

KUZEYDOĞU İRLANDA KOMPOZİT İNTRÜZYONLARININ OLUŞUMU

(Genesis of the composite intrusions in NE Ireland)

Orhan Akman

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

Öz. --- Mourne bölgesindeki granit masifini çevreleyen Tersiyer yaşlı bir kompozit intrüzyon, konik dayk karakterinde olup, farklı iki cins magmanın birbiri ardı sıra ve aynı yere enjekte edilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. İntrüzyonun dış kısmını meydana getiren ve orta kısmından daha önce enjekte olduğu görülen magma, bazaltik bileşime sahiptir ve doleritleri oluşturmuştur. Orta kısım ise granitik yapıli granofirlerden teşekkül etmiştir.

Abstract. --- A Tertiary composite minor intrusion, surrounding the Mourne Mountain granite, is well developed as an inclined cone-sheet. The intrusion of basic magma has produced thin marginal dolerite, flanking on both sides of a relatively thick, central, granitic granophyre, resulting from subsequent injection of acid material.

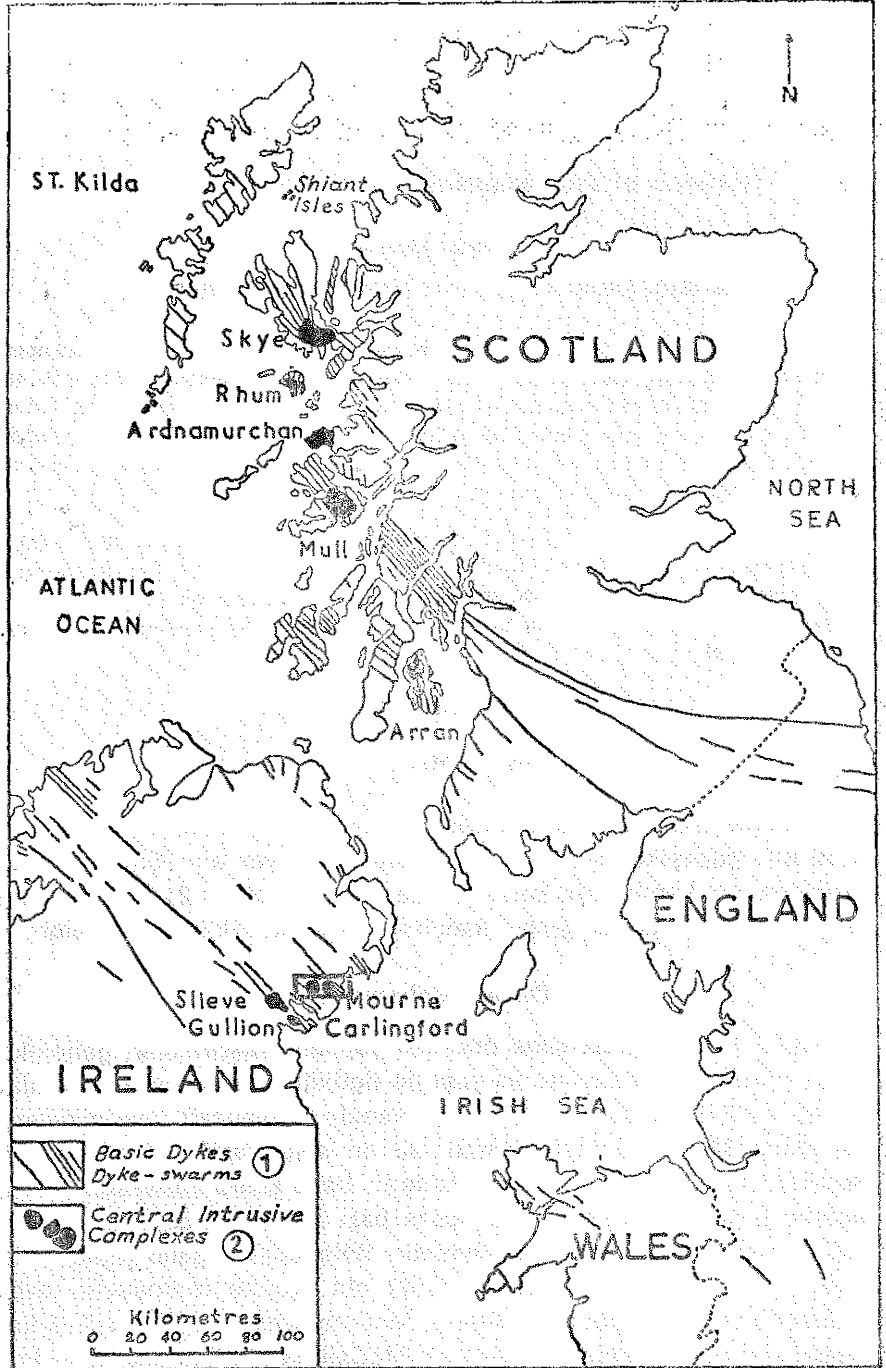
GİRİŞ

Etüd Sahasının Yeri

Mourne kompozit intrüzyonları, Kuzey İrlanda'nın başkenti Belfast'ın 50 km. güneyindeki bir dayk demeti içinde yer alır (Şekil 1 ve 2). İntrüzyon, bir konik dayk karakterinde olup, uzunluğu 21 km. genişliği de 8 km. olan Mourne granit masifini bir elips şeklinde çevreler.

Önceki Çalışmalar

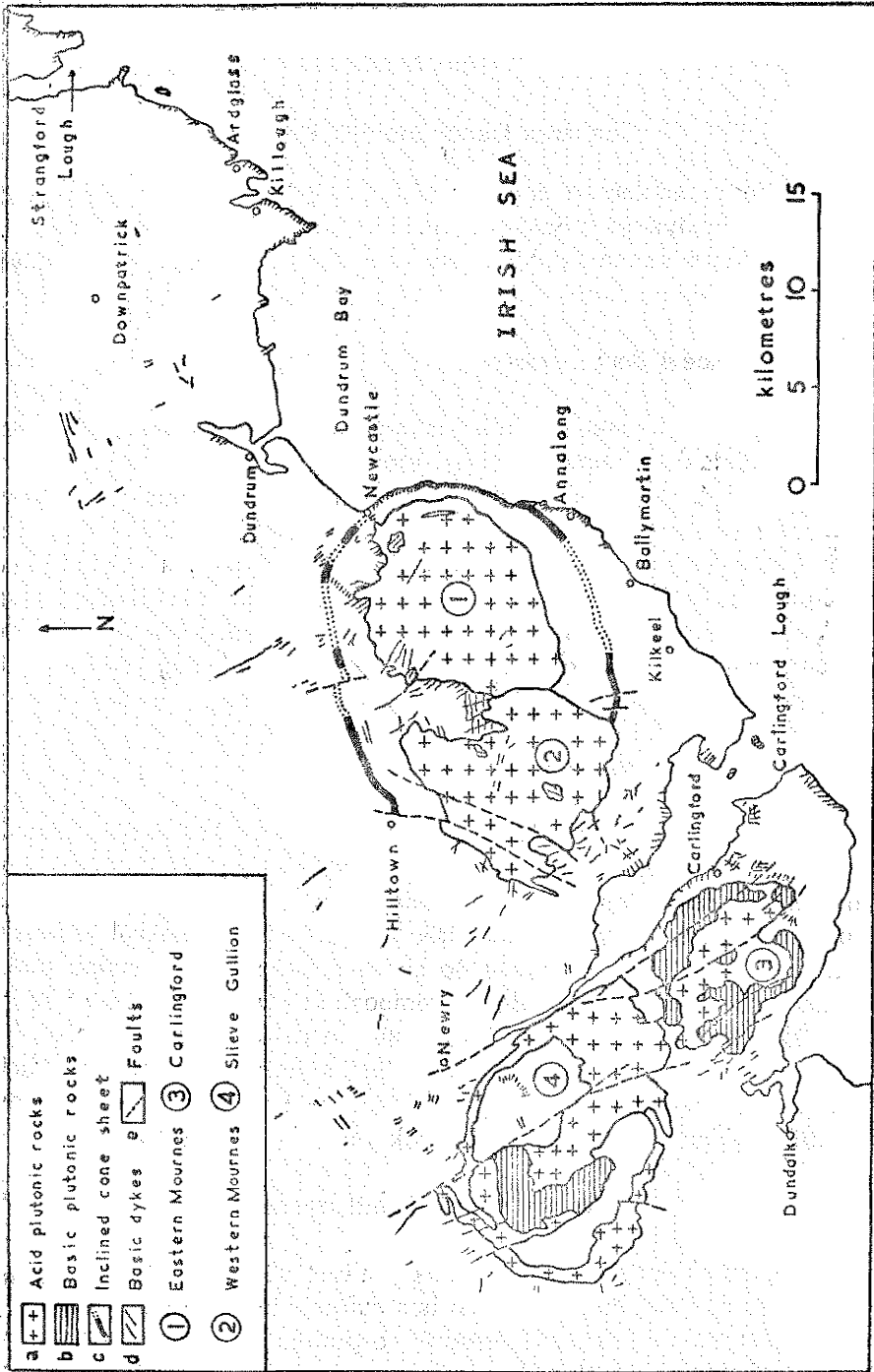
Çalışma sahasında daha önceden yapılan araştırmalar, genellikle granit masifinin intrüzyonu ve yaşı ile ilgilidir. Bunlardan en önemlisi Richey (1927) tarafından yapılmış olanıdır. Kompozit intrüzyonların yer aldığı Mourne dayk demeti ise en son olarak Tomkeieff ve Marshall (1935) tarafından incelenmiştir. Daha sonra Patterson (1946), Mourne granit masifi ile bunu kesen bazı aplitik intrüzyonlar arasındaki yaş münasebetlerine değinmiştir. Bölgedeki yegâne jeofizik değerlendirme, Cook ve Murphy (1952) nin gravite metoduyla tesbit ettikleri büyük bir gabro batolitinin, Mourne granit masifinin 5-6 km. altında mevcut olduğudur. Bailey ve McCallien (1956), bölgedeki bazı kompozit intrüzyonların yaşı ile ilgilienmişler ve bu arada önemli bir intrüzif kompleks teşkil eden Slieve Gullion bölgesinde araştırmalarda bulunmuşlardır.



Şekil 1 : Britanya adalarındaki Tersiyer yaşlı merkezi intrüziif kompleksleri ve dayk demetlerini gösteren harita (Richey, 1939).

- 1) Bazik dayklar ve dayk demetleri
- 2) Merkezi intrüziif kompleksler

Çalışma sahası dikdörtgen çerçeve ile gösterilmiştir.



Şekit 2 : Mourne bölgesinin jeolojik haritası (Tomkeieff ve Marshall, 1935).

a) Asidik plutonik kayalar, b) Bazik plutonik kayalar,

c) Konik dayklar, d) Bazik dayklar, e) Fay.

1 Doğu Mourne, 2 Batı Mourne, 3 Carlingford, 4 Slieve Gullion merkezli intrüziif kompleksleri.

Sahanın Genel Jeolojik Durumu

Britanya adalarının çoğunda olduğu gibi, Kuzeydoğu İrlanda'daki mağmatik faaliyet de Tersiyerle başlamış ve devam etmiştir. Bu bakımdan, Jeologlar, genellikle formasyonları Tersiyer öncesi ve Tersiyer diye ikiye ayırmışlardır.

Tersiyer Öncesi Formasyonlar

Şekil 2 de verilen jeolojik haritada taranmamış kısımlar, Silurien yaşlı sedimanter kayalar temsil etmektedirler. Egan (1901) tarafından, içinde Llandovery faunası bulunan muhtelif kumtaşı ve şeyiller, bölgenin bir çok yerlerinde mostra vermişlerdir. NE-SW doğrultusunda olan bu kayalar, SE ya hafif eğimlidirler. Granit masifine yakın bölgelerde, kıvrımlı bir yapıya sahip oldukları görülen Silurien tabakaları, bazan da ters dönmüş ve kısmen metamorfize olmuşlardır. Granit-şeyl kantağındaki nisbeten dar bir hornfels kuşağı, metamorfizmanın şiddetini göstermesi bakımından kaydedilmeğe değer.

Tersiyer Yaşlı Formasyonlar

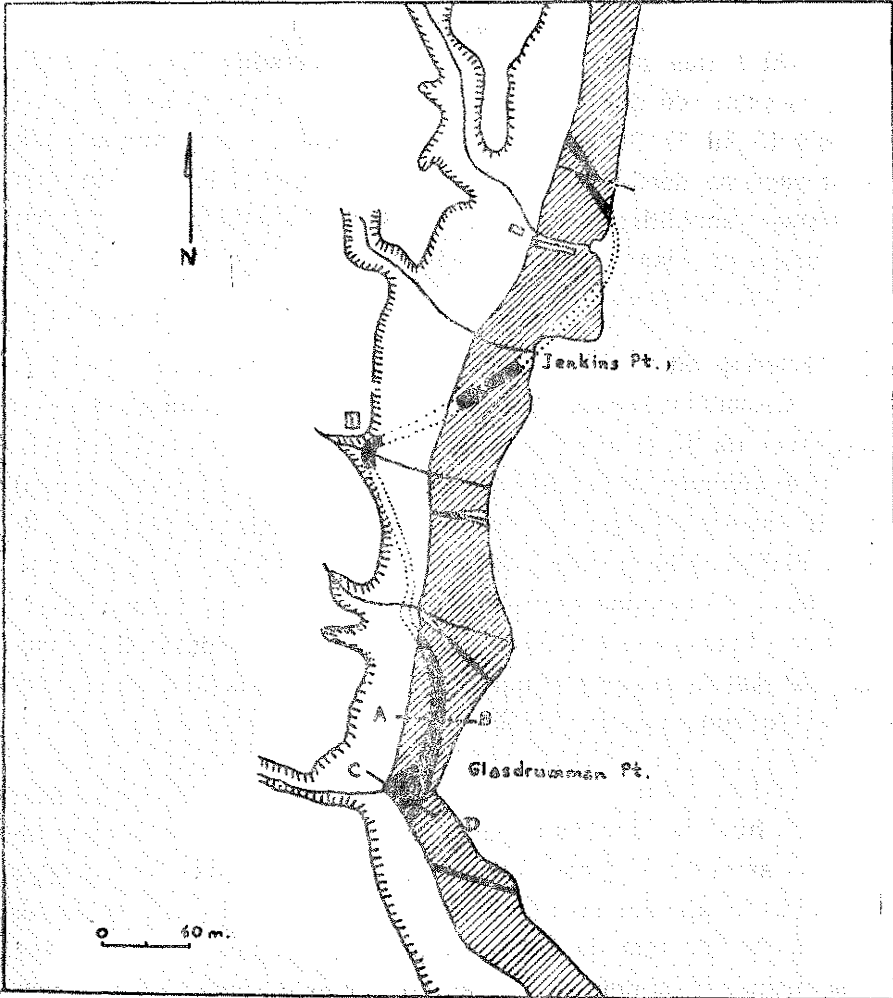
Mourne bölgesinde mağmatik faaliyet, önce NW doğrultusunda bir dayk demetinin intrüzyonu ile başlamıştır. Granit masifini kesmeyen bu dayk demeti, alkali olivin bazalt ve doleritlerden, olivin toleyit, kuvars toleyit ve toleyitik andezitlerden teşekkül etmiştir. Bu dayk demetinin intrüzyonu ile beraber, yazımızın konusunu teşkil eden konik dayk karakterinde bir kompozit intrüzyon da ortaya çıkmıştır. Daha sonra da kompozit intrüzyonu ve dayk demetini kesen bir granit masifi Silurien kumtaşı ve şeyilleri arasına yerleşmiştir. Granit intrüzyonundan sonra, mağmatik faaliyetin son safhalarını temsil eden aplitik dayklar, granit masifini bir çok yerlerde kesmişlerdir.

Mourne Kompozit Intrüzyonları

Mourne bölgesindeki mağmatik faaliyet süresince, bazik mağma ile asidik mağma, hemen hemen her safhada beraber mevcut olagelmıştır. Bu olayı doğrulayan, bazaltik ve granitik karakterdeki farklı iki cins mağmanın birbiri ardı sıra ve aynı yere enjekte edilmesi ile ortaya çıkan bir kompozit intrüzyon, Mourne granit masifinin etrafını bir çember şeklinde çevirmiştir (Şekil 2).

Intrüzyonun Sahadaki Dağılımı ve Petrografisi

Şekil 2 de verilen jeolojik haritadan da izlenebileceği gibi, Mourne kompozit intrüzyonu, kuzeyde Hilltown yakınlarından başlayarak, doğuya doğru, granit masifinin Silurien sedimanlarıyla teşkil ettiği kantağa paralel olarak uzanmakta ve bu kantağın boyunca güneye dönerek Annalong'a ulaşmakta, oradan da batıya yönelerek Kilkeel yakınlarında granit masifi tarafından kesilmiş olarak görülmektedir. Intrüzyon, en bariz şekilde, Annalong'un 2 km. kuzeyindeki Glasdrumman limanında, yükselmiş bir kıyı plâformunda mostra vermektedir (Şekil 3).



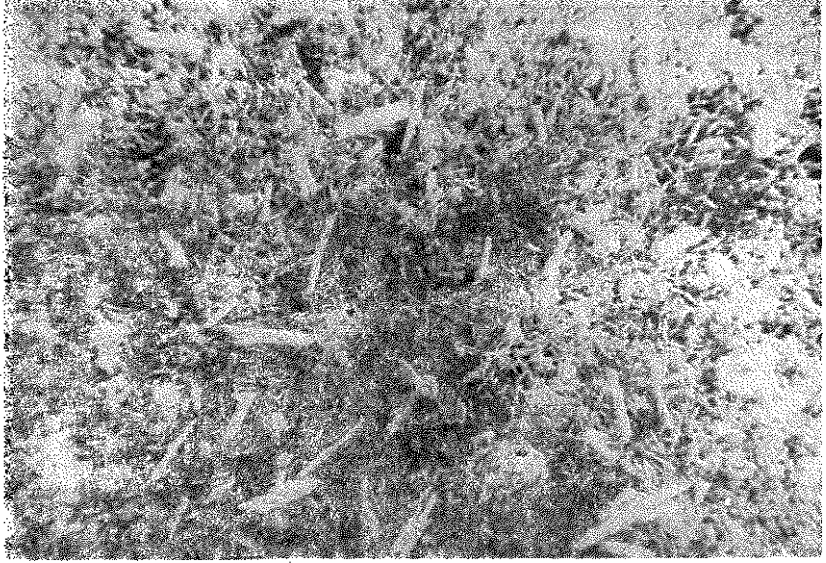
Şekil 3 : Glasdrumman limanındaki kompozit intrüzyonun jeolojik haritası.

Toplam genişliği 15 m. ye yaklaşan bu kompozit intrüzyonun dış kısımları 1 - 1,5 m. genişliğinde bir dolerit kuşağı ile çevrilmiştir (Şekil 4). İç kısımda ise 11 m. genişliğinde bir granofir kütlesi yer alır. 35° lik bir açıyla batıya eğimli olan dolerit-granofir daykının eğimini sabit farzederek bir hesaplama yapılacak olursa, intrüzyonun odağının granit masifinin 5-6 km. altında bulunduğu ortaya çıkar ki bu rakam, jeofizik araştırmalarla bulunan değere çok yakındır (Cook ve Murphy, 1952).

Intrüzyonun dış kısmını teşkil eden doleritlerin, yantaşlarla (kumtaşı ve şeyller) temas ettiği kısımlarda, anı soğumadan dolayı, afanitik bazalt karakterinde çok ince taneli bir yapıya sahip oldukları görülmektedir (Şekil 5). Bu kontak yüzeyinden uzaklaştıkça normal ofitik dolerit yapısına dönüşür (Şekil 6). Doleritler, çeşitli büyüklükte şeyl ve kumtaşı ksenolitleri ihtiva ederler (Şekil 7). Halbuki, intrüzyonun orta kısmını meydana getiren granofirlerde herhangi bir sedimanter ksenolite rastlanılmamıştır.

Mikroskop altında doleritler, ofitik bir yapı gösterirler. Plajiyoklazlar, bitovnit-labradorit bileşiminde olup, hem matriks efemani, hem de (0.05 mm - 1 mm. uzunluğunda) fenokristal halinde bulunurlar (Akman, 1971). Matrikste (0.03 mm - 0.1 mm. uzunluğunda) mikrolit olarak bulunan plajiyoklazların bileşimi andezine kadar düşer. Plajiyoklazların çoğu, Albit-Karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Nokta sayıcı ile yapılan ölçmelerde, fenokristal olarak bulunan plajiyoklazların hacmen % 6-7 civarında oldukları görülmüştür. Buna mukabil matriksteki plajiyoklaz mikrolitleri % 35 ile % 50 arasında değişen değerlere sahiptir.

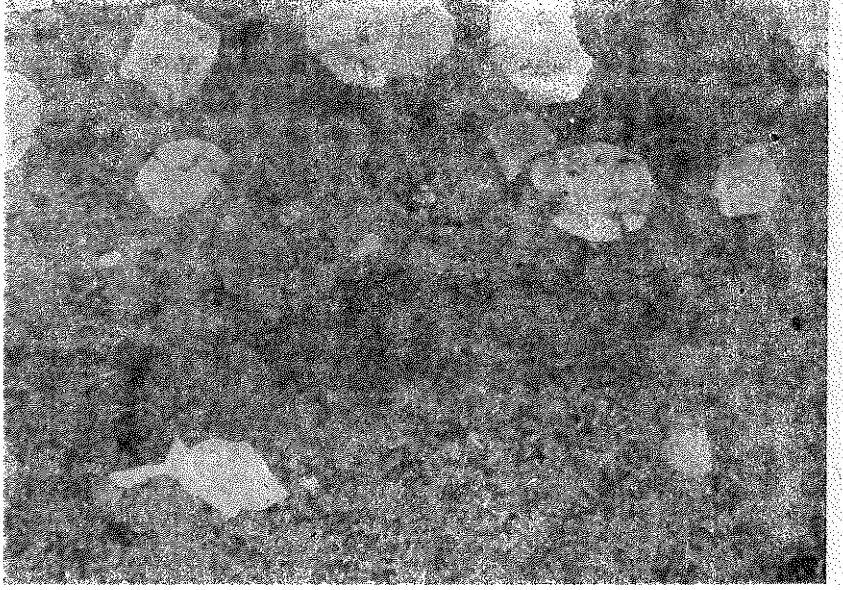
Muntazam şekilli ojit kristalleri de plajiyoklazlar gibi hem matrikste, hem de fenokristal halde bulunurlar. Boyutları 0.04 mm ile 0.7 mm. arasında değişen kalsiyumca zengin ojitler, plajiyoklaz mikrolitleri tarafından çevrilmiş olarak görülürler, ve hacim olarak % 15 - % 30 arasında değişiklik gösterirler. Demir-titan oksitleri olarak manyetit ve ilmenit, alterasyon sonucu ortaya çıkan klorit, tali mineralleri teşkil ederler.



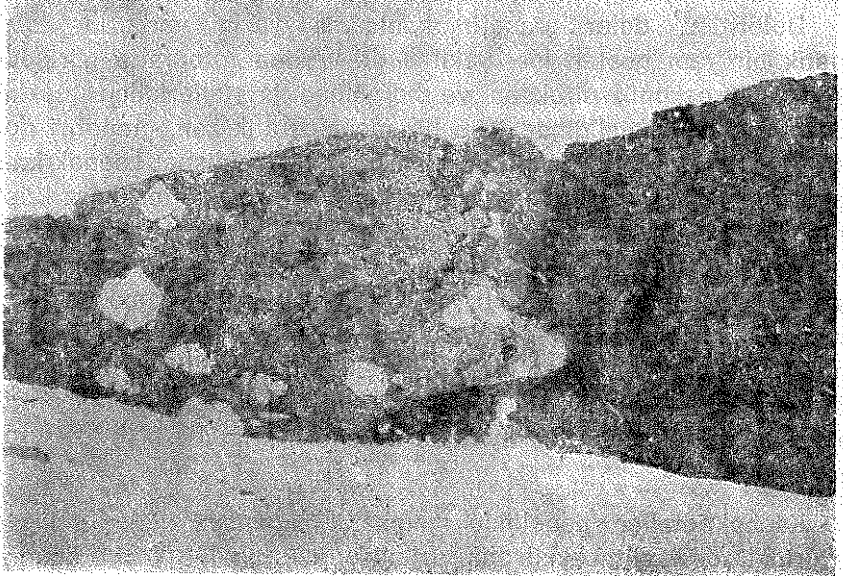
Şekil 5 : Dolerit-şeyl kantağındaki doleritin ince taneli mikroskopik yapısı, X 45.
(Glasdrumman limanı)



Şekil 6 : Doleritin iri taneli, ofitik yapısı, X 45.
(Glasdrumman limanı)



Şekil 8 : Dolerit-granofir kontağının ince kesit fotoğrafı, X 9.
(Glasdrumman limanı)



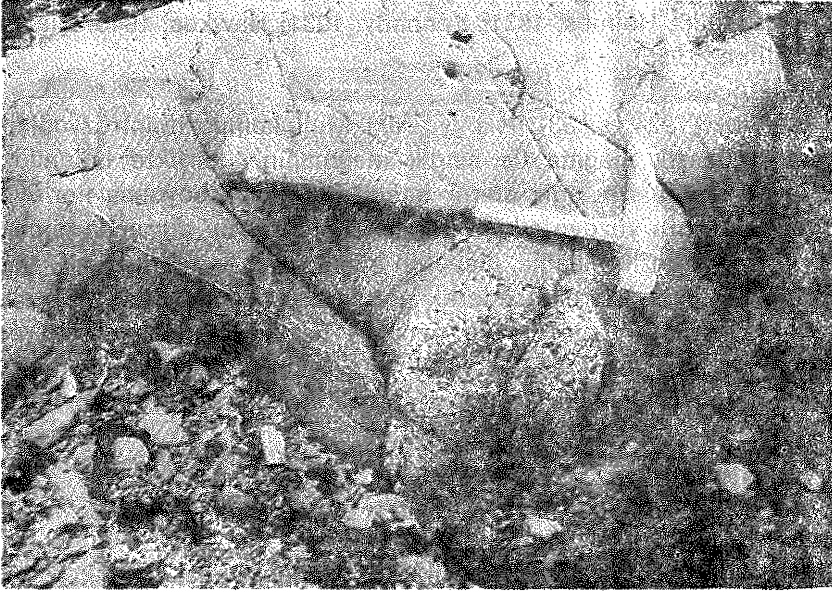
Şekil 9 : Dolerit ksenoliti ile granofir kontağından alınan ince kesit fotoğrafı, X 9.
(Glasdrumman limanı)

Intrüzyonun ortasını meydana getiren granofirlerde bol miktarda dolerit ksenolitlerine rastlanır (Şekil 10 ve 11). Çapları birkaç santimetreden 30-40 sm. ye kadar değişen bu ksenolitlerden bazıları yastık şeklindedirler. Dolerit-granofir kontağına yakın yerlerde sayıları fazılaşan dolerit ksenolitleri, kontaktan uzaklaştıkça pek seyrek olarak tesadüf olunur.

İri taneli, porfiritik ve açık renkte olan granofirler, kuvars ve alkali feldispatlardan teşekkül etmişlerdir. Büyüklükleri 0.5 mm ile 1 sm. arasında değişen ortoklaz kristalleri kısmen alterasyona uğramış, serisitleşmiş ve kaolinleşmiştir. Kuvars kristalleri magmatik aşımınla köşeleri yuvarlanmış bir halde, feldispatik, kriptomatikal bir matris içinde bulunurlar. Kuvars ve feldispatlar, genellikle mirmekitik bir doku halinde matrisle yayılmışlardır. Nokta sayıcı ile yapılan ölçmelerde, alkali feldispatlar % 25 (hacim olarak) kuvars % 20, matris % 50 olarak bulunmuştur. Matrisde ayrıca sodik plajiyoklaz, biyotit, hornblend ve hematit bulunmaktadır. Biyotitin alterasyonu sonucunda kloriteleşme de görülmektedir. Çok az miktarda apatit ve titanit, matrisle dağılmış olarak bulunurlar.

Dolerit-granofir kontağı yakınlarında, ayrıca, kısmen absorbe olmuş halde bazı granofir ksenolitlerine, doleritler içinde tesadüf edilir (Şekil 12). Doleritlerin ilk intrüzyonları esnasında, granofirlerden geçerken kopardıkları parçaları içlerinde kısmen eriterek yeryüzüne çıkartmalarıyla oluşan bu kütleler, dolerit ksenolitlerine kıyasla sayıca çok azdır. Bu durum, bazaltik magmanın asidik bir kütleyi daha kolay eriterek massetmesi, asidik magmanın ise bazaltik parçaları eritmeyip içlerinde ksenolit olarak muhafaza etmeleri ile izah edilebilir.

Dolerit tarafından eritilen granofirler, ince bir zon halinde dıştaki doleritle içteki assimile olmamış granofirleri ayırıcı bir özellik gösterirler. Assimilasyona uğrayan bu granofirlerin fenokristalleri, bozulmamış granofirlerin fenokristalleri ile aynı niteliklere sahiptirler. Aradaki fark, sadece matrisde görülen değişikliktir. Assimile olan granofirin matrisi, olmanın matrisine kıyasla daha koyu renktedir ve daha bol miktarda biyotit ve hornblend ihtiva etmektedir. Matrisin bileşiminin böyle değişmesi ve bu değişikliğin fenokristallerde görülmemesi, asidik ve bazik magmanın beraberce intrüzyonu sırasında, fenokristallerin tam olarak teşekkül etmiş olup, kimyasal reaksiyonların daha ziyade matrisde cereyan ettiğini gös-



Şekil 12 : Dolomit tarafından kısmen massedilmiş bir granofir ksenoliti.
(Glasdrumman limanı)

termesi bakımından önemlidir. Bu durum, daha evvelce de belirtildiği gibi, her iki mağmanın intrüzyon esnasında sıcak ve akışkan bir halde bulduklarına delil teşkil etmektedir.

Intrüzyonun Oluş Tarzının Tartışılması

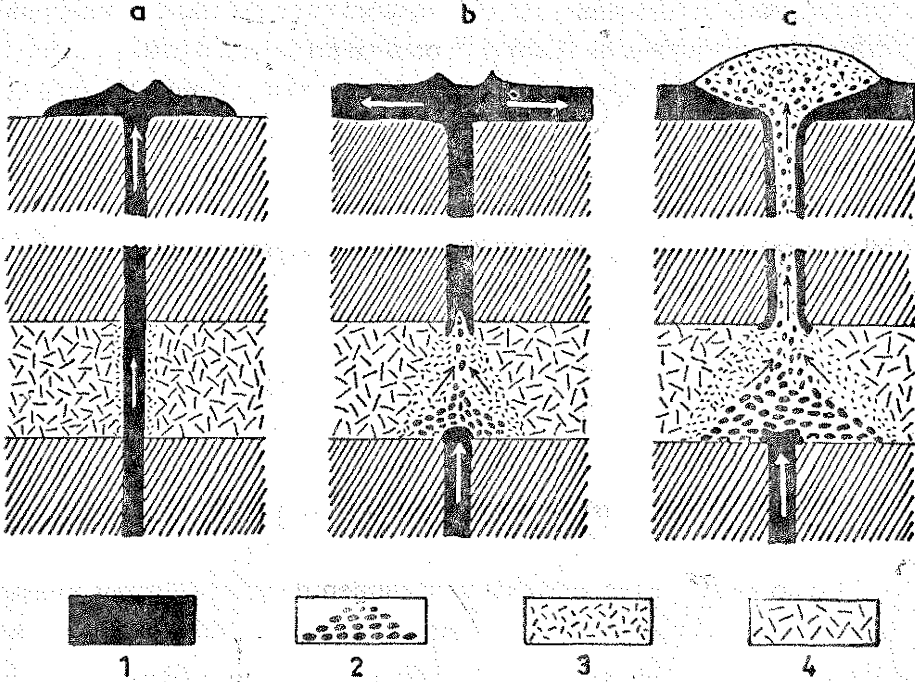
İrlanda, İzlanda ve İskoçya'daki kompozit intrüzyonları inceleyen jeologların hemen hepsi, bu çeşit intrüzyonlarda, asidik mağmanın, bazik karakterdeki bir mağmanın enjeksiyonunu takip ederek ve bazik magma henüz tamamen katılaşmadan aynı bölgeye yerleştiği hususunda hemfikirdirler. Örneğin, Harker (1904, s. 230), İskoçya'daki Skye kompozit intrüzyonlarının oluşumunu, aynı magma rezervuarında birlikte bulunan değişik bileşimli iki ayrı magmadan birinin intrüzyonunu, diğerinin takip etmesine bağlar. Harker'a göre, aynı magma rezervuarında, intrüzyon öncesi magmatik farklılaşmaya uğrayarak meydana gelen, nisbeten hafif bir asidik magma, daha ağır olan bazik magmanın üzerinde bulunur. Harker'ın görüşünü benimseyen jeologlar, bu hipotezi

değişik jeolojik bölgelerde uygulamışlardır (Bailey, 1924; Richey ve Thomas, 1930; Holmes, 1931; Kennedy, 1931; Hawkes, 1945; Bialek ve McCallien, 1956).

Bailey (1924, s. 33), İskoçya'daki Mull kompozit intrüzyonlarının kökenini, bazik magma ile asidik magmanın, birlikte buldukları magma rezervuarını eğik olarak kesen bir çatlak boyunca ilerleyerek birbiri ardı sıra yüzeye çıkmaları ile izah eder. Bu durumda, sıcak ve akışkan olan bazik magma, nisbeten soğuk olan asidik magmaya nazaran daha süratle hareket ederek yeryüzüne çıkar. Açılan bu yoldan, daha sonra asidik magma da geçerek bazik magmayı takip eder. Richey ve Thomas (1930, s. 63), yine İskoçya'daki Ardnamurchan kompozit dayk ve sillerinin de aynen bu şekilde oluştuğunu ileri sürerler.

Bu konuda nisbeten değişik bir görüş, Wilcox (1944, s. 1072) tarafından öne sürülmüştür. Wilcox'a göre, dünyanın değişik bölgelerinde görülen bazaltik volkaniklerin hemen hepsi, yer kabuğunun derinliklerinde bulunan magma rezervuarlarını delen çatlaklar boyunca yeryüzüne çıkarlar. Halbuki riyolitik indifaların çoğu, yüzeye yakın kısımlardaki magma rezervuarlarından türerler. Bu da gösterir ki, asidik magma, bazik magma rezervuarı üzerinde, ayrı bir magma odasında bulunabilir. Her iki magma rezervuarının aynı anda bir çatlak tarafından delinmesiyle, bazik ve asidik magma, birbiri arkasından yeryüzüne çıkarlar.

Aynı konuda Blake (1965, s. 40), bir kompozit intrüzyonun oluşumu esnasında, asidik ve bazik magmaların birbirleriyle olan münasebetlerini şematik olarak göstermeye çalışmıştır. Blake'e göre, bir bazik dayk, viskoz haldeki asidik bir kütleyle boylamasına kesecek olursa, daykın bu kütle üzerine yaptığı basıncın etkisiyle asidik kütle çatlar ve bu çatlaktan geçen bazik dayk da yeryüzüne ulaşır (Şekil 13 - a). Bir süre sonra, bazik magmanın sıcaklığı tesiriyle, daykın geçtiği bölgede asidik magma akışkan bir hale gelir (Şekil 13 - b). Viskozitesi bu şekilde azalan asidik kütle içinden bazik dayk artık geçemez olur ve bunun yerine yastık şeklinde bazik parçalar, erimis haldeki asidik materyel tarafından yüzeye taşınır (Şekil 13 - c).



Şekil 13 : Bir kompozit intrüzyonun oluşumunu ve farklı iki cins mağmanın intrüzyon esnasında birbirleriyle olan münasebetlerini gösteren şematik kroki (Blake, 1965)

- 1) Bazik mağma, 2) Yastık şeklinde bazik kütleler,
3) Erimiş asidik mağma, 4) Viskoz asidik mağma.

Bu tarzda teşekkül eden yastık şekilli dolerit kütlelerine, Mourne kompozit intrüzyonlarının ortasını meydana getiren granofirlerle, dış kısımlarında bulunan doleritlerin kontağına yakın bölgelerde çok sık olarak rastlanılmaktadır (Şekil 11). Bu bakımdan, bölgedeki kompozit intrüzyonların oluşumunu, birbirinden pek uzakta olmayan ve muhtemelen aynı mağma rezervuarında birlikte bulunan üstteki asidik ve alttaki bazik mağmaların, birbirini takip ederek yüzeye ulaştığı tarzında izah edebiliriz.

Bazik mağmanın, viskoz haldeki bir asidik mağmayı akışkan hale getirmesi ise, bu iki mağmanın normal kristalleşme sıcaklıkları ara-

sındaki farklılık derecesinden ileri gelmektedir. Sıcaklık artışlarının mağmanın viskozitesini azalttığı ötedenberi bilinmektedir. Larsen (1929, s. 94), asidik mağmanın ilk kristalleşme sıcaklığının $600^{\circ} - 700^{\circ}\text{C}$ civarında olduğunu söyler. Buna mukabil, bazik mağmanın ilk kristalleşme sıcaklığı bu değerlerin çok üzerindedir. Jagger (1947)'in bildirdiğine göre, 1921 Kilauea volkanik indifasında, bazaltik lâvın ölçülebilen sıcaklığı, 1100°C ile 1200°C arasında değişmektedir.

Ault, Eaton ve Richter (1961, s. 792), 1959 Kilauea indifarı esnasında püsküren bazalt lâvında yaptıkları ölçmelerde, sıcaklığın, 1060°C ile 1190°C arasında değiştiğine işaret ederler.

Asidik-Bazik Mağma Karışımının Kimyasal Olarak İzahı

Tablo 1 de verilen kimyasal analizlerden de izlenebileceği üzere, Mourne kompozit intrüzyonunu oluşturan bazik ve asidik mağmaların, intrüzyon esnasında, birbirleriyle olan münasebetlerinden, değişik oranlarda karışımlar meydana gelmiştir. Tabloda verilen 8 analizden 5 i, toplanan nünunelerin analizlerine aittir. Diğer 3 ü ise, teorik olarak, SiO_2 yüzdesi üzerinden hesaplanan karışma oranlarını ifade ederler. Buna göre, tabloda A ve B harfli analizler, sırasıyla, intrüzyonu meydana getiren granofir ve doleritin bileşimlerini gösterirler. % 9 granofir ve % 91 doleritin teorik olarak karışımı, granit-dolerit kontaklarına yakın kısımlardaki granofir içinde bulunan bir dolerit ksenolitinin (GPCS-4) bileşimine tekabül eder. Aynı şekilde, bu kontak civarındaki doleritler içinde kısmen massedilmiş bir granofir ksenolitinin (GPCS-12) bileşimi de, % 30 asidik ve % 70 bazik materyalin karışımına yaklaşık bir değerdedir. Doleritler tarafından assimile edilmiş granofirin (GPCS-14) bileşimi ise, % 76 granofir ve % 24 doleritin teorik olarak karışımına eşittir.

Bütün bu analizler gösterir ki, intrüzyon esnasında, bazik mağma ile asidik mağma arasında, bir dereceye kadar, madde alışverişi olmuştur.

Slieve Gullion intrüzif kompleksinin Mourne bölgesine yakınlığı göz önüne alınırsa, her iki merkezde de eş zamanlı mağmatik faaliyet esnasında, aynı olayların cereyan etmiş olabileceği düşünülebilir. Nitekim, yastık şekilli dolerit ksenolitlerine, Mourne granofirleri içinde bol miktarda rastlanması, bu iki kompleksin ortak yanlarının mevcut olduğuna işaret eder.

Bu araştırmada varmış olduğumuz sonuçları şu şekilde özetleyebiliriz :

1. Akışkan ve nisbeten ağır olan bazik bir mağmanın, asidik bir materyel içinden geçerek yükselebilmesi için, intrüzyon başlangıcında, asidik mağmanın, viskoz olması gerekir.

2. Kuvars ve ortoklaz gibi ksenokristalleri vücuda getirebilmesi için, asidik materyalin, porfiritik karakterde, yani fenokristalleri ile matriksi arasında belirli bir doku farkının mevcut olması lâzımdır.

3. Fenokristalleri, ksenokristaller haline dönüştürebilmesi için, açılan çatlak boyunca yükselen bazik mağmanın, asidik materyeli eriterek, kısmen massetmiş olması icap eder.

Bunların dışında, bir intrüzyonun kompozit intrüzyon mahiyetinde olabilmesi için, başlıca 4 özelliğin mevcut bulunması gerekir:

1. Intrüzyonun dış kısımlarında bulunan mağmanın bileşimi, ortasını meydana getiren mağmanın bileşiminden farklı olmalıdır.

2. Intrüzyon esnasında sıcak olan dıştaki mağmanın meydana getirdiği kayacın yantaşlarla olan temas yüzeylerine yakın kısımları, çok ince taneli bir dokuya sahip bulunmalıdır.

3. Intrüzyonun orta kısmı, dış kısmından kısa bir müddet sonra enjekte edilmiş olmalıdır.

4. Intrüzyonun dıştaki kısmıyla, orta kısmı arasında herhangi bir anı soğuma durumu bulunmamalıdır.

S U M M A R Y

The Tertiary dyke-swarm of the Mourne area in Northern Ireland, consists principally of basic and intermediate dykes and an inclined, composite cone-sheet surrounding the Mourne Mountain granites.

The relationship between acid and basic magma outlined above suggests that two sub-crustal magmas of widely different composition existed at the same time not far from each other, or perhaps co-existed in the same magma chamber in the Mourne area. A fissure communicating with such a reservoir, may have cut the wall of the reservoir, and thus offer itself as a channel of intrusion for both acid and basic magma.

The conclusions reached by this research can be summarized as follows :

1. For the relatively heavy basic magma to rise through acid material, the latter must have been substantially viscous, and quite hot.
2. To yield xenocrysts such as quartz and alkali feldspar, the acid material must have been porphyritic with marked distinction between its phenocrysts and groundmass.
3. To convert phenocrysts to xenocrysts, the uprising basic magma must have melted acid material along the containing walls of the fissure, and mixed with the product.

Teşekkür. — Bu yazı, İngiltere'nin Durham Üniversitesinde yapılan doktora çalışmalarından yararlanarak hazırlanmış olup, analizler ve değerlendirmeler, adı geçen Üniversite laboratuvarlarında yapılmıştır.

Yazar, çeşitli yardımlardan ötürü Üniversitenin Jeoloji Bölümü Başkanı Prof. Dr. G. M. Brown'a ve araştırma süresince yakın ilgisini esirgemeyen tez yönetmeni Dr. C. H. Emeleus'a teşekkür eder.

BİBLİYOGRAFYA

- Akıman, O., 1971, The petrology and geochemistry of the Tertiary dyke-swarm associated with the Mourne Mountain granites, Northern Ireland: (Neşredilmemiş doktora tezi). Durham Üniversitesi, 131 s.
- Ault, W.U., Eaton, J.P., ve Richter, D.H., 1961, Lava temperatures in the 1960 Kilauea eruption and cooling lake: Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 72, 791-794.
- Bailey, E.B., Clough, C.T., Wright, W.B., Richey, J.E., ve Wilson G.V., 1924; Tertiary and post-Tertiary geology of Mull, Loch Aline and Oban: Mem. Geol. Surv. Scot., 446 s.

- , ve McCallien, W.J., 1956, Composite minor intrusions, and the Slieve Gullion complex. Ireland: Liverpool and Manchester Geol. Jour., Vol. 1, 466-501.
- Blake, D.H., Elwell, R.W.D., Gibson, I., Skelhorn, R.R., ve Walker, G.P.L., 1965, Some relationships resulting from the intimate association of acid and basic magmas; Quart. Jour. Geol. Soc. Lond., Vol. 121, 31-50.
- Cook, A.H., ve Murphy, T., 1952, Measurements of gravity in Ireland; Gravity Survey of Ireland north of a line Sligo-Dundalk: Dublin Inst. Adv. Studies, Geophys. Mem., Vol. 2, kısım 4.
- Egan, F.W., 1901, Geological Survey 1 inch to 1 mile map of Ireland, Sheet 60.
- Harker, A., 1904, The Tertiary Igneous Rocks of Skye: Mem. Geol. Surv. U.K., 481 s.
- Hawkes, L., 1945, The Gardiner River rhyolite-basalt complex: Geol. Mag., Vol. 82, 182-184.
- Holmes, A., 1931, The problem of the association of acid and basic rocks in central complexes: Geol. Mag., Vol. 68, 241-255.
- Jagger, T.A., 1947, Origin and development of craters: Mem. Geol. Soc. Amer., Vol. 21, 502 s.
- Kennedy, W.Q., 1931, On composite lava flows; Geol. Mag., Vol. 68, 166-181.
- Larsen, E.S., 1929, The temperatures of magmas: Amer. Mineral., Vol. 14, 81-94.
- Patterson, E.M., 1946, Age relationships in a Mourne granite quarry—a geological note: Jour. Irish Natural., Vol. 8, 123-124.
- Richey, J.E., 1927, The structural relations of the Mourne granites: Quart. Jour. Geol. Soc. Lond., Vol. 83, 653-693.
- , 1939, The dykes of Scotland: Edinburgh Geol. Soc. Trans., Vol. 13, 419-432.
- , ve Thomas, H.H., 1930, The geology of Ardnamurchan, North-West Mull and Coll: Mem. Geol. Surv. U.K., 393 s.
- Tomkeieff, S.I., ve Marshall, C.E., 1935, The Mourne dyke-swarm: Quart. Jour. Geol. Soc. Lond., Vol. 91, 251-292.
- Wager, L.R., ve Bailey, E.B., 1953, Basic magma chilled against acid magma: Nature, Vol. 172, 68-70.
- Wilcox, R.E., 1944, Rhyolite-basalt complex on Gardiner River, Yellowstone Park, Wyoming: Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 55, 1047-1080.

ve
on
29
re
he
th

as

did
of.
he
on

sic
of

lan
ve
tir.

mü
sini

arm
land:

1969
. 72,

1924;
bark