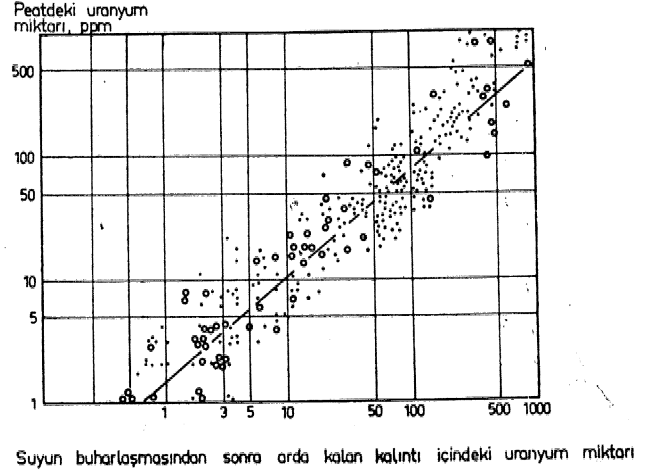
Şekil 7: Peat tarafından soğurulan uranyum miktarının pH değerine bağımlı olarak değişimi (Loptakina, 1967)

Sulu çözeltilerde bulunan H^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Na^+ gibi iyonlar uranyumun hümitik asitler tarafından soğurulmasını önemli ölçüde azaltır (Loptakina, 1976) çünkü çözeltideki tuz artışı pH'nın yükselmesine neden olur (Şekil 8). Sudaki çözülür tuz oranı artarken

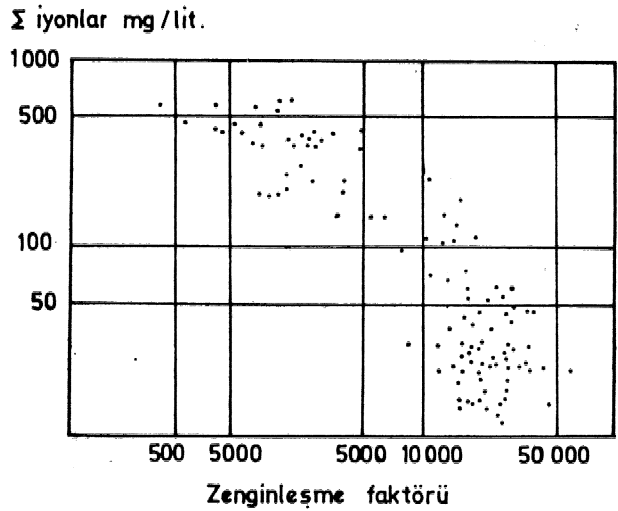


Şekil 8: Doğal sulardaki pH değerinin çözünmüş tuz oranına bağımlı olarak değişimi (Loptakina, 1967).

peat tarafından biriktirilen uranyum miktardan azalır, Peat ve BU içindeki uranyum miktarı arasındaki ilişki Şekil 9 da gösterilmiştir, ölgülen zenginleşme faktörünün doğada sabit olmadığı görülmüştür, Ancak sudaki tuz miktarı 15-900 mg/lit arasında değişirken, zenginleşme faktörü de 50,000 den 500'e kadar düşer (Şekil 10),



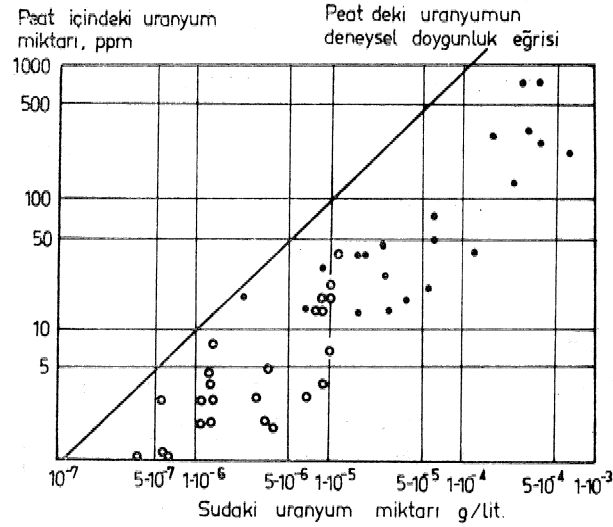
Şekil 9: Peatdeki uranyum miktarının sudaki miktarına bağımlı olarak değişimi o - Doğu Sibirya, o - Orta Asya (Loptakina, 1967).



Şekil 10: Peatdeki uranyum zenginleşme faktörünün suyun tuzluluğuna bağımlı olarak değişimi (Loptakina, 1967)

Yukarıda anlatıldığı gibi peatlerdeki uranyum yığılması Ue suyun çözünmüş toplam tuz miktarı arasında iyi bir korelasyon vardır. Örneğin peat 100 ile 400 ppm uranyumu 10 ~s gr/lit U ve 150 mg/lit çözünmüş *ivm* içeren Budan biriktirilebilir, ancak, aynı oranda uranyum ve 800-500 mgylit, tuz içeren sudan yalnızca 40 ppm uranyum biriktirilebilir (Şekil 9), Suda çözünmüş tuz miktarının peat tarafından biriktirilen uranyum miktarı üstündeki etkisi şöyle açıklanabilir: doğal sular kimyasal elementlerin herbirinden belirli bir oranda içeren karmaşık bir çözeltilerdir. Bu elementlerin çoğu belirli oranlarda peat tarafından adsorblanır, Peatin adsorbif yeteneği (yüzey adsorbsiyonu, iyon değişirme yeteneği, birkaç tür fonksiyonel gruplar) bu-

nu saflar, Sonuçta peat tarafından adsorbe edilen uranyum miktarı yalnızca bunun (Ü) sudaki mutlak deferine bağlı olmayıp tersine suyun buharlaşmasından sonra ortaya çıkan artık malzeme (residual material) içinde varolatu difer miktarlarına da baflıdır (Loptakina, 1967; Şekil II), Uranyumun petrol ile bir aradağı belirli guruplar içeren petrolün bir miktar uranyum iyonunu adsorblamasıdır, Karboksil gurubu içeren asfaltitler ve naftenik asitler taşıyıcılar olarak daha önemlidirler. Uranyumun petrol ile biraradalığı uranyum araştırmacılarında önemli bir I(\)* lavuzdur (Irving ve Deul, 1955),



Şekil 11: Peat içindeki uranyum yığışımının suyun buharlaşmasından sonra geri kalan malzeme içindeki miktarına bağımlı olarak değişimi. o - 150 mg/lit çözülmüş tuz içeren sular; o - 300-500 mg/lit çözülmüş tuz içeren sular (Loptakina, 1967)

Şimdi de uranyum miktarı düşük olan kayaların peatler içindeki uranyuma kaynak olup olmayacağını araştıralım, Magmatik ve karadan türemlig tortul kayalar içinde dolagan hümk bölgelerdeki yeraltı suları bu kayaların iki katı kadar uranyum içerir (Loptakina, 1967), Bu ilişki aşağıdaki gibi açıklanabilir;

$$\frac{M_U \cdot 100}{N_U} = 2 \cdot N_U$$

burada $M_U =$ gr/lit olarak sudaki U miktarı, $a =$ gr/ U_t olarak çözülmüş toplam tuz miktarı, N_U mm kayadaki %de uranyum miktarı ve $2 =$ hümk bölgelerde uranyum için belirlenmiş en olası $g \cdot g$ faktörü. Bu ilişkiler Lop takma tarafından Kafkasya, Orta Asya ve Dofu Sibirya'daki büyük nehirler içim bulunmuştur. Yukarıdaki formülden

$$N_U = \frac{M_U}{2a} \cdot 100$$

elde edilir.

Nehir sularındaki uranyum ve çözümlü tuz miktarları ile birlikte drenaj havzalarının kayaları içindeki uranyum miktarları Çizelge 1 de verilmiştir. Drenaj havzalarının- kayaları içindeki uranyum yığışımı 0,7 ile 4,6 ppm arasında değişir ve bu yaklaşık olarak d̄w

| Nehir | Sudaki Uranyum miktarı 10^{-4} gr/litre | Çözümlü tuz miktarı mg/litre | Kayalardaki Uranyum miktarı ppm |
|--------------|---|------------------------------|---------------------------------|
| Pekhore | 0.36 | 83 | 2.1 |
| Mezen | 0.23 | 47 | 2.4 |
| Kuzey Dvina | 0.36 | 211 | 0.8 |
| Kem | 0.21 | 45 | 2.3 |
| Kovda | 0.16 | 30 | 2.5 |
| Volga | 0.14-0.15 | 158 | 1.6 |
| Oka | 0.9 | 221 | 2.0 |
| Kama | 1.1-1.3 | 240 | 2.5 |
| Beloya | 1.8 | 250 | 3.6 |
| Danube | 0.65-2.2 | 366 | 2.3 |
| Dnestr | 2.2 | 327 | 3.3 |
| Güney Bug | 2.9 | 307 | 3.6 |
| Ingul | 3.6 | 178 | 3.6 |
| Ingulets | 2.5 | 432 | 2.9 |
| Dnepr | 1.8 | 300 | 3.0 |
| Don | 3.3 | 500 | 3.3 |
| Belaya | 1.1 | 270 | 2.0 |
| Akstafa | 1.5 | 268 | 2.8 |
| Sunzha | 1 | 490 | 1.0 |
| Terek | 2.3 | 350 | 3.3 |
| Ob | 1.0-1.3 | 129 | 4.4 |
| Srtysh | 1.5-2.1 | 196 | 4.6 |
| Tuna | 1.2 | 136 | 4.4 |
| Tobol | 2.1-2.5 | 310 | 3.7 |
| Ishim | 1.1 | 753 | 6.7 |
| Yenisey | 0.3-1.8 | 141 | 3.7 |
| Angara | 0.6-1.0 | 90-150 | 3.3 |
| Tuba | 0.3 | 80 | 3.7 |
| Abakan | 0.3 | 70 | 2.1 |
| Lena | 0.2 | 104 | 0.9 |
| Amur | 0.2 | 70 | 1.4 |
| Syan | 0.7 | 150 | 2.3 |
| Kuenga | 0.11 | 78 | 0.7 |
| Tungas. olov | 0.47 | 129 | 1.8 |
| Alcur | 0.38 | 84 | 2.3 |
| Utan | 0.7 | 207 | 1.6 |
| Selenga | 0.7 | 100 | 3.5 |
| Uda | 0.3 | 97 | 1.5 |
| Ingoda | 0.3 | 50 | 3.0 |
| Chitinka | 0.12 | 34 | 1.7 |
| Golets | 0.15 | 59 | 1.5 |
| Svir | 0.2 | 40 | 2.0 |
| Volkhov | 0.4 | 120 | 1.7 |
| Syos | 0.5 | 150 | 1.7 |
| Luga | 0.55 | 219 | 1.3 |
| Narva | 0.35 | 180 | 1.0 |
| Plyussa | 0.5 | 148 | 1.6 |

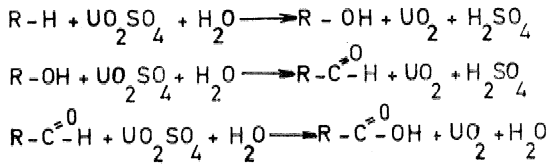
Çizelge 1i Nehirlerdeki (Busy a) uranyum miktarları (LoptaMna, 1961)

ğlflk tipte kayalar içindeki ortalama yığışımına benzerlik gösterir. Böylece, nehir sularındaki uranyum miktarı Mindifinde gevre kayaların uranyum oranı da elde edilmiş olur. Bir elden kayalarda ve suyun buharlaşması ile elde edilen kalıntı (residual) içindeki uranyum yığışımı arasında saptanmış ilişkiyi, difer elden kalıntı ve peat içindeki uranyum miktarı arasında ilişkiyi kullanarak uranyumca fakir olan kayalar* ni peatlerdeki uranyum birikimlerine olan katkısını

saptamak olasıdır (1/Optakina, 1967), Yazara göre, peat içinde 15 ppm uranyum yığılması için, kaynak kayacın 3 ppm, 80 ppm birikim için de 10 ppm içermesi gerekir, Öljran uranyum miktarı içeren kayalar ile peat içinde önemli oranda uranyum birikimi saf lanamaz. Böylece peatlerde görülen yüksek oranlardaki uranyum tümü Üe adsorbsiyonun bir sonucu değildir. DİL Şük oranlarda adsorblanan uranyumun sonradan süperjen işleylerle cevher niteliğine (1000 ppm) ulaftıfı düşünülebilir.

ORGANİK MALZEMENİN İNDİRGEN ÖZELLİĞİ

Organik malzemenin uranyum üstündeki önemli etkilerinden biri de adsorbsiyon yanında indirgeyici olmasıdır. Yani organik malzeme uranü iyonu içindeki +6 def erli uranyumu uranus içindeki +4 def erme indirger. Bu olay aşağıda verilen tepkimelerle daha iyi görülebilir.



Bu indirgenme olayı organik malzemelerin H_2O ve CO_2 'e parçalanmasına defin sürer, İndirgenmenin etkinliği org anik malzemenin molekül afırlıf inin artışı ile orantılıdır, İndirgen koşullarda bozuşan organik malzeme H_2S oluşumuna neden olur ve bu da uranyum gö^ kelimin! saflar.

DEĞİNDLEN BELGELEB

- HORVATH, B., 1960, Laboratory study of factors influencing the aqueous leaching of uranium from rocks. Doctoral *Dim*, Kossut Univ, Debrecen. Hung, Acad. Sei,
- IRVING, A.B., and BEUL M., 1955, Organic geochemistry of uranium, U.S, Geol, Surv. Prof, paper. No: 300, pp 505-510,
- LOPTAKİNA, A.P., 1967, Conditions of accumulation of uranium in peat, Geohlmıya, No, 6, pp 708-718,
- MANSKAYA, S.M., a^d Drozdova T.V., 1968, Geochemistry of organic substances, Int. Ser. Monographs in Earth Sei, Vol. 28, Pergamon Press.
- PUTNAM, P., 1953,, Energy in the Future, pp 126-133, 260, Van Nostrand. New York,
- SHVARTSEV, S.L., Udodov, P.A. and Raskazov, N, M., 1975, Some Features of the migration of microcomponents in neutral waters of supergeone zones, J, Geochem, Expl., No., pp 533-439,
- SZALAY, A., 1964, Cation exchange properties of humic asids and their importance in. the geochemical enrichment of UO_2^{++} and other cations, Geochemical et Cosmochimica Acta, Vol 28» pp 1605=1614,
- SZILAGYI, M., 1972, The geochemical role of Standort potential in reactions between humic substances and metals, Geohimiya, No, 5, pp 618-622,
- WAKSMAN, S.A., 1938, Humua, Williams and Wilkins, Baltimore,