

Ahmetler- Üşümüş (Manisa) dolayında Menderes Masifi metamorfitlelerinin jeolojik ve Petrografik incelenmesi ve distenli pegmatoidlerin oluşumu

The geological and petrographical investigation of the metamorphic rocks of Menderes Massif in the vicinity of Ahmetler - Üşümüş (Manisa) and the formation of kyanite pegmatoids

OSMAN CANDAN Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.

ÖZCAN DORA Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü- İzmir.

ÖZ : Çalışma bölgesindeki kayalar; Menderes Masifi'ne ait metamorfitle ve bunları üstleyen Neojen yaşlı sedimentler, volkanosedimentler ve volkanitlerden oluşmaktadır. Metamorfitleler ince taneli sillimanitli gnays birimi, sillimanit-granat mika şist/sillimanit-disten-granat şist ardalanmalı birim, muskovit-kuvars şist arakatmanlı sillimanit-disten-staurolit-granat şist birimi, muskovit-kuvars şist arakatmanlı staurolit-granat şist birimi ve zımpara düzeyli mermer birimlerine ayrılmaktadır. Metamorfitlelerde yer alan pegmatoidler mineral içeriklerine göre disten-andalusit pegmatoidler ve muskovit pegmatoidler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Muskovit pegmatoidlerin daha geniş bir yayılım göstermelerine karşın disten-andalusit pegmatoidlere yalnız disten içeren şistlerde rastlanmaktadır. Pegmatoidlerdeki distenler metamorfizma esnasında alüminyumca zengin yan kayalardan uygun yerlere alüminyum göçüyle oluşmuştur. Kimi distenli şistler ekonomik olabilecek tenörde disten kapsar. Bölgedeki metamorfizma koşulları orta dereceden başlayarak yüksek dereceye kadar ulaşmaktadır.

ABSTRACT : The rocks in the studied area consist of the metamorphic rocks of Menderes Massif and the Neogene aged sedimentary, volcano-sedimentary and volcanic rocks. The metamorphic rocks are unconformably overlain by the Neogene aged rocks. The rocks of Menderes Massif are represented by the following rocks : fine-grained sillimanite gneisses, the intercalated unit of the sillimanite-kyanite-staurolite-garnet schists, sillimanite-kyanite-staurolite-garnet schists and staurolite-garnet schists which contain muscovite-quartz schist interlayers, and the marble with emery deposits. The pegmatoides investigated in the metamorphic rocks are classified into two groups according to their mineral paragenesis as the kyanite-andalusite pegmatoids and the muscovite pegmatoids. Although the muscovite pegmatoids are observed in a wide-spread area, the kyanite-andalusite pegmatoids are only found in the kyanite bearing schists. The kyanite crystals examined in the pegmatoids have been formed by a process of Al migration from the Al-rich country rocks during the metamorphism. The amount of kyanite in some of the kyanite bearing schists reaches economic concentrations. In the studied area, the metamorphic conditions increased from medium to high grade metamorphism.

GİRİŞ

Çalışma bölgesi Manisa ilinin Demirci ilçesinin 30 km kadar güneyinde yer almaktadır (Şekil 1). Bölgeye ulaşım Demirci-Borlu karayolundan sağlanmaktadır-

Bölgenin yakın çevresinde evvelce yapılan çalışmalar daha çok pegmatoidlerdeki ekonomik minerallere yöneliktir. Atabek (1943) pegmatoidlerdeki muskovitlerin tektonik etkiden dolayı yapı bozuklukları gösterdiğini belirtmektedir, Egger (1960). pegmatoidleri pretektonik ve posttektonik olmak üzere iki grup altında toplamaktadır. Ayan (1971) bölgedeki metamorfizmanın almandin-amfibolit fasiyesinin en üst düzeyine ulaştığını vurgular- Konak (1982) ise bölgede büyük ölçekli bindirmelerin bulunduğunu ve metamorfitlelerin üzerine uyumsuz olarak Triyas yaşlı sediman-

ların geldiğini ileri sürmektedir.

^{Bu} Simula bölgedeki pegmatoidlerin oluşumunun açıklanmasının yanısıra, metamorfitlelerdeki mineral biraradalığı ve metamorfizma koşulları irdelenmiştir.

LİTOSTRATİGRAFI

Çalışma alanında temeli, gnays, şist, mermer, metabazit ve pegmatoidlerden oluşan metamorfitleler oluşmaktadır (Şekil 2). Bunların üzerine Neojen yaşlı sedimentler, volkanosedimentler ve volkanitler gelmektedir (Şekil 3). Metamorfitleler

Bölgedeki metamorfitleler ana çizgide gnays, şist ve mermer olarak ayrılabilir. Ayrıca bunların çeşitli düzeylerindeki eski bazik kayalardan oluşan amfibolitler ve pegmatoidler yer almaktadır.

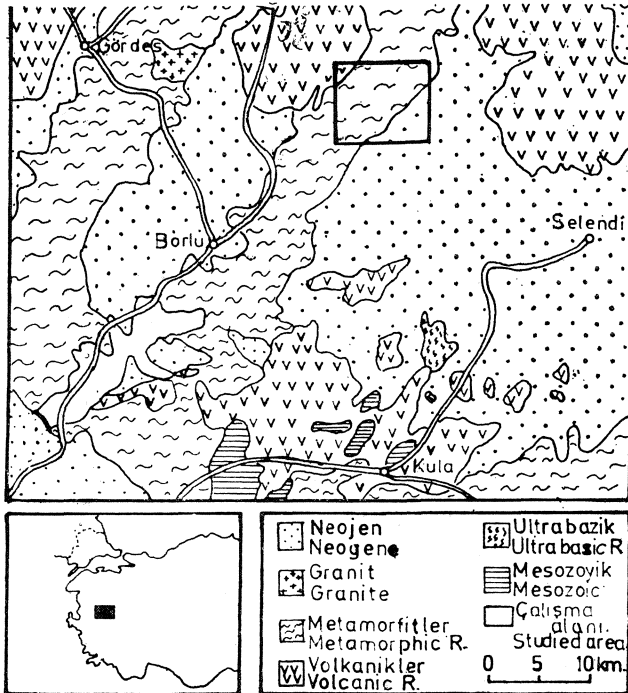
İnce taneli sillimanitli gnays bilimi. Metamorfiterin tabanını oluşturan bu kayalar genellikle derin vadilerde yüzlek verirler. Birimin şistlerle olan üst dokanağı uyumludur. Yaygın muskovit pegmatoid oluşumları ile karakterize edilen üst dokanak, en iyi olarak Karaisalar Köyünün güneyinde izlenebilmektedir.

İnce taneli gnaysların mineral bileşimleri «kuvars-K-feldspat (ortoklas/anortoklas) -plajioklas (An23-26)-biotit-muskovit-klorit-sillimanit-apatit-turmalin-zirkon» şeklinde verilebilir. Birime ait mineral yüzde değerleri Çizelge 1'de verilmektedir.

Kayalardaki sillimanitler buldukları yerlere göre, a) plajioklas/plajioklas dokanağında, b) plajioklas/-K-feldspat dokanağında, c) biotitlerin (001) düzlemlerinde büyüyen sillimanitler olmak üzere üç grup altında toplanabilir. Feldspat dokanağındaki sillimanitler fibrolitik ya-

	G-1	G-2
KUVERS	31.2	41.1
K-FELDSPAT	10.2	14.9
PLAJİOKLAS (An 23-26)	26.6	24.0
BIOTİT	21.2	14.9
MUSKOVİT	10.2	4.3
KLORİT	eser	eser
SİLLİMANİT	0.03	0.04
APATİT	eser	eser
TURMALİN	eser	eser
ZİRKON	eser	eser
TOPLAM	99.4	99.6

Çizelge 1: İnce taneli sillimanitli gnaysların modal analiz sonuçları-



Şekil 1. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası.
Figure 1. Location map of the studied area.

pidadır. Karakteristik saç örgüsü yapısı gösteren bu kristaller, dokanak yaptıkları minerallerin içerisine doğru saçklanmaktadır (Şekil 4). Biotitlerin (001) düzlemlerinde ise «Widmann-staetten» tipi yapılar oluştururlar.

Table 1- Modal composition of the fine-grained sillimanite gneisses.

Plajioklaslar oligoklas türüdür. K-feldspatların bir kısmı metasomatik yollarla türemiştir. Kloritler ikincil olup biotitlerin retrograt ürünüdür. Menderes Masifindeki gnaysların karakteristik özelliği olan kataklastik doku (Başarı, 1975; Kun, 1976; Ayan, 1971) bu yörede de tüm örneklerde açıkça gözlenmektedir.

Sillimanit-granat-mika şist/Sillimanit-disten-granat şist ardalı birim. İnce taneli sillimanitli gnaysların üzerine gelen bu birimin tabanında sillimanit-granat mika şist egemen olup, üst düzeylere doğru sillimanit-disten-granat şistler artmaktadır.

Sillimanit-granat mika şistler özellikle Karaisalar Köyü'nün kuzeyinde gözlenmektedir. Bu as birimin genel mineral bileşimi, «kuvars-plajioklas (An 25-27)-granat-sillimanit-biotit-muskovit-klorit-apatit-turmalin-zirkon» olarak verilebilir. Birimin modal analiz sonuçları mikanın bolluğunu açıkça vurgular (Çizelge 2).

	ÖR-42	ÖR-43
KUVERS	30.21	40.92
PLAJİOKLAS (An 25-27)	30.41	35.96
SİLLİMANİT	0.08	0.02
BIOTİT	24.63	21.87
MUSKOVİT	7.29	1.23
KLORİT	1.13	eser
GRANAT	4.91	—
APATİT	1.37	eser
TURMALİN	eser	eser
ZİRKON	eser	eser
TOPLAM	100.03	100.00

Çizelge 2: Sillimanit-granat mika şistlere ait modal analiz sonuçları.

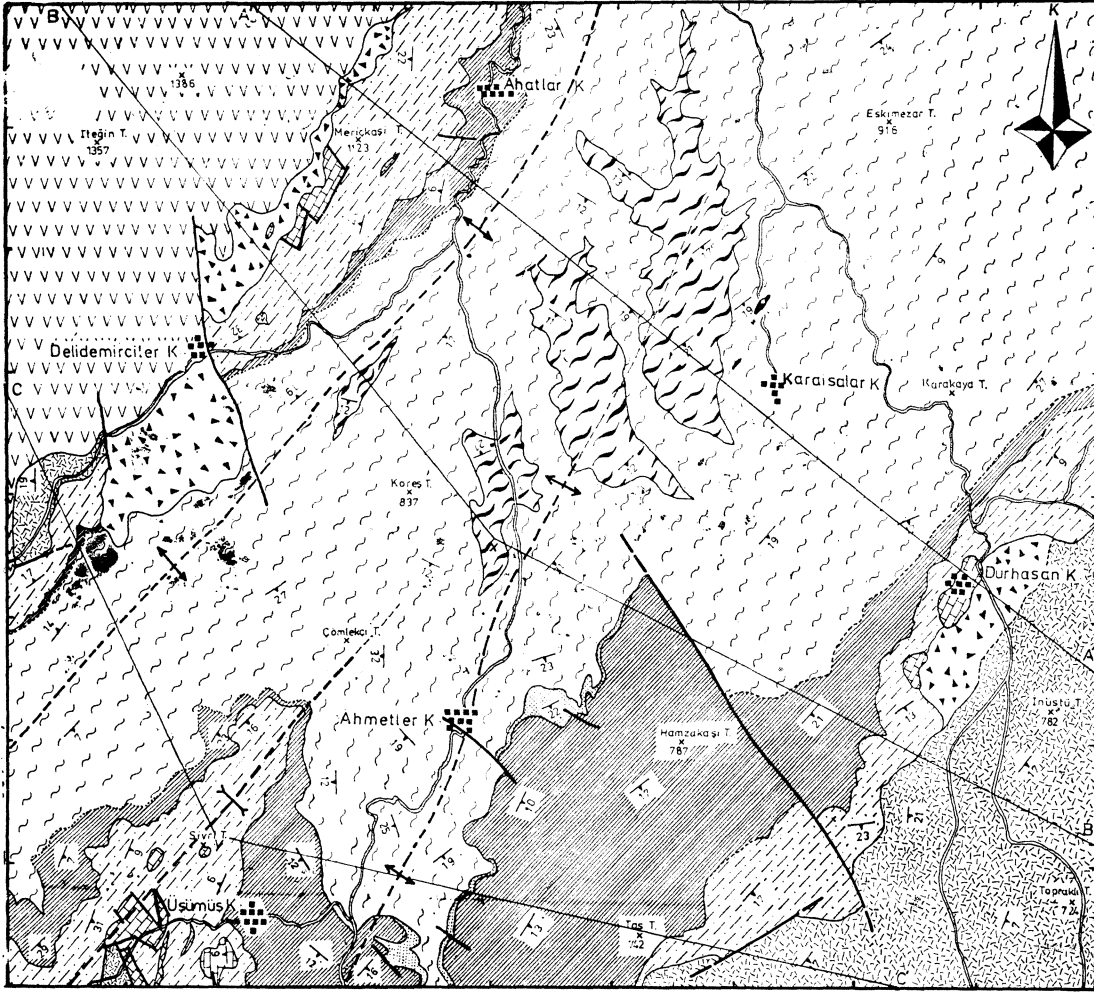
Table 2: Modal composition of the sillimanite-garnet mica schists.

Bu kayalardaki granatlar kristal şekillerine göre iki grup altında toplanabilir. Bunlardan feldspatlar içerisinde bulunan ve tümüyle özşekilli olan granatlar kayalardaki en genç minerallerdir. İkinci grubu oluşturan granatlar ise özşekilsiz olup aşırı derecede deformasyona uğramışlar ve kısmen biotit tarafından ornatılmıştır (Şekil 5).

Sillimanit-disten-granat şistler özellikle bölgenin güneyinde geniş yayılım göstermektedir. Mor renkli olmaları ve çok iri dişten kristalleri (7-8 cm) içermeleri nedeniyle arazide kolaylıkla tanıtabilmektedir. Granatlar daha iri boyutludur. As birim üst dokanağını uyumlu olarak muskovit-kuvars şist arakatmanlı sillimanit-disten-staurolit-granat şistlerle yapmaktadır.

Bu kayaların genel mineral bileşimleri, «kuvars-plajioklas (An 27-30)-disten-sillimanit-granat-biotit-muskovit-klorit-apatit-turmalin-zirkon-lökksen» olarak saptanmıştır. Sillimanit-disten-granat şistlerin modal analiz sonuçla-

AHMETLER, UŞUMUŞ, DURHASAN KÖYLERİ ÇEVRESİNİN JEOLojİK HARİTASI (GEOLOGICAL MAP OF THE VICINITY OF THE AHMETLER UŞUMUŞ DURHASAN VILLAGES)



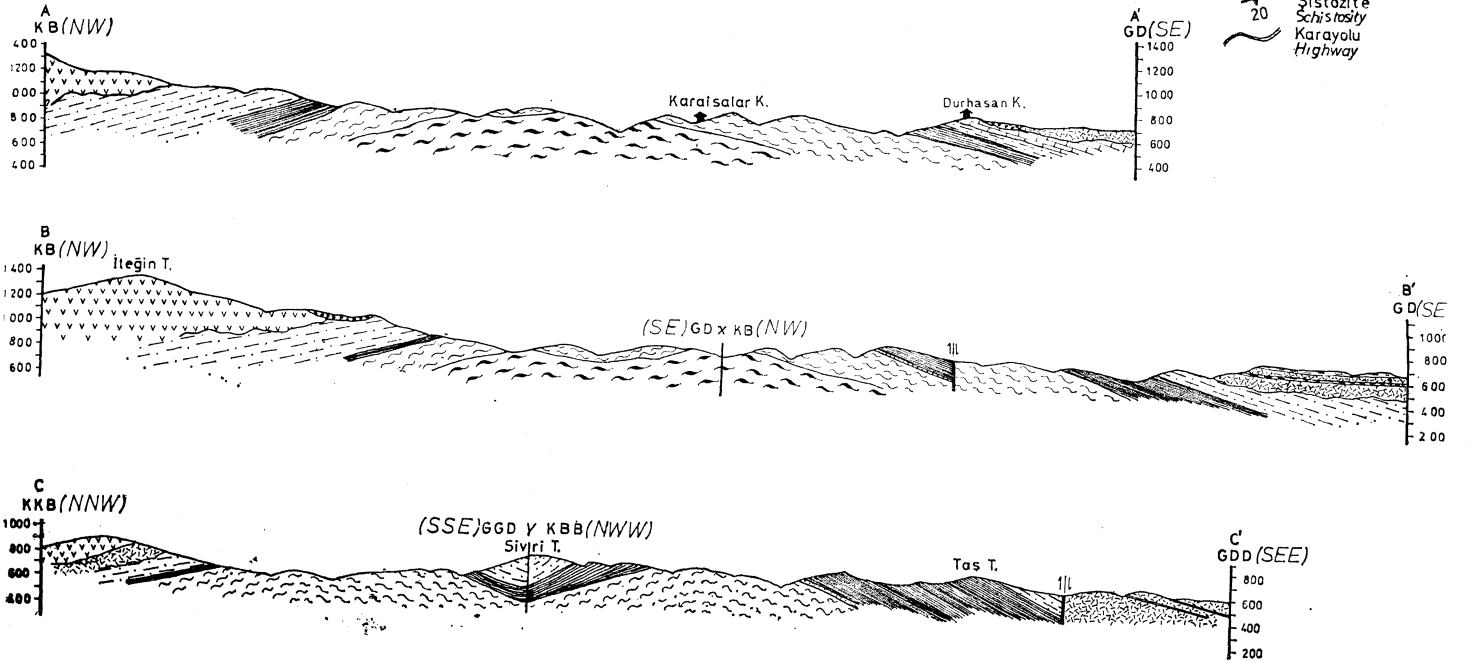
ACIKLAMALAR (Explanation)

- Yamac molozu
(Terrace material)
- Volkanik Birim
(Volcanic Unit)
- Sedimanter ve volkanosedimanter Birim
(Sedimentary and volcanosedimentary Unit)
- Mermar Birimi
(Marble Unit)
- Muskovit-kuvars sist arakatmanlı staurolit-granat sist. Birimi
(Staurolite-garnet schist containing muscovite-quartz schist interlayers)
- Muskovit-kuvars sist arakatmanlı sillimanit-disten-staurolit-granat sist Birimi
(Sillimanite-garnet-staurolite-garnet schist containing muscovite-quartz schist interlayers)
- Muskovit-kuvars sist
(Muscovite-quartz schist)
- Sillimanit-granat-mika sist/Sillimanit-disten-granat sist aralanmalı Birim
(Intercalated unit of sillimanite-garnet mica schist and sillimanite-garnet schist)
- Metagabro
(Metagabbro)
- İnce taneli sillimanitli gneys Birimi
(Fine-grained sillimanite gneiss unit)
- Do kanak
Boundary
- Olasılı dokanak
Probable boundary
- Fay
Fault
- Kıvrım eksenini
Fold axis
- Sistolite
Schistosity
- Karayolu
Highway

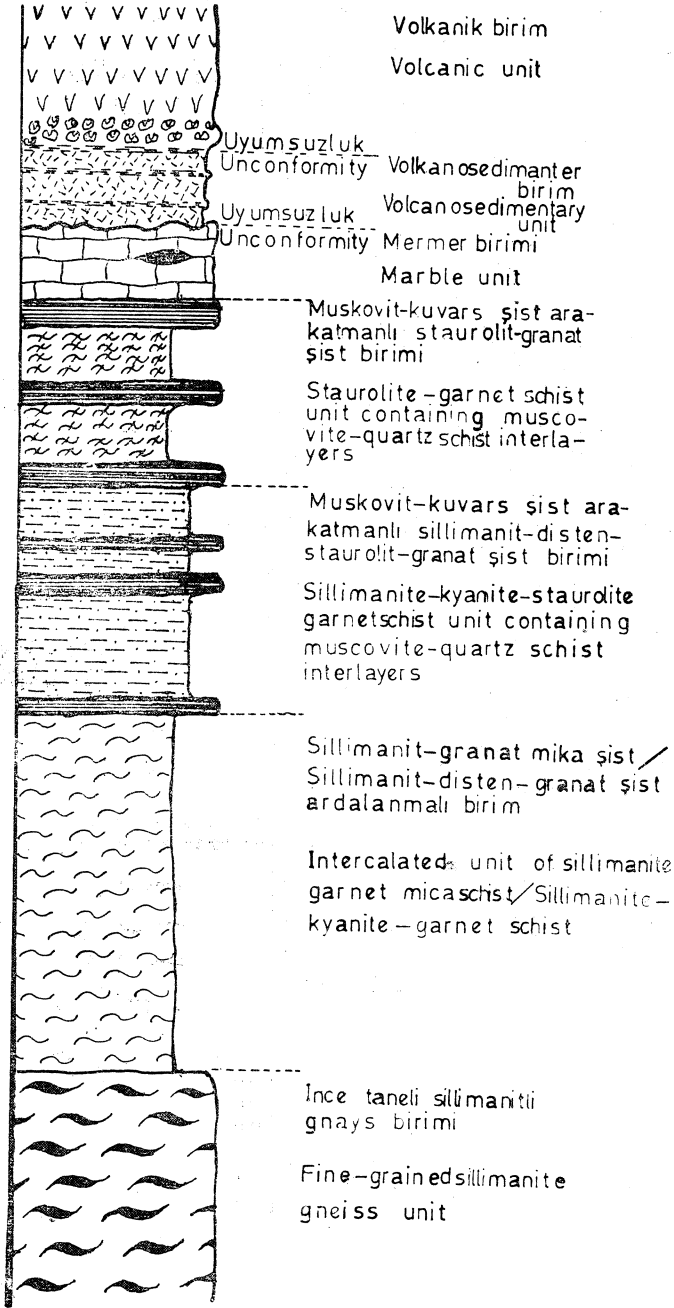
OSMAN CANDAN 1982

Ölçek (Scale)

0m 500m 1000m



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.
Figure 2. Geological map of the studied area.



Şekil 3. Çalışma alanına ait genelleştirilmiş dikme kesit.

Figure 3. Generalized columnar section of studied area.

rı muskovitin çok az oluşu ile göze batmaktadır (Çizelge 3).

Sillimanitler dokanak yaptıkları minerallere göre a) granat dokanağında gelişen, b) biotit dokanağında gelişen, c) disten dokanağında gelişen, d) plajiyoklas/plajiyoklas dokanağında gelişen sillimanitler olmak üzere dört grup altında toplanabilir. Distenden saçaklanarak gelişen sillimanitler, ısı yükselmesine bağımlı olarak gelişen Al_2SiO_5 polimorfları arasındaki faz dönüşümleri ile gelişmektedir (Şekil 6). Granat dokanağında gelişen silli-

manitler ise granatlardan saçaklanmakta ve dokanak yaptıkları feldspatların içerisine girmektedir (Şekil 7). Dokanakta tipik bir tepkime kuşağı gelişmiştir.

	0016	0025	0034
KUVERS	43.59	45.69	42.53
PLAJİOKLAS			
(An 27-30)	35.61	25.73	18.70
DİSTEN	4.49	13.17	6.38
SİLLİMANİT	0.52	0.14	0.12
GRANAT	0.62	1.10	1.70
BİOTİT	14.38	9.23	27.71
MUSKOVİT	0.12	1.01	1.07
KLORİT	0.21	1.53	0.16
APATİT	0.76	0.33	0.24
TURMALİN	eser	2.26	eser
ZİRKON	eser	eser	eser
LÖKOKSEN	eser	eser	eser
TOPLAM	99.97	100.09	99.97

Çizelge 3: Sillimanit-disten-granat şistlere ait modal analiz sonuçları.

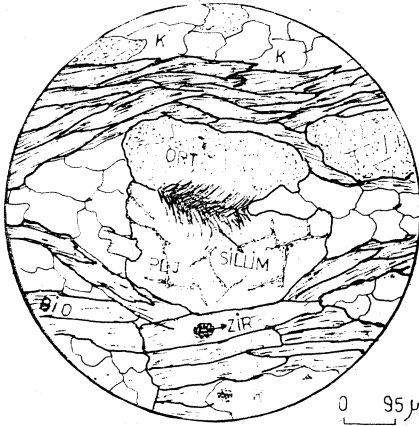
Table 3: Modal composition of the sillimanite-kyanite-garnet schists.

Distenlerin boyları 8 cm ye ulaşabilmektedir. Bu kristallerin aşırı mavi renkleri TiO_2 değerinin yüksekliğinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 8). Retrograd olaylarla serisite dönüşmekte olan bu minerallerin petrografik gözlemlerde daima biotitlerle dokusal bir ilişki içerisinde bulunduğu gözlenmiştir. Çoğu zaman bu beraberliğe muskovit de eşlik etmektedir. Kimi distenli şistlerde disten oranı % 20'ye kadar yükselebildiğinden, ileride ekonomik yönden değerlendirilebilmeleri olasıdır.

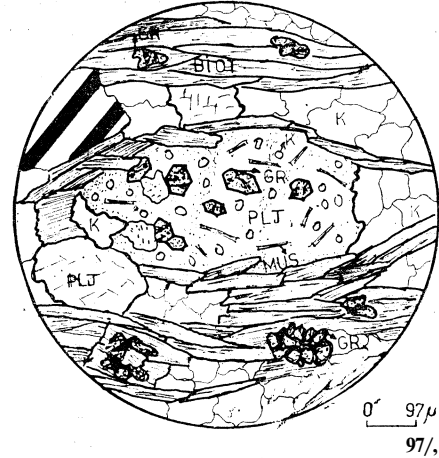
	170	146	196
KUVERS	31.59	24.17	73.61
PLAJİOKLAS			
(An 23-25)	21.33	14.19	9.62
BİOTİT	10.33	23.36	eser
MUSKOVİT	20.86	24.86	16.76
KLORİT	2.20	0.80	—
DİSTEN	2.08	6.05	—
SİLLİMANİT	0.13	0.18	—
STAUROLİT	4.92	5.17	—
GRANAT	6.67	1.20	—
APATİT	eser	eser	eser
ZİRKON	eser	eser	eser
TURMALİN	eser	eser	eser
LÖKOKSEN	eser	eser	eser
TOPLAM	100.11	99.98	99.99

Çizelge 4: Muskovit-kuars şist arakatmanlı sillimanit-disten-staurolit-granat şist birimine ait modal analiz sonuçları. 170, 146: Sillimanit-disten-staurolit-granat şist, 196: Muskovit-kuars şist

Table 4: Modal composition of the sillimanite-kyanite-staurolite-garnet schist unit containing muscovite-quartz schist interlayers. 170, 146: Sillimanite-kyanite-staurolite-garnet schist, 196: muscovite quartz schist.



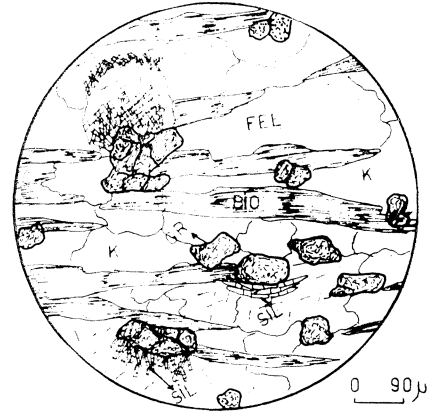
Şekil 4. Feldspat dokanağında gelişen sillimanitler. // M, PLJ: Plajiolklas, K: Kuvars. ORT: Ortoklas, SİLLİM: Sillimanit, BİO: Biotit
 Figure 4. Sillimanite crystals formed between two feldspar grain boundaries. // N, PLJ: Plagioclase, K: Quartz, ORT: Orthoclase, SİLLİM: Sillimanite BİOT: Biotite.



Şekil 5. Sillimanit-granat mika şistler içerisinde gözlenen özşekilli ve özşekilsiz granat kristalleri. + N, BİO: Biotit, K: Kuvars, GR: Granat, MUS: Muskovit, PLJ: Plajiolklas-
 Figure 5. Anhedral and euhedral garnet crystals observed in the sillimanite-garnet mica schists. + N, BİO: Biotite, K: Quartz, GR: Garnet, MUS: Muscovite, PLJ: Plagioclase.



Şekil 6- Disten/Plajiolklas dokanağında yer alan sillimanitler, + N, DİS: Dişten, BİO: Biotit, K: Kuvars, PLJ: Plajiolklas, SİL: Sillimanit.
 Figure 6. Sillimanite needles at boundary between kyanite and plagioclase grains- + N, DİS: Kyanite, BİO: Biotite, K: Quartz, PLJ: Plagioclase, SİL: Sillimanite.



Şekil 7. Granat/Feldspat öokanağında gelişen sillimanitler. // N, GR: Granat, FEL: Feldspat K: Kuvars, BİO: Biotit, SİL: Sillimanit.
 Figure 7. Sillimanites in feldspar at garnet-feldspar grain boundary. // N, GR: Garnet, FEL: Feldspar, K: Quartz, BİO: Biotite, SİL: Sillimanite.

Kayalardaki granatların büyük çoğunluğu predeformatif olup, biotit tarafından ornatılmaktadır. Predeformatif granatların kırılma indisi ve birim hücre parametrelerinden gidilerek bileşimleri «Alm₇₇ Prp₁₉ Grs₄» olarak bulunmuştur. Bu granatların birinden yapılan kimyasal analiz sonuçları da bu bulguyu doğrulamıştır (Çizelge 8).

Muskovit-kuvars şist arakatmanlı sillimanit-disten-staurolit-granat şist birimi. Kıvrımlanmalara bağımlı olarak bölgenin çeşitli yerlerinde yüzlek veren bu birimin en belirgin özelliği, boylan 55 cm ye ulaşabilen staurolit kristalleri içermeleridir. Diğer mikroskopik özellikleri tümü-

le alttaki distenli şistlerle aynıdır. Muskovit-kuvars şist arakatmanları 0.5-15 m kalınlıklarında olup özellikle Ahmetler Köyü'nün KD sunda yoğunlaşmıştır.

Birimin dokanak ilişkisi en iyi Delidemiciler Köyü'nün kuzeyinde gözlenmektedir (Şekil 8). Bu kayaların alt dokanağı staurolit ortaya çıkışıyla, üst dokanağı ise dişten ve sillimanitin kaybolmasıyla simgelenir. Birimi staurolit-granat şistler uyumlu olarak üstler-

Sillimanit-disten-staurolit-granat şistlerin genel mineral bileşimleri «kuvars-plajiolklas (An 23-25) sillimanit-disten-staurolit-granat-biotit-muskovit - klorit-apatit - turma-

lin-zirkon-lökksen» şeklinde verilebilir. Modal analiz sonuçları staurolitin yaygınlığını ve bolluğunu açıkça vurgulamaktadır (Çizelge 4). Al_2O_3 yüzdesindeki artış da bu bulguyu desteklemektedir (Çizelge 7).

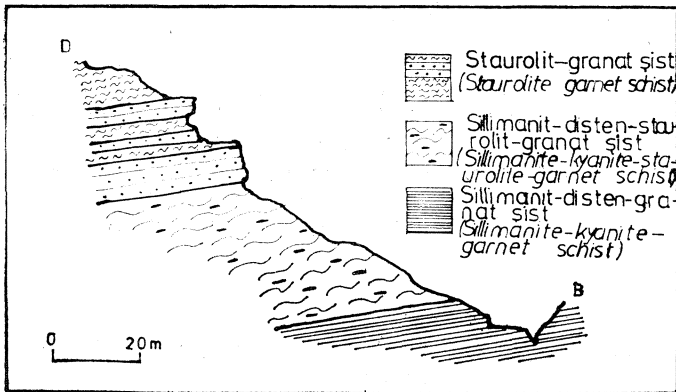
Bu birim anahtar mineral yönünden oldukça zengindir. Sillimanitler plajioklas/plajioklas dokanağında, staurolit dokanağında, dişten dokanağında ve biotit dokanağında gelişenler olmak üzere dört grup altında toplanabilir. Dişten dokanağında gelişenler oldukça yaygın olup, faz dönüşümleri ile gerçekleşmişlerdir. Staurolitlerden saçaklanan sillimanit kristallerine ufak biotit kristalleri eşlik etmektedir. Bu parajenezin bir tepkime ürünü olduğu görüşündeyiz (Şekil 9 ve bkz. Tartışma).

Tektonik etkiler nedeniyle staurolitler aşırı derecede parçalanmış ve kırılanmıştır. Fe_2O_3 miktarının yüksekliği bunların «Fe-Staurolit» olduğunu göstermektedir (Çizelge 8). Biotitler staurolitle eş oluşumlu (Biotiy ve daha yaşlıMBiotit) olmak üzere iki grup altında toplanabilir (Bkz. Tartışma). Genellikle mikroskopik boyutta olan granatlar, yer yer 2 cm çapa ulaşabilmektedir. Predeformatif ve özşekilsiz olan bu mineraller almandince zengin üyelerdir ($Alm_{78}Prp_{19}Grs_3$).

Sillimanit-disten-staurolit-granat şistler içerisinde arakatman şeklinde olan muskovit-kuvars şistler kuvars, muskovit, plajioklas, biotit, apatit, turmalin ve zirkon kapsarlar (Çizelge 4).

Muskovit-kuvars şist arakatmanlı staurolit-granat şist birimi. Bölgedeki şistlerin en üst düzeyini oluşturan bu kayalar mika miktarının artmasına bağımlı olarak mika şistlere geçerler. Kapsadıkları granatlar ve staurolitler oldukça ufak boyutludur (1-3 mm). İçlerinde çeşitli kalınlıklarda (0.5-10 m) muskovit-kuvars şist arakatmanları yer alır. Birim üst dokanağım uyumlu olarak mermerlerle yapmaktadır.

Staurolit-granat şistlerin genel mineral bileşimleri, «kuvars-plajioklas (An 17)-staurolit-granat-biotit-muskovit-klorit-apatit-zirkon-opak» şeklindedir. Birime ait modal analiz sonuçları mika, staurolit, granat bolluğunu vurgulamaktadır (Çizelge 5).



Şekil 8. Muskovit kuvars şist arakatmanlı sillimanit-disten-staurolit-granat şist biriminin dokanak ilişkisini gösteren jeolojik Kesit.

Figure 8. Cross-section showing the boundary relation of the sillimanite-kyanite-staurolite-garnet schist containing muscovite-quartz schist interlayers.

Staurolit kristalleri tümüyle parçalanmış olup predeformatiftir. Bu kristaller «Fe-Staurolit» bileşimindedir (Çizelge 8). Granatlar özşekilsiz olup almandince zengin üyelerdir ($Alm^{Prp}Grs$). Kayalardaki tüm kloritler ikincildir.

Arakatman olarak gözlenen muskovit-kuvars şistler kuvars, plajioklas, muskovit, biotit, apatit, turmalin ve zirkon kapsarlar (Çizelge 5).

Mermer birimi. Bu birim bölgedeki metamorfiteğin en üst düzeyini oluşturmaktadır. Uyumlu olarak staurolit-granat şistlerin üzerine gelen bu kayaları Neojen yaşlı kayalar uyumsuz olarak örtmektedir.

Yerli kayası gözlenmemesine karşın Üşümüş Köyünün GB smda yer alan mermerlerde zımpara döküntüleri bulunmuştur. Böylece bu mermerlerin Menderes Masifi'nin güney kanadındaki zımpara yataklı mermerlerle eşleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Mermerler tümüyle kalsit kristallerinden yapıldır.

	239	D-4	238
KUVAR	17,15	47,13	73,95
PLAJİOKLAS			
(An 17)	2,14	2,99	2,85
MUSKOVİT	51,17	18,74	18,88
BIOTİT	10,31	13,82	eser
STAUROLİT	8,24	13,97	—
GRANAT	9,59	1,28	—
KLORİT	0,47	2,06	—
APATİT	eser	eser	2,90
TURMALİN	eser	eser	1,42
ZİRKON	eser	eser	eser
OPAK MİN.	0,49	eser	—
TOPLAM	100,33	99,99	100,00

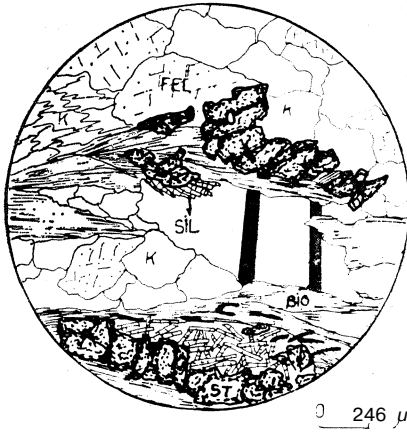
Çizelge 5- Muskovit-kuvars şist arakatmanlı staurolit-granat şist birimine ait modal analiz sonuçları. 239, D-4: Staurolit-granat şist 238: Muskovit-kuvars şist.

Tabi© 5. Modal composition of the staurolite-garnet schist unit containing muscovite-quartz schist interlayers. 239, D-4: Staurolite-garnet schist 238: Muscovite-quartz, schist.

Metabazitler. Metamorfiteğin üst düzeylerine doğru artan bu kayalar amfibolit ve metagabro katmanlarından oluşmaktadır.

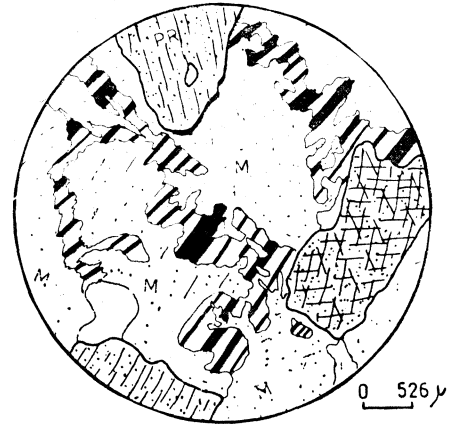
Amfibolitler şistlerin çeşitli düzeylerinde gözlenmektedir. Kapsadıkları epidot, tremolit gibi minerallerden dolayı yeşil renklidirler. Diabazlardan türedikleri tahmin edilen bu kayaların yerleşimleri siller şeklindedir. Amfibolitlerin genel mineral bileşimleri kuvars, plajioklas, tremolit, epidot, zoisit, sfen, apatit, zirkon ve pirit olarak verilebilir. Plajioklaslar oligoklas türüdür (An 25-27). Amfibol ve epidotlardan yapılan kırılma indisi ölçümlerinden % 11 ferroaktinolit - % 89 tremolit ve % 29 klinozoisit - % 71 epidot bileşimleri elde edilmiştir.

Metagabrolar da şistler içerisinde siller şeklindedir. Şiilerin uzunlukları genellikle 30 metreden azdır. Masif, yönlenme göstermeyen, pegmatitik gabro dokulu bu kayaların genel bileşimleri, «diallag-mizzonit-oligoklas-tremolit-sfen-kuvars-klorit-apatit-pirit» şeklindedir. Diallagiar



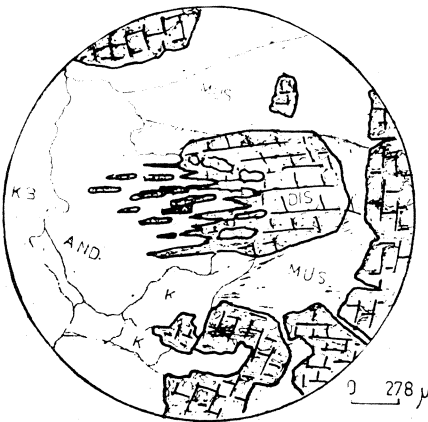
Şekil 9- Staurolitlerden gelişen sillimanit kristalleri. + N, FEL: Feldspat, SİL: Sillimanit, BİO: Biotit, ST: Staurolit, K: Kuvars.

Figure 9. Sillimanite crystals resulted from staurolites. + N, FEL: Feldspar, SİL: Sillimanite, BİO: Biotite, ST: Staurolite, K: Quartz.



Şekil 10. Plajyoklas/Mizzonit ilişkisi. + N, PR: Piroksen, M: Mizzonit.

Figure 10- Boundary relation between plagioclase and mizzonite. + N, PR: Pyroxene, M: Mizzonite.



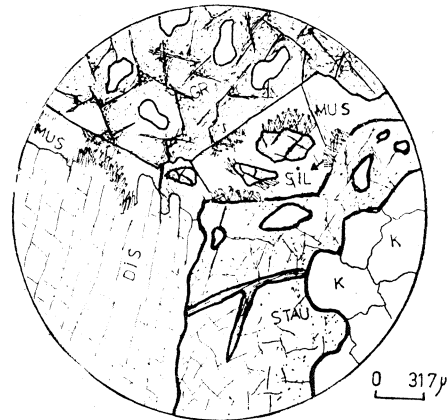
Şekil 11. Pegmatoidlerde gözlenen disten/andalusit dönüşümleri. + N. DİS: Dişten, MUS: Muskovit, K: Kuvars, AND: Andalusit

Figure 11. Transformations of kyanite to andalusite e observed in pegmatoids. + N, DİS: Kyanite, MUS: Muscovite, K: Quartz, AND: Andalusite,

özşekilli olup, çubuksu kristaller 30 cm ye ulaşabilmektedir. Skapolit grubu minerallerinden olan mizzonitler donuk beyaz renklidir. Bu minerallere ait difraktometre ve kırılma indisi değerleri şöyledir :

Difraktometre âegerieri					Kırılma indisi değerleri	
(%)	100	100	90	90	40	G : 1.553 qz 0-002
(dÅ°)	3.45	3.02	2.68	1.90	2.84	W : 1-582 q: 0-002

Bu değerlere göre mineralin bileşimi % 67 mariyalit + 33 meyonit olarak belirlenmiştir. Petrografik gözlemlerde mizzonitlerin plajyoklasları ornatarak geliştikleri çok açık bir



Şekil 12. Dişten-andalusit pegmatoidlerde gözlenen sillimanit kristalleri. Şeklin solunda gözlenen sillimanitler distenden, sağdakiler ise staurolitten kaynaklanmaktadır. // N, DİS : Dişten, GR İ Granat, K: Kuvars. MUS: Muskovit, StLL: Sillimanit.

Figure 12. Sillimanite crystals observed in kyanite-andalusite pegmatoids. Sillimanites observed in left of the figure resulted from kyanite and the others from staurolite. // N, DtS : Kyanite, GR : Garnet, K: Quartz, MUS: Muscovite, SİLL: Sillimanite-

şekilde görülmektedir (Şekil 10). Buradan da skapolitlerin metamorfizma esnasında oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Dünyada Na yönünden zengin magmatik siller kapsayan benzer birçok metamorfik bölgede skapolitlere rastlanmıştır (Deer ve diğerleri, 1972).

Pegmatoidler. Bölgedeki pegmatoidler mineral içeriklerine göre iki grup altında toplanmıştır.

Disten-andalusit pegmatoidler- Bunlar daima dişten içeren şistlerin içerisinde bulunmaktadır. Boyutları 8-10 cm

ile 10-12 m arasında değişmektedir. En çok Ahmetler, Durhasan ve Üşümüş köyleri arasında yoğunlaşırlar. Şistlerin yapraklanmalarına uyumlu merccekler şeklinde olan bu pegmatoidlerin yan kayalarla olan dokanaklarında biotitçe zengin bir kuşak bulunmaktadır. Pegmatoidlerin genel mineral bileşimleri, «kuvars-plajioklas (An 4-6)-disten-sillimanit-andalusit-staurolit-granat-biotit-muskovit - klorit-apatit-zirkon-grafit-rutil-diaspor (?)» olarak verilebilir. Pegmatoidler her üç Al_2SiO_5 polimorfunu da birlikte kapsarlar. Ancak en bol olanları distenlerdir. Renkleri beyaz, mavi ve yeşilin çeşitli tonlarında olabilen distenlerin analiz değerleri çizelge 8'de verilmektedir. Kristallerdeki TiO_2 , miktarı ile mavi ton arasında doğrusal bir ilişki vardır-

Pembe renkli olan andalusitler pegmatoidler içerisinde damarlar ve yuvalar şeklindedir. Analizlerdeki K_2O miktarının yüksekliği alterasyon ürünü olan serisitten kaynaklanmaktadır (Çizelge 8). Petrografik gözlemlerde andalusitlerin distenlerden faz dönüşümleri ile oluştuğu açıkça gözlenmektedir (Şekil 11). Üçüncü polimorf olan sillimanit ise ya staurolitten tepkime sonucu, ya da distenden faz dönüşümü ile ortaya çıkmaktadır (Şekil 12).

Pegmatoidlerdeki staurolitler şistlerdeki tam tersine özşekillidir ve posttektonik olarak oluşmuştur. Mikroskopik gözlemlerde bunların distenleri ornatarak büyüdükları saptanmıştır. İki cm çapa erişebilen granatlar almandince zengin üyelerdir, ($Alm_{76}Prp^{6}Grs_4$). Biotitlerin dönüşüm ürünü olan kloritler, ripidolit ve piknoklorit türüdür. Açık yeşil renkli olan apatitler «flor-apatit» olarak adlandırılmıştır. Kimi dişten kristallenirken diaspor (?) olduğu tahmin edilen kristaller saçaklanarak gelişmektedir. Distenlerin su alarak diaspora dönüştüğü başka çalışmalarda da saptanılmış bir olaydır (Deer ve diğerleri, 1972).

Pegmatoidlerde her üç Al_2SiO_5 polimorfunun bir arada bulunmasına dayanarak bunların oluşum koşullarının üçlü nokta dolaylarında olduğu söylenebilir. Yani pegmatoidlerin oluşumları esasında basınç 5-6 kb, sıcaklık ise 600 °C dolaylarında kabul etmek gerekmektedir. Bölgedeki pegmatoidlerin oluşumunda yan kayaların doğrudan etkisini kabul etmek zorunluluğu vardır. Dişten kapsayan, dolayısıyla alüminyumca zengin olan yan kayalardan büyük miktarlarda gerçekleşen alüminyum göçü, uygun bölgelerde dev (40 cm uzunluğunda) dişten kristallerinin oluşmasını sağlamıştır. Alüminyumca daha fakir olan distensiz şistlerde bu tür pegmatoidler gelişmemiştir-

Muskovit pegmatoidler. Bunlar bölgede özellikle gnays/şist dokanağma yakın yerlerde gelişmişlerdir. Boyutları disten-andalusit pegmatoidlere oranla daha büyük olup 30 m ye ulaşabilmektedir. Genel mineral bileşimleri, «kuvars-plajioklas-muskovit-biotit-klorit-granat - apatit-turmalin-zirkon» olarak saptanmıştır. Plajioklaslar, anortit içerikleri An % 28 ve An % 4 olan iki gruba ayrılmaktadır. Kristalleşme pegmatitik koşullarda ve dengelere ulaşılarak gerçekleştiğinden peristerit ayrımlanmasmm gerçekleştiği kanısındayız. Granat almandince zengindir ($Alm_{78}Prp_{11}Grs_4$). Kloritler retrograt yollarla biotitlerden türemektedir. Siyah renkli olan turmalinler dravit, apatitler ise flor-apatit türüdür.

Metamorfik olmayan kayaçlar

Bunlar alttan üste doğru volkanosedimanter, sedimanter ve volkanik kayaçlar olmak üzere sıralanmaktadır.

Sedimanter ve volkanosedimanter kayalar uyumsuz bir dokanak ile metamorfiklerin üzerine gelmektedir. Bu kaya-

lar tüffit bileşiminde olup kuvars, plajioklas, volkanik cam ve pümis içerirler. İstifin üst düzeylerine gidildikçe marnlara ve pekleşmemiş kireçtaşlarına geçilir. Bu istif için İnci (1983) Üst Miyosen yaşttii vermektedir.

Volkanik kayalar bölgenin KB kögesinde yer almaktadır ve tabanda bir aglomera düzeyi ile başlamaktadır. Genel mineral bileşimleri, «plajioklas (An 50-52)-ortopiroksen-biotit-hornblend» şeklindedir. Modal analiz sonuçları Çizelge 6'da verilen bu kayaçlar, alkali karakterdedir ve bileşim olarak andezit/bazalt arasında yer almaktadır (Çizelge 7). Bu bulgu Menderes Masifi'ni kesen genç magmatitlerin üst mantodan kaynaklandığı saviyla (Savaşçın, 1982) uyusmaktadır.

	0091	AN-2
PLAJİOKLAS (An 50-52)	38.2	41.1
PİROKSEN	9.8	13.0
HORNBLEND	0.5	2.1
BİOTİT	—	0.8
HAMUR	52.2	28.8
TOPLAM	100.0	100.0

Çizelge 6. Volkanik kayalar ait mineral yüzde değerleri.
Table 6. Modal composition of the volcanic rocks.

TARTIŞMA

Gördes Asması Menderes Masifi'nin diğer asmasıflerine göre daha yaygın anahtar mineral kapsar. Bu minerallerin olağanüstü derecede iri olmaları, mineral parajenezlerinin saptanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu çalışmada, bölgedeki şistlerde yer alan staurolit dişten ve sillimanit gibi anahtar minerallerin oluşumları petrografik yollarla incelenmiştir.

Bölgesel metamorfizmada staurolitin ortaya çıkışı büyük ölçüde kayaç kimyasına dayandırılmaktadır. Elimizdeki kimyasal analiz sayısını yetersiz oluşu (Çizelge 7) nedeniyle, bölgemizdeki staurolit şistleri bu yönden irdelemek şimdilik olanaksızdır. Öte yandan düşük dereceli metapeliteerde staurolitin ortaya çıkışı, büyük ölçüde kloritoidin ortadan kalkışıyla birlikte ele alınmaktadır. Hoschek (1967), Schreyer ve Chinner (1966), Baltatzis (1979) kloritoidin reaksiyona girerek stauroliti verdiğini belirtmişlerdir. Bölgede ve yakın çevrede yapılan çalışmalarda kloritoidin saptanamaması bu tepkimenin bölgemiz için geçerliliğini ortadan kaldırmaktadır. Bölgedeki petrografik gözlemler, staurolitin oluşumunun «biotit,muskovit-biotit₂-kuvars-staurolit» topluluğu arasında gerçekleştiğini göstermektedir. Aynı topluluk asmasıflın diğer staurolitli kayaçlarında da gözlenirse, staurolitin oluşumu için yeni bir tepkime modeli önermek mümkün olacaktır.

Birçok araştırmacı rejyonal metamorfik kayalarda dişten oluşumunu staurolitin ortadan kalkmasına bağlamaktadır. Winkler (1965) almandin-amfibolit fasiyesinin disten-almandin-muskovit altfasiyesinde staurolitin dengede kalmadığını ve kuvarsla reaksiyona girerek dişten oluşturduğunu belirtmektedir. Vrana (1973) ise, distenlerin kristal şekillerine dayanarak, bu minerallerin biotitlerin Al metasomatizmasma uğramalarıyla ortaya çıktıklarını ileri sür-

	D-1	D-2	D-3	D-5	ST-1	ST-4	ST-5	V-1	V-2
SiO ₂	67,97	69,48	66,73	71,02	66,68	68,08	66,01	59,41	55,72
Al ₂ O ₃	14,74	13,90	15,95	15,65	16,92	15,29	15,97	17,06	17,45
Fe ₂ O ₃	5,60	6,24	8,33	5,73	6,69	5,52	5,67	5,40	7,00
MgO	1,83	1,81	1,51	2,04	1,43	2,38	3,85	1,67	6,23
CaO	1,37	0,42	0,45	0,35	0,36	0,58	0,78	4,53	5,87
Na ₂ O	2,01	2,07	0,97	0,41	2,51	2,22	2,29	4,77	4,25
K ₂ O	2,07	2,96	2,21	2,39	2,74	2,82	1,75	3,71	2,72
TiO ₂	0,81	0,72	0,69	0,73	0,80	0,70	0,73	0,88	0,76
P ₂ O ₅	0,79	0,72	0,89	0,50	0,57	0,80	0,35	0,59	0,74
Kızdırma									
Kayıbı	2,99	1,49	2,17	0,98	1,68	1,42	2,66	0,62	0,77
TOPLAM	100,17	99,81	99,90	99,80	100,38	99,58	99,96	100,02	101,00

D-1, D-2, D-3, D-5 : Sillimanit-disten-granat şist birimi. Sillimanite-kyanite-garnet schist unit.
 ST-1, ST-4, ST-5 : Sillimanit-disten-staurolit-granat şist birimi. Sillimanite-kyanite-sturolite-garnet schist unit.
 V-1, V-2 : Volkanik birim. Volcanic unit.

Çizelge 7. Çalışma alanında yer alan kayalara ait kimyasal analiz sonuçları.

Table 7. Chemical analyses of volcanic and metamorphic rocks of the studied area.

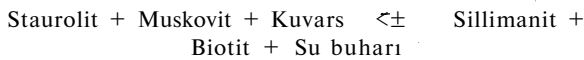
müştür. Yaygın bir görüş de distenlerin pirofillitten türedikleridir.

Bölgemizdeki petrografik gözlemler bu görüşlerle uyumaktadır. Çalışma alanındaki yaklaşık tüm dişten kristalleri biotitlerle dokusal bir ilişki içerisindeyler. Tepkime tam olarak saptanamamasına karşın distenlerin oluşumunda biotitlerin büyük rol oynadıkları kesindir.

Çalışma alanında gözlenen sillimanitler 4 grup altında toplanabilir. Bunlardan birincisi K-feldspat-sillimanit biraradalığıdır. Bugün birçok araştırmacının birleştiği konu, yüksek derece metamorfizmasın K-feldspat-sillimanit topluluğu ile temsil edildiğidir. Bu topluluğu şu tepkime vermektedir :

Muskovit + Kuvars \rightleftharpoons K-Feldspat + Sillimanit + H₂O
 Sıcaklık artışına bağımlı olan bu tepkime bölgemizdeki gnaylarda gelişmiştir.

İkincisi staurolit/sillimanit dönüşümleridir. Petrografik gözlemlerde staurolitlerden saçaklanan sillimanitlere yeni oluşan biotitlerin eşlik ettiği saptanmıştır. Bu tür oluşumlar için Hoschek (1969) tarafından önerilen aşağıdaki tepkime verilebilir :



Distenlerle dokanak yapan sillimanitler ise, ısı artışına bağımlı olarak Al₂SiO₅ polimorfları arasında gerçekleşen doğrudan faz dönüşümünün ürünüdür. Şu şekilde ifade edilebilir :



Son grupta, biotit, granat ve plajyoklaslarla dokanak yapan sillimanitler yer alır. Bu tür oluşumlar daha çok iyonik tepkimelerle açıklanmaya çalışılmıştır. Yardley (1977) sillimanitlerin Al gelimiyle biotitlerin ornatılması yoluyla oluşabileceğini ileri sürmektedir. Vernon (1979) ise H iyonunun biotit ve granatı ornatması yoluyla sillimanitlerin oluşabileceğini belirtmektedir. Bölgemizde de özellikle Al fazlalığı söz konusu olduğundan, benzer oluşumlarla biotit-granat-plajyoklas-sillimanit topluluğunun ortaya çıktığı kanısındayız.

Çalışma alanındaki pegmatoidlerde her üç Al₂SiO₅ polimorfu da gözlenmektedir. Gerek sillimanit gerekse andalusit, distenden modifikasyon dönüşümleri ile oluşmaktadır. Bu olgu da üçlü nokta koşullarında (6 kb basınç, 600 C° sıcaklık) gerçekleşen pegmatoid oluşumunda, basınç ve sıcaklığın sürekli aynı kalmadığını, bölgedeki metamorfizma esnasında, tektonik etkinlikler nedeniyle yeni yeni den-gelerin kurulduğunu göstermektedir.

Bölgemizdeki metamorfik kayalarda üstten alta doğru şu mineral toplulukları saptanmıştır :

- Staurolit-Almandin topluluğu
- Sillimanit-Disten-Staurolit-Almandin topluluğu
- Sillimanit-Disten-Almandin topluluğu
- Sillimanit-K-Feldspat-Muskovit topluluğu

Çalışma alanındaki en düşük dereceli metamorfitler olan staurolit-almandin şistler eski fasiyes kavramına göre (Turner ve Verhoogen, 1960; Turner, 1968; Winkler, 1965) almandin-amfibolit fasiyesinin staurolit-almandin altfasiyesine karşılık gelmektedir. Aynı mineral topluluğu, Winkler (1979)'a göre «orta dereceli metamorfizma» başlangıcı, Miyashiro (1979)'a göre ise orta basınç metamorfizmasının «staurolit-disten» zoneyla eşleşebilmektedir.

Bölgedeki staurolit-almandin topluluğuna sillimanit ve distenin eklenmesiyle sillimanit-disten-staurolit-granat şistlere geçilmektedir. İstifin daha alt düzeylerinde ise staurolit ortadan kalkmakta ve sillimanit-disten-granat şistler ortaya çıkmaktadır. Görüldüğü gibi, bu iki birim arasında disten-staurolit beraberliğinin söz konusu olduğu şistler bulunmaktadır. Bölgesel metamorfizmaya uğramış şistlerde dünyanın birçok yöresinde disten-staurolit biraradalığı gözlenmiştir (Turner, 1968; Erward, 1975; Ashworth, 1975). Winkler (1965) Barrow tipi başkalaşım serilerinde staurolit dereceli olarak ortadan kalktığını ve bu aralıkta disten-staurolit beraberliğinin olağan olduğunu ileri sürmektedir. Aynı şekilde Mason (1980) Norveç-İsveç sınırında yer alan bir bölgede, sillimanit-disten-staurolit parajenezinden söz etmektedir. Araştırmacıya göre duraylı olmayan bu topluluk, dişten ve sillimanit zonları arasındaki bir geçiş karşılık gelmektedir.

	DİS:27 (Mavi)	GR:7	S-1	S-2	DS-1 (Soluk Yeşil)	DS-2 (Beyaz)	DS-3 (Mavi)	DS-4 (Koyu Mavi)	A-2	A-3
SiO ₂	34.39	39.00	31.97	27.28	35.87	37.68	35.77	38.41	34.95	33.13
Al ₂ O ₃	61.78	21.25	47.38	53.86	61.27	60.77	60.66	59.44	63.58	64.26
Fe ₂ O ₃	1.21	-	0.27	1.65	1.25	0.33	1.23	0.24	0.42	0.56
FeO	-	31.76	13.94	11.42	-	-	-	-	-	-
MgO	0.13	2.95	2.60	1.70	E	E	E	E	0.61	0.56
CaO	0.12	1.01	E	0.14	0.17	0.01	0.12	E	0.03	E
Na ₂ O	-	E	E	E	E	0.01	0.40	E	E	E
K ₂ O	0.30	E	0.22	E	0.38	0.11	0.35	0.19	0.47	0.67
Ti O ₂	0.62	0.46	1.25	1.23	0.02	0.02	0.72	0.74	0.04	0.04
Kızdırma Kaybı	0.64	-	1.25	1.10	0.74	0.62	0.67	0.84	0.59	1.37
TOPLAM	99.19	96.43	98.88	98.38	99.70	99.73	99.94	99.63	100.92	100.59
Si	3.739	6.311	9.218	7.715	3.890	4.066	3.883	4.114	3.796	3.545
Al	7.960	4.053	16.100	17.950	7.831	7.727	7.761	7.543	8.140	8.140
Ti	0.050	0.055	0.235	0.262	0.001	0.001	0.058	0.059	0.003	0.003
Fe ³⁺	0.099	-	0.103	0.057	0.101	0.026	0.100	0.029	0.034	0.045
Mg	0.021	0.711	1.117	0.717	-	-	-	-	0.098	0.089
Fe ²⁺	-	4.298	2.354	3.240	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	0.130	0.175	-	0.042	0.019	0.001	0.013	-	0.003	-
K	0.490	-	0.081	-	0.052	0.015	0.048	0.031	0.065	0.091
OH	-	-	2.406	2.076	-	-	-	-	-	-

Hesaplar disten, andalusit için 20 (O), staurolit için 48 (O.OH), granat için 24 (O) tabanına göre yapılmıştır.

DİS:27, GR:7 : Sillimanit - disten - granat şist birimine ait disten ve granat analiz sonuçları.
Chemical analyses of kyanite and garnet of sillimanite-kyanite-garnet schist unit.

S-1, S-2 : Sillimanit - disten - staurolit - granat şist ve staurolit - granat şist birimlerine ait staurolit analiz sonuçları.
Chemical analyses of staurolites of sillimanite-kyanite-staurolite-garnet schist unit and staurolite-garnet schist unit.

DS1, DS-2, DS-3, DS-4: Disten - andalusit pegmatoidlerdeki disten kristallerine ait analiz sonuçları.
Chemical analyses of kyanites in kyanite-andalusite pegmatoids.

A-2, A-3 : Disten - andalusit pegmatoidlerdeki andalusit kristallerine ait analiz sonuçları.
Chemical analyses of andalusites in kyanite-andalusite pegmatoids.

Çizelge 8. Çalışma alanındaki şist ve pegmatoidlerdeki minerallere ait kimyasal analiz sonuçları.
Table 8. Chemical analyses of minerals observed in pegmatoids and schists of studied area.

Sillimanit-disten-almandin topluluğuna da birçok metamorfik bölgede rastlanır. (Chinner, 1932 : Turner 1968 den) Scottish Dalradian'da yaptığı çalışmada, diştin ve sillimanit arasındaki sillimanit izogradının keskin sınırlarla ayrılmadığını belirtmektedir. Araştırmacı, bu bölgedeki gnaysların sillimanit-disten-granat içerdiklerini saptamıştır. Winkler (1979) göre bu parajenezler orta derece metamorfizmasının orta ve ileri evrelerine karşılık gelmektedir.

İncelenen istifin tabanında yer alan ince zerrelili sillimanitli gnayslarda «sillimanit-K-feldspat-muskovit» beraberliği bulunmaktadır. Turner ve Verhoogen (1960) bu beraberliği almandin-amfibolit fasiyesinin en ileri aşamasına, Miyashiro (1979) orta dereceli basınç zonunun en yüksek dereceli bölgesine yerleştirmektedir. Winkler (1979) ise, bu parajenezin yüksek dereceli metamorfizmanın başlangıcını simgelediğini ileri sürmektedir.

Yukarıdaki incelemelerin sergilediği gibi bölgenin metamorfizma koşulları, şistlerde orta dereceli metamorfizmanın başlangıç, orta ve ileri evrelerini; gnayslarda ise yüksek dereceli metamorfizmanın başlangıcını simgelemektedir. Böylece, bölgesel metamorfizmanın orta derecenin başlangıcı ile yüksek derecenin başı arasında seyrettiğini vurguluyabiliriz.

SONUÇLAR

1) Menderes Masifi'nin genelinde, gnayslarda anahtar mineral bulunmamasına karşın, bölgemizdeki gnayslarda sillimanit-K-feldspat topluluğu saptanmıştır.

2) Bölgede gözlenen sillimanit oluşumları kendi aralarında granat, biotit, plajioloklas, staurolit ve distenden kaynaklanan sillimanitler olarak 5 grup altında toplanmıştır.

3) Bölgedeki şistlerde yer alan distenlerle biotitler arasında köken yönünden yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bu şistler kimi yörelerde ekonomik olabilecek tenörde diştin kapsarlar.

4) Şistler içerisinde yer alan metagabrolardaki skapolitler de metamorfizma esnasında oluşmuştur.

5) Disten-andalusit pegmatoidlerdeki dev diştin kristalleri, metamorfizma esnasında yan kayalardan uygun kesimlere bol alüminyum göçü sonucu oluşmuştur. Bu kayalarda her üç Al₂SiO₅ polimorfunun da bulunması, koşulların üçlü nokta yakınlarında olduğunu göstermektedir.

6) Bölgedeki metamorfizma koşulları, orta derecenin başlangıcıyla yüksek derecenin başlangıcı arasında kalmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma TÜBİTAK yüksek lisans bursu ile parasal yönden desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ashworth, J.R., 1975, Staurolite at anomalously high-grade : Contr. Mineral Petrol., 53, 281-291-
Atabek, S., 1943, Gördes mika zuhurları hakkında rapor : M.T.A. Arviş No : 348.
Ayan, M., 1971, Gördes migmatitleri ve güneydoğu yöresindeki uranyum zuhurları oluşumları: A.Ü.F.F. Jeoloji bölümü, (Yayınlanmamış).

Baltatzis, E., 1979, Staurolite-Forming Reactions in the Eastern Dalradian Rocks of Scotland: Contr. Mineral Petrol., 69, 193-200.

Başarır, E., 1975, Çine güneyindeki metamorfizmaların petrografisi ve bireysel indeks minerallerin doku içerisindeki gelişimleri: E.Ü.F.F. İzmir, (Yayınlanmamış).

Deer, W.A., Howie, R.A., ve Zussman, J., 1972, Rock forming minerals: Vol. 1-4.

Erward, G., 1975, Temperature-Pressure and mixed-volatile equilibria attending metamorphism of staurolite-kyanite bearing assemblages, Esplanada Range, British Columbia: Geol. Soc. America. Bull., 86. numbe, 12.

Egger, A., 1960, Glimmer, feldspar und disthen Vorkommen in Gabiet von Gördes, Manisa : M.T.A. Derleme Rap. No : 2759.

Hoschek, G., 1967, Untersuchungen zum Stabilitätsbereich von Chloritoid und Staurolit: Contr. Mineral. Petrol., 14, 123-162.

Hoschek, G., 1969, The stability of staurolite and chloritoid and their significance in metamorphism of pelitic rocks : Contr. Mineral. Petrol. 22, 208-232.

İnci, U., 1983, Demirci çevresi Neojenin jeolojisi ve bitümlü şist olanakları : Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, (Yayınlanmamış) •

Konak, N., 1982, Menderes Masifi'nin jeolojisi paneli: T.J.K.-J.M.O. Panel Kitabı.

Kun, N., 1976, Nebiköy-Kafaca ve Kavak köyleri çevresinin (Yatağan) jeolojik ve petrografik incelenmesi: Y. Lisans tezi, İzmir., (Yayınlanmamış).

Mason, R., 1980, Petrology of the metamorphic rocks : George Allen and Unwin. London., 479 p.

Miyashiro, A., 1979, Metamorphism and metamorphic belts: George Allen and Unwin, London., 480 p.

Savaşçın, M.Y., 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri: T-J-K. J.M.O. panel kitabı.

Schreyer, W., Chinner, G.A., 1966, Staurolite-quartzite bands in kyanite quartzite at Big Rock, Rio Arriba County, New Mexico: Contr. Mineral. Petrol. 12, 223-244.

Turner, J., Verhoogen, J., 1960, Igneous and metamorphic petrology: International series in the earth sciences- Mc Graw-Hill, London-, 694 p.

Turner, J., 1968, Metamorphic petrology: Mc Graw-Hill, 404 p.

Vernon, R.H., 1979, Formation of late sillimanite by hydrogen metasomatism (base-leaching) in some high-grade gneisses : Lithos, 12,143-152-

Vrana, S., 1973, A model of aluminium silicate accretion in metamorphic rocks: Contr. Mineral. Petrol. 41, 73-82.

Winkler, H-G.F., 1965, Metamorfik kayaçların oluşumu: İ.T.Ü. Müh. Mim. Fak. yayınları, No : 118-, 223 s.

Winkler, H-G.F., 1979, Petrogenesis of metamorphic rocks: Springer Verlag-, New York. 344 p.

Yardley, B.W.D., 1977. The nature and significance of the mechanism of sillimanite growth in Cannemara schists, Ireland: Contr. Mineral. Petrol. 65, 53-58.

Yazının Geliş Tarihi : 108.1933

Düzeltilmiş Yazının Geliş Tarihi : 28.4.1984

Yayıma Verildiği Tarih : 46.1984

