

**TOKAT MASİFİ KUZEY KESİMİNİN (TAŞOVA VE LADİK)  
METAMORFİK EVRİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Erbe Nur ATLI**

**Katı Yer Bilimleri Anabilim Dalı**

**Jeodinamik Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gültekin TOPUZ**

**Ekim 2018**



**TOKAT MASİFİ KUZEY KESİMİNİN (TAŞOVA VE LADİK)  
METAMORFİK EVRİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Erbe Nur ATLI  
(602151003)**

**Katı Yer Bilimleri Anabilim Dalı**

**Jeodinamik Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gültekin TOPUZ**

**Ekim 2018**



İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü 602151003 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Erbe Nur ATLI, hazırladığı “TOKAT MASİFİ’NİN KUZEY KESİMİNİN (TAŞOVA-LADİK) METAMORFİK EVRİMİ” isimli tezini, imzaları aşağıda belirtilen jüri önünde, ilgili mevzuatta belirtilen şartları yerine getirdikten sonra, başarılı bir şekilde savunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Gültekin TOPUZ** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Prof. Dr. Aral OKAY** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Osman CANDAN** .....  
Dokuz Eylül Üniversitesi

**Teslim Tarihi**      :    **22 Ekim 2018**  
**Savunma Tarihi**    :    **30 Ekim 2018**





*Biricik Ailem'e,*





## ÖNSÖZ

Bu tezin konusunun belirlenmesi ve metnin oluşturulması sürecinde fikir ve bilgilerini benimle paylaşan, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) projesi çerçevesinde bursla destekleyen hocam Prof. Dr. Gültekin Topuz'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma süresince verdiği bilgilerle ve yine TÜBİTAK projesinde görevlendirerek beni destekleyen Prof. Dr. Emin Çifci'ye verdiği tüm desteklerden dolayı minnettarım.

Arazi çalışmalarım sırasında bilgilerini paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Osman Candan ve Doç. Dr. Ömer Faruk Çelik'e, yine arazi çalışmalarında bana eşlik eden arkadaşlarım Mutlu Özkan'a ve Melih Çörtük'e, ince kesitlerin hazırlanması ve parlatılmasını sağlayan Mahir Altınbağa'ya teşekkür borçluyum. Bu tez Tübitak (#116Y234), İTÜ BAP (#40870) ve İTÜ BAP (#39758) tarafından desteklenmiştir.

Ekim 2018

Erbe Nur ATLI  
(Jeoloji Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xvii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Pontidler .....	<b>3</b>
1.1.1 Istranca Zonu.....	<b>4</b>
1.1.2 İstanbul Zonu .....	<b>4</b>
1.1.3 Sakarya Zonu .....	<b>4</b>
1.1.2 Karakaya Karmaşığı.....	<b>5</b>
1.2 Tokat Masifi .....	<b>7</b>
1.3 Çalışmanın Amacı .....	<b>8</b>
1.3 Çalışma Alanı .....	<b>9</b>
1.3 Çalışma Yöntemi.....	<b>9</b>
<b>2. ARAZİ İLİŞKİLERİ</b> .....	<b>11</b>
2.1 Taşova Bölgesi .....	<b>11</b>
2.2 Ladik Bölgesi .....	<b>20</b>
<b>3. PETROGRAFİ VE MİNERAL KİMYASI</b> .....	<b>23</b>
3.1 Tokat Masifi Metamorfitleri (Permo-Triyas).....	<b>23</b>
3.1.1 Yeşilşistler.....	<b>23</b>
3.1.2 Mermer.....	<b>31</b>
3.1.3 Fillit - Kalkfillit.....	<b>32</b>
3.1.4 Orta permilyen kireçtaşları.....	<b>33</b>
3.1.5 Alt-Orta jura kırıntılı kayalar .....	<b>34</b>
<b>4. JEOKİMYA</b> .....	<b>35</b>
4.1 Tokat Metabazitlerinin Jeokimyasal Nitelikleri .....	<b>35</b>
4.2 Başkalaşım (P-T) Koşulları .....	<b>40</b>
<b>5. TOKAT MASİFİ KUZEYİNİN JEODİNAMİK EVRİMİ</b> .....	<b>43</b>
5.1 Orta permilyen Kireçtaşlarının Kökeni .....	<b>44</b>
<b>6. SONUÇLAR</b> .....	<b>45</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>47</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>53</b>



## KISALTMALAR

<b>Ab</b>	: Albit
<b>Amf</b>	: Amfibol
<b>Act</b>	: Aktinolit
<b>°C</b>	: Santigrat
<b>Chl</b>	: Klorit
<b>Cal</b>	: Kalsit
<b>Cpx</b>	: Klinopiroksen
<b>Ep</b>	: Epidot
<b>EPMA</b>	: Elektron Probe Mikroskop Analizi
<b>IAEK</b>	: İzmir Ankara Erzincan Kenedi
<b>KAFZ</b>	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
<b>km</b>	: Kilometre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>Mu</b>	: Muskovit
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik Arama Enstitüsü
<b>My</b>	: Milyon Yıl
<b>Opq</b>	: opak mineral
<b>Qtz</b>	: Kuvars
<b>Pl</b>	: Plajiyoklas
<b>Ser</b>	: Serpantin



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Tokat Metamorfitleeri içerisindeki metabazitlerde görülen sodik – kalsik ve kalsit amfibollerin (aktinolit ve glokofan) mikroprob analizleri. Act = Aktinolit, Na-Ca Amph = Sodik-kalsik amfibol.....	<b>26</b>
<b>Tablo 3.2:</b> Metabazit içindeki stipnomelan mineralinin mikroprob analizleri.....	<b>28</b>
<b>Tablo 3.3:</b> Metabazit içindeki klorit minerallerinin mikroprob analizleri.....	<b>29</b>
<b>Tablo 3.4:</b> Metabazitlerdeki albit ve epidot minerallerinin mikroprob analizleri (Ab = Albit, Ep = Epidot).....	<b>31</b>
<b>Tablo 4.1:</b> Tokat Masifi metamorfiklerine ait seçilmiş altı adet metabazit örneğinin toplam kaya kimyası sonuçları.....	<b>36</b>





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

- Şekil 1.1:** Tetis kuşağının uzanımı ve Türkiye'nin kuşak içindeki konumu. Gri çizgiler ana sùturları göstermektedir (Şengör 1984).....2
- Şekil 1.2:** Türkiye'yi oluşturan mikrokıtasal buloklar ve onları ayıran sùtur zonları (Okay ve Tùysüz 1999'den değiştirilmiştir). BZS: Bitlis Zagros Sùturu; İAES: İzmir-Ankara-Erzincan Sùturu; İTS: İç Toros Sùturu; İPS: İç Pontid Sùturu.....3
- Şekil 1.3:** Karakaya Karmaşığı'na ait birimleri Sakarya Zonundaki dağılımı. Yıldız eklojit fasiyesli alanları, + ise mavi amfibolün gör÷lmüş olduğu alanları göstermektedir. (Topuz ve diğ. 2014'den değiştirilmiştir).....7
- Şekil 1.4:** Tokat Masifinin genel jeolojik haritası ve Doğu ve Orta Pontidlerdeki metamorfik alanlar (MTA 2002 Türkiye Jeolojik Haritasından değiştirilerek çizilmiştir).....8
- Şekil 1.5:** Çalışma alanı ve içerdiği yerleşim merkezleri. KAF: Kuzey Anadolu Fayı. Ufak harita, çalışma alanının Türkiye'de ki konumunu göstermektedir.....9
- Şekil 2.1:** Taşova bölgesinin jeoloji haritası.....12
- Şekil 2.2:** Taşova bölgesinin enine kesiti.....13
- Şekil 2.3:** Çalışma sahasının tektonizmasını denetleyen Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) uzanımı.....13
- Şekil 2.4:** Metamorfitlerin genel arazi görüntüsü. Yoğun bitki örtüsü metamorfitlerin arazi ilişkilerinin belirlenmesini güçleştirmektedir.....13
- Şekil 2.5:** Taşova bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (ölçeksiz)...14
- Şekil 2.6:** Metamorfitlerin Neojen Çökelleri ile olan dokanağı. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) tarafından tanımlanmaktadır.....15
- Şekil 2.7:** İyi yapraklanmalı yeşil renkli metabazitler.....16
- Şekil 2.8:** Bariz yapraklanmalı metamorfik kayalar.....16
- Şekil 2.9a:** İyi yapraklanmalı fillitler ve 1-2 cm kalınlıklı mermer araseviyeler.....17
- Şekil 2.9b:** Yeşilşistler içindeki mermer bloğu.....17
- Şekil 2.10:** Alt – Orta Kretase yaşı kırıntılı birimlere ait şeyl ara katkılı kumtaşı ve kireçtaşları.....19
- Şekil 2.11:** Oldukça parçalanmış, iç yapısı bozulmuş kireçtaşı (Karsavul ve Arpaderesi köyleri) .....19
- Şekil 2.12:** Ladik kuzeyinin jeolojik haritası.....20
- Şekil 2.13:** Kireçtaşları içinde foraminifer fosilleri.....21
- Şekil 2.14a:** Kumtaşlarında gözlenen soğan kabuğu soyulması (eksfoliasyon).....21
- Şekil 2.14b:** Kumtaşı–konglomeranın arazi görünümü. Çakıllar kireçtaşı ve bazalt çakıllarından oluşur.....21
- Şekil 3.1:** Yeşilşistte (T10), yapraklanma ikincil kalsit damarcığı tarafından kesilmektedir. Yeşilşist, klorit, epidot, aktinolit ve albitten oluşmaktadır.24

<b>Şekil 3.2:</b> Yeşilşist (T11C) epidot porfiroblastı. Yeşilşist, epidot dışında aktinolit, klorit ve albit içermektedir.....	24
<b>Şekil 3.3:</b> Metabazit (T22B) örneği içerisinde iri taneli aktinolit kristalleri ve içerdikleri fengit kristalleri.....	25
<b>Şekil 3.4:</b> Yeşilşist (T007) örneği içinde sodik-kalsik amfibol ve stipnomelan birlikteliği. Chl: Klorit, Stp: Stipnomelan, Ab: Albit, Gln: Glokofan.....	27
<b>Şekil 3.5:</b> Geri saçılmış elektron resminde (örnek T07) stilpnomelan ve Na-Ca amfibol birlikteliği. (Stp = Stilpnomelan, Na-Ca Amph = Sodik-kalsik amfibol, Hm= Hematit, Chl = Klorit).....	27
<b>Şekil 3.6:</b> Yeşilşist içinde klorit, albit ve stipnomelan mineralleri. Chl: Klorit, Stp: Stipnomelan, Ab: Albit (Örnek: T14).....	29
<b>Şekil 3.7:</b> T10 örneğine ait geri saçılmış elektron resmi. Epidot kristalleri içinde albit kapanımları bulunmaktadır (Act = Aktinolit, Ep = Epidot, Ab = Albit).....	30
<b>Şekil 3.8:</b> Mermer örneği ince kesiti (Örnek no: T05) içinde görülen az miktarda kuvars minerali Kalsit minerallerinde rekristalizasyon belirgin olarak görülmektedir (qz; kuvars, mu; muskovit, cal; kalsit).....	32
<b>Şekil 3.9:</b> Taşova bölgesinden bir kalkfillit örneği içindeki ak mikalar (fengitler). Matriks kuvars, albit ve kalsitten oluşmaktadır (Örnek: AT17).....	32
<b>Şekil 3.10:</b> Taşova bölgesinde gözlenen Orta Permiyen kireçtaşından alınan örneğin (Örnek: T21) mikroskop görünümü.....	33
<b>Şekil 3.11:</b> Ladik bölgesinden alınan örneğin (Örnek: T1) mikroskop görüntüsü. (Eopolydiexodina afghanensis (Thompson), Eopolydiexodina sp., Neoschwagerina sp., Geinitzina sp., Tetrataxis sp., Globivalvulina sp., Neodiscus sp., Eotuberitina sp. Tubiphytes sp.).....	33
<b>Şekil 3.12:</b> Alt Jura kumtaşlarının ince kesitteki görünümü (Örnek: T16).....	34
<b>Şekil 4.1:</b> Tokat metamorfizmlerinden derlenen örneklerin Zr/Ti ve Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce, 1996).....	37
<b>Şekil 4.2:</b> Tokat Metamorfizmlerine ait altı metabazit örneğinin Th/Yb ve Nb/Yb oranlarının karşılaştırılması (Pearce, 2008). NMORB: Normal okyanus sırtı bazaltı, EMORB: Zenginleşmiş okyanus sırtı bazaltı, OIB: Ada yayı bazaltı.....	38
<b>Şekil 4.3a:</b> Alkalin özellik sunan bazaltların nadir toprak element desenleri. T22B örneğindeki negatif Eu anomalisi net olarak görülüyor (Boynton, 1984).....	39
<b>Şekil 4.3b:</b> Toleyitik özellik sunan bazaltların nadir toprak element deseni (Boynton, 1984).....	39
<b>Şekil 4.4:</b> Metabazit örneklerinin ilksel mantoya göre normlaştırılmış örümcek diyagramları. İlksel manto değerleri McDonough and Sun (1995)'ten alınmıştır. Metabazit örneklerinde herhangi bir negatif Nb-Ta anomalisi görülmemektedir.....	40
<b>Şekil 4.5:</b> Tokat Masifi kuzey kesiminin metamorfizma koşullarının P-T diyagramındaki yaklaşık konumu (Spear 1992'den alınmıştır).....	41
<b>Şekil 5.1:</b> Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşı bloklarının tüm Sakarya Zonu üzerindeki dağılımı.....	44

## TOKAT MASİFİ KUZEYİNİN (TAŞOVA-LADİK) METAMORFİK EVRİMİ

### ÖZET

Bu tezin amacı, Orta Pontidlerde yer alan ve litertürde Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı'nın en büyük yüzleği olarak kabul edilen Tokat Masifinin en kuzey kesiminde yer alan Liyas-öncesi yaşlı kayaçların evrimini ortaya koymaktır. Bu amaç için başlıca Taşova ve Ladik bölgeleri seçilmiş ve çalışmalar bu bölgelerde yapılmıştır. Taşova bölgesinde Liyas öncesi birimler, düşük derecede başkalaşıma uğramış metamorfik birimler ve Orta Permiyen yaşlı kireçtaşlarından oluşurken, Ladik bölgesinde ise yalnızca Orta Permiyen yaşlı kireçtaşlarından oluştuğu belirlenmiştir.

Tokat Masifi, Taşova ilçesinde, başlıca metabazit, fillit, mermer, kalkfillitler gibi düşük dereceli oluşmuş kayaçlar ile temsil edilen metamorfik birimler ve bu metamorfik kayaçların içerisinde yer alan ~2 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsayan ve metamorfik olmayan kireçtaşı kitlesi tarafından temsil edilmektedir. Bu birlikteki metamorfik birimlerin yeşilist-mavişist geçişli koşullarda başkalaşıma uğramış olduğu görülmüştür. Metamorfitler içindeki metabazitlerden alınan örneklerle uygulanan toplam kaya kimyası analizleri sonuçlarına bakıldığında bu metabazitlerin okyanus adası bazalt-zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazalt niteliği sunduğu ve olasılıkla okyanus içi deniz dağlarının (seamount) eklenmiş parçalarını temsil ettiği belirlenmiştir. Kayaç birlikteliği bakımından, Taşova kuzeyindeki metamorfik kayaçlar bir yığışım karmaşası niteliğindedir. Bu verilere göre, Tokat Masifi, Lavrasya kıtasının Permo-Triyas döneminde aktif güney kenarı boyunca bulunan Tetis Okyanusunun kapanması ile ilişkilidir. Bu özelliği ile Sakarya Zonu'ndaki, Karakaya Karmaşasına ait Nilüfer birimi ile deneştirilebilir. Dolayısıyla Taşova yöresine ait metamorfitlerin, daha doğuda bulunan Ağvanis metamorfitleri ve Pulur masifinin tabanında bulunan düşük dereceli birimlerin karşılığı olduğu ve bu birimlerin batıya doğru devamı niteliğinde olduğu bu çalışma içerisinde belirlenmiştir. Genel itibarıyla Tokat Masifi kuzeyinin Karakaya Karmaşığı'nın, orta-doğu pontidlerdeki devamı olduğu belirlenmiştir.

Liyas öncesi birimler arasında bulunan kireçtaşlarının Taşova ve Ladik bölgelerinde de tabanı direk olarak gözlenmemektedir. Bu kireçtaşları koyu gri renklidir ve bol miktarda Orta-Üst Permiyen (Vordiyen-Kapitanien) çağını karakterize eden Foraminifer fosili içerdiği belirlenmiştir. Yer bilimleri literatüründe Karakaya Karmaşığı içerisinde görülen bu kireçtaşlarının, genel itibarıyla daha güneyde bulunan Gondvana kıtasından türemiş olduğu görüşü savunulmaktadır.



# **METAMORPHIC EVOLUTION OF NORTHERN PART (TAŞOVA-LADİK) OF TOKAT MASSİF**

## **SUMMARY**

The aim of this thesis is to reveal the evolution of pre-Liassic rocks in the northernmost part of the Tokat Massif, which is considered to be the largest outcrop of the Permo-Triassic Karakaya Complex in the Central Pontides. The main Taşova and Ladik regions were selected for this purpose and studies were conducted in these regions. In the Taşova region, pre-Liassic units consist of low metamorphic units and Middle Permian limestones, while in the Ladik region only Middle Permian limestones were formed.

Tokat Massif consists of metamorphic units represented by low - grade rocks such as metabasites, phyllites, marbles, calcphyllites, and ~2 km wide nonmetamorphic limestones in the metamorphic rocks in the Taşova region. Metamorphic units in this region have been observed to have undergone metamorphism under greenschist-blueschist conditions. According to the results of total rock chemistry analysis of metabasites in metamorphic rocks, these metabasites represent basalt-enriched oceanic ridge basalt character and probably represent the parts of the ocean platform (seamount). In terms of rock association, the metamorphic rocks in the north of Taşova are in the form of an accretionary complex. According to these data, the Tokat Massif is associated with the closure of the Tethyan Ocean along the active southern margin of the Laurasian continent during the Permo-Triassic period. This feature can be correlated with the Nilüfer unit of the Karakaya Complex in the Sakarya Zone. Therefore, the metamorphic rocks of the Taşova region were found to be the equivalent of the Ağvanis metamorphites and the low grade units at the base of the Pulur Massif. Generally, it is determined that the north of the Tokat Massif is the continuation of the Karakaya Complex in the middle eastern pontide.

Limestone, which is located between pre-Liassic units, is not directly observed in Taşova and Ladik regions. These limestones has dark gray color and contain foraminifera that characterizes the Middle-Upper Permian (Vordian-Kapitian) age. In the earth sciences literature, it is argued that these limestones, which are seen within the Karakaya Complex, are derived from the Gondvana continent, which is generally located further south.



## 1. GİRİŞ

Türkiye, Tetis okyanusunun kapanmasıyla oluşan Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Moix vd., 2008) (Şekil 1.1). Karbonifer-Erken Permiyende Lavrasya ile Gondvana'nın günümüz Avrupa ve Kuzey Amerika'nın da çarpışması ile ortaya çıkan, Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı okyanusal alan genel itibarıyla Paleotetis olarak adlandırılmıştır. Paleotetis'in kapanması Geç Triyas– Erken Jura'da olduğu düşünülmektedir. Kapanma başlamadan önce açılan, genelde Mesozoyik-Erken Senozoyik yaşlı bir diğer okyanusal alan ise Neotetis olarak isimlendirilir. Tetis okyanusunun tüketilmesi ve nihayetinde Türkiye'nin tek bir kıtasal kitle olarak ortaya çıkması Erken Senozoyikte gerçekleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999). Bu karışık jeolojik evreler sonucunda, bugünkü Anadolu birçok mikrokıtasal alanın bir araya gelmesi ile oluşmuştur.

Bu mikrokıtasal alanlar; Pontidler (İstanbul Zonu, Sakarya Zonu ve Istranca Zonu), Anatolid-Torid Bloğu ve Kırşehir Masifi'dir (Şekil 1.2). Bu mikrokıtasal bloklar, kapanmış okyanusların izleri olan sutur zonları ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu suturlar, Pontid içi, İzmir-Ankara-Erzincan, Toros içi ve Bitlis suturlarıdır. Bütün bu sutur zonları Mesozoyik-Erken Senozoyik yaşlı okyanusal alanlara ait olup, Neotetis okyanusunun değişik kollarının izlerini temsil eder. Bu sutur zonlarından İzmir-Ankara-Erzincan Suturu boyunca kıtasal çarpışma zamanı Paleosen-Erken Eosen olarak sınırlandırılmıştır (Okay ve Şahintürk, 1997; Topuz vd., 2014). İç Toros suture boyunca kıtasal çarpışmanın da yaklaşık aynı zamanda olduğu, buna karşılık Bitlis kenedi boyunca kıtasal çarpışmanın çok daha sonra, Miyosende olduğu düşünülmektedir (Şengör ve Yılmaz 1981; Okay vd., 2011). Istranca Masifi ve İstanbul Zonu Pontid İçi Kenedi ile Sakarya Zonundan ayrılır. Anatolid-Torid Bloğu arasındaki sınır tartışmalı olmakla birlikte Pourteu vd. (2010) bu iki blok arasındaki İç Torid Kenedini ayrıntılı şekilde göstermektedir. Anatolid-Torid Bloğu ile Arap Platformu ise Bitlis-Zagros Suturu ile ayrılmaktadır. Sakarya Zonu ile Anatolid-Torid Bloğu ise, İzmir-Ankara-Erzincan Suturu ile sınırlanır. İzmir-Ankara-Erzincan Suturu







**Şekil 1.2:** Türkiye’yi oluşturan mikrokıtasal bloklar ve onları ayıran suture zonları (Okay ve Tüysüz 1999’den değiştirilmiştir). BZS: Bitlis Zagros Süturu; İAES: İzmir-Ankara-Erzincan Süturu; İTS: İç Toros Süturu; İPS: İç Pontid Süturu.

Tokat masifi, Pontidlerin Sakarya Zonu’nda, Doğu-Orta Pontidlerin geçiş bölgesinde yer almaktadır (Şekil 1.3). Çalışma alanı ise Tokat masifinin en kuzeyinde bulunmaktadır. Tokat Masifinin tektonik konumunu daha iyi anlamak için, aşağıda Pontidlerin jeolojisi özetlenmektedir.

### 1.1.Pontidler

Pontidler, Kuzey Anadolu Dağlarını kapsayan bölgeye yer bilimleri literatüründe verilen genel ad olup,, Balkanlardan Kafkaslara doğusuna kadar uzananır (Şekil 1.2). Pontidler, kuzeyde Karadeniz güneyinde ise Kırşehir Masifi ve Anatolide–Torid platformu ile İzmir-Ankara-Erzincan Süturu ile sınırlanır. Pontidler başlıca üç zondan oluşmaktadır: Bu zonlar(i) Istranca, , (ii) İstanbul ve (iii) Sakarya zonlarıdır. Paleosen devrinde gerçekleşen çarpışmayla İzmir-Ankara-Erzincan suture boyunca Kırşehir Masifi ve Anatolide-Torid birlikleriyle bir araya gelmiştir (Şengör ve Yılmaz 1981: Okay vd. 1996: Moix vd. 2008). Pontidler, Mesozoyik boyunca Lavrasya’nın güneyine aktif bir kıta kenarını oluşturmaktadır (Okay, 2000; Okay ve Nikishin 2015; Topuz vd. 2013a; Şengör ve Yılmaz 1981). Aşağıda Pontidleri oluşturan zonlar kısaca ele alınmaktadır.

### **1.1.1 Istranca zonu**

Istranca Zonu, Trakya Bölgesi ve kısmen Yunanistan ve Bulgaristan'da yer almaktadır (Şekil 1.2). Istranca Zonu, Geç Variskan yaşlı çoğunluğu gnays ve migmatitler ile Permiyen yaşlı granitlerden oluşan bir temele sahiptir. Yüksek dereceli metamorfizmaya uğramış olan bu metamorfik taban üzerine, Alt Triyas - Orta Jura yaşlı denizel istif uyumsuz olarak oturmaktadır. Geç Jura – Erken Kretase döneminde kıtasal çarpışmanın devam etmesine bağlı olarak, taban ve üzerindeki denizel istif yeşilist fasiyesinde bölgesel metamorfizmaya uğramıştır (Okay vd., 2001; Sunal vd., 2011). Bu en son bölgesel metamorfizmanın yaşlı Geç Jura-Erken Kretase'dir.

### **1.1.2 İstanbul zonu**

İstanbul Zonu Batı Pontidler'de İstanbul'u da içine alan yaklaşık 400 km uzunlukta ve 70 km genişlikte bir zondur (Şekil 1.2). İstanbul zonunun temeli Geç Proterozoyik - Kambriyen yaşlı metamorfizmlardan ve onları kesen granitlerden oluşur. Temel kayalar, Ordovisiyen-Karbonifer yaşlı çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Bu istif transgressif özellik göstermekte ve pasif kıta kenarında çökelmiş bir istif özellikleri sunmaktadır (Okay ve diğ., 1994; Yiğitbaş ve diğ., 2004). Bunların üzerinde yer alan Triyas - Kretase sedimentler istifi ise İstanbul Zonu'nun batısı ve doğusu arasında gözlenmekte ancak iki alan arasında farklılıklar sunmaktadır. İstanbul Zonu, Sakarya Zonundan İntra Pontid Kenedi (İPK) ile ayrılır. Stratigrafik benzerliklerden ötürü, İstanbul Zonunun kuzey batıdaki Moezya Platformunun doğuya doğru uzantısı olduğu ve Üst Kretase'de doğrultu atımlı faylarla güneye doğru geldiği önerilmiştir (Okay vd., 1994).

### **1.1.3 Sakarya zonu**

İç Pontid ve İzmir-Ankara-Erzincan suture zonları arasında kalan mikrokıtasal alan Sakarya Zonu olarak adlandırılmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999) (Şekil 1.1). Sakarya Zonu'nun temeli esas itibarıyla üç farklı Jura öncesi birimden oluşur (Okay, 1989). (i) Karbonifer-Permiyen yaşlı kıtasal birimler, (ii) Devoniyen veya öncesi granitleri ve içine sokulduğu yığılım kamaşası özelliği taşıyan Devoniyen birimler ve (iii) Permo-Triyas yaşlı yığılım karmaşaları. Karbonifer yaşlı temel, Pulur, Gümüşhane ve Köse yörelerinde yüzlenmektedir. Bu yörelerde temel kayaları genel itibarıyla orta yüksek dereceli metamorfik kayalar ve onları kesen

büyük hacimli granitler tarafından temsil edilmektedir. Metamorfitle, er gnays, mikaşist, amfiboli, metagranit ve metaperidotitlere temsil edilmektedir. Bu metamorfitlelerin başkalaşım yaşları Pulur ve Gümüşhane yörelerinde Karbonifer (330-310 Ma) olarak saptanmıştır (Topuz vd., 2004, 2007; Okay vd., 2006). Metamorfitleleri kesen hacimli granitler ile metamorfizmadan daha sonra, 324-312 My önce metamorfite teme sokulum yapmışlardır (Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2011). Devoniyen granitleri çoğunlukla Sakarya zonunun batısında ve düşük dereceli, yaşı henüz bilinmeyen bir yığılım karmaşası içine sokulum yapmaktadır (Okay vd., 2006; Aysal vd., 2012a, 2012b; Sunal, 2013).

Sakarya zonu içerisinde çok geniş yüzeylemeler veren, 260 ile 200 My arasında metamorfizma yaşları sunan Permo-Triyas yaşlı düşük dereceli metamorfik kayalar genelde 'Karakaya Karmaşası' olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.3) (Yılmaz vd., 1997; Topuz vd., 2004b, 2014; Okay ve Göncüoğlu, 2004; Yılmaz ve Yılmaz, 2004).

Çalışma alanı Sakarya Zonu üzerinde Paleotetisin Triyas döneminde kapanmasıyla ilişkilendirilen Karakaya Karmaşığı'nın bir parçası olarak kabul edilmektedir (Okay ve Göncüoğlu, 2004). Karakaya Karmaşığı bu kapsamda aşağıda daha ayrıntılı olarak irdelenmektedir.

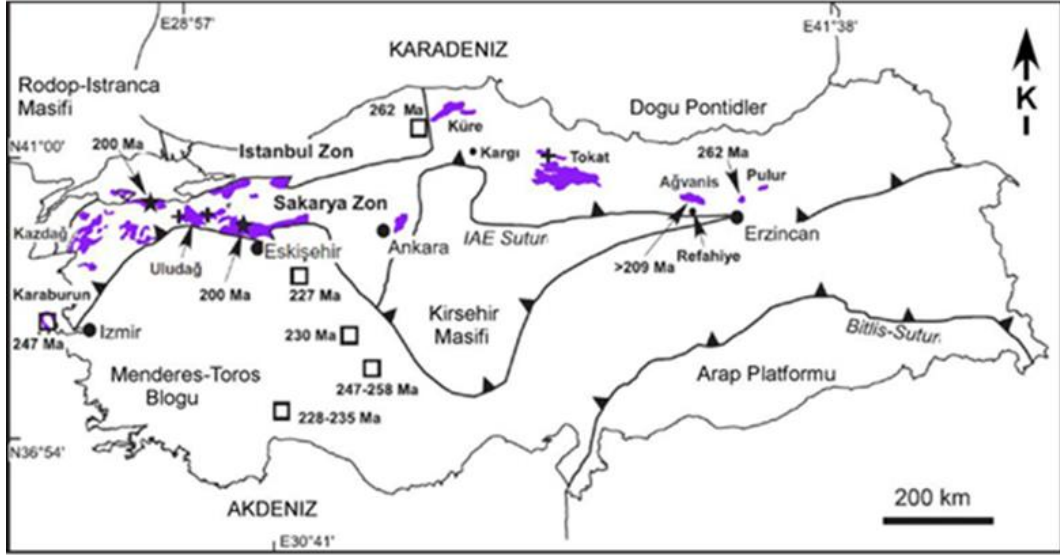
#### **1.1.4 Karakaya karmaşığı**

Karakaya Karmaşığı Sakarya Zonunun temelini bir kısmını oluşturan Permo-Triyas yaşlı bir eklenir prizmadır. Biga yarımadasından doğuya doğru tüm Sakarya Zonu boyunca gözlenmektedir (Şekil 1.3). Karakaya Karmaşığının oluşum modeli olarak başlangıçta Bingöl vd. (1975) riftleşme modelini öngördüyse de, Tekeli (1981) karmaşığın Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı bir dalma batmayla oluştuğunu ilk olarak önermiştir. Dalma-batma ile ilişkili bir karmaşık olduğu düşüncesi, bu birim içinde yersel olarak mavişist ve eklojiklerin keşfi ile günümüzde genel olarak kabul görmektedir (Okay ve Monie 1998; Okay vd. 2002). Yitim modeline göre Karakaya Karmaşığı'nın, Paleotetis denizinin kuzeye doğru, Lavrasya aktif kıta kenarı boyunca dalma-batması sonucu oluşmuştur (Okay ve Göncüoğlu, 2004).

Karakaya Karmaşığı, genel olarak yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış kayalar topluluğundan oluşmaktadır. Karmaşada en çok gözlenen kayalar türleri fillit, metabazit ve mermerdir (Okay ve Göncüoğlu, 2004). Genel olarak yeşilşist-fasiyesli

metamorfitlerden oluşsa da, Karakaya Birimlerinin Bandırma ve Eskişehir dolaylarında mavişist ve eklojit fasiyeslerine geçiş yapıldığı belgelenmiştir (Okay ve Monie 1998; Okay vd. 2002; Topuz vd. 2018) (Şekil 1.3). Karkaya Karmaşası üzerine Liyas yaşlı transgresif bir istif uyumsuz olarak gelmektedir (Okay ve Tüysüz, 1999, Okay ve Göncüoğlu, 2004). Genel olarak Karakaya Karmaşası, Alt ve Üst Karakaya karmaşıkları olarak iki ana kısma ayrılmıştır.

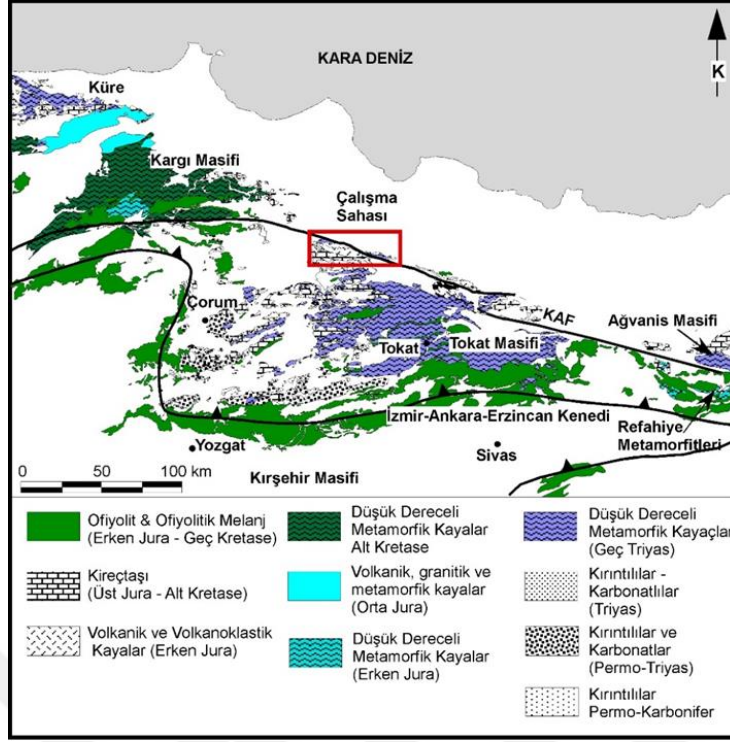
i) Alt Karakaya Karmaşığı, karmaşığının alt kesimini oluşturan bu birimler genellikle çok düşük dereceli ancak yüksek deformasyona maruz kalmış kayalardan oluşur. Bu birimde başlıca Permo-Triyas yaşlı metabazit, fillit ve mermer ve az miktarda serpantin, metaçört ve de metagabro bulunmaktadır. Yer yer eklojit ve mavişist dilimleri bu birimin içerisinde gözlense de, genel olarak alt yeşilist fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramışlardır (Okay ve Monie, 1997; Okay vd., 2002). Tokat bölgesinde başkalaşım koşullarının yeşilist fasiyesinde olmasına karşılık yersel olarak sodik amfibolün ortaya çıkması ile mavişist fasiyesine geçiş yapmaktadır (Rojay ve Göncüoğlu, 1997). Alt Karakaya Karmaşığının başkalaşım sıcaklığının 340 ila 497 °C arasında olduğu daha önceki çalışmalarla bilinmektedir (Federici vd. 2010). Alt Karakaya Karmaşığının yaşını bulmak için fengitler üzerinde yapılan Ar-Ar izotopik yaşlandırma analizleri, karmaşığın alt kesiminin başkalaşım yaşı, Bandırma, Uludağ ve Eskişehir yörelerinde Geç Triyas (200-207 My) ile Pulur Masifinin tabanındaki tektonometamorfik birimde Orta Permiyen (260 My) ve Ağvanis Masifinde ise Geç Triyastan (> 207 My) olduğu ortaya koymuştur (Okay ve Monie, 1997, Topuz vd., 2004b, 2014, 2018).



**Şekil 1.3:** Karakaya Karmaşığı'nın Sakarya Zonu'ndaki dağılımı. Yıldız, eklojit fasiyesli alanları, + ise mavi amfibolün görülmüş olduğu alanları göstermektedir. (Topuz vd., 2014' den değiştirilmiştir.)

## 1.2 Tokat Masifi

Tokat Masifi, Orta-Doğu Pontidler'de, takriben 7500 km<sup>2</sup>'lik alan kaplamakta olup, çoğunlukla deforme, yüksek basınç/düşük sıcaklıkta gerçekleşen alt yeşilist ve yeşilist fasiyesinde başkalaşıma uğramış metabazit, fillit, mermer, metakumtaşı ve serpantinlerden oluşur (Şekil 1.4) (Seymen, 1991; Bozkurt ve diğ., 1997, Yılmaz vd., 1997, Yılmaz ve Yılmaz, 2004; Okay ve Göncüoğlu, 2004; Catlos vd., 2013, Yılmaz vd., 1997). Masif'in üzerine uyumsuz olarak oturan en yaşlı metamorfik olmayan örtü kayaları en kuzeyde Liyas yaşlı volkano-tortul kayalar, masifin orta kısımlarında Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları, masifin güney kısımlarında ise Eosen yaşlı kırıntılı kayalar temsil edilir (Şekil 1.4). Ayrıca, masif içinde 1-2 km genişliğinde ve bazen yüzlerce km uzunluğa sahip, kabaca doğu-batı uzanımlı ofiyolit/ofiyolitik melanj dilimleri bulunmaktadır (Şekil 1.4). Tokat masifi litolojik ve tektono-stratigrafik olarak doğusunda yer alan Ağvanis masifi ile benzerlikler sunmaktadır (Şekil 1.3) (Topuz vd. 2014). Saha ilişkileri, genel kayaç topluluğu ve metabazitler içinde yersel olarak gözlenen sodik ve sodik-kalsik amfibol varlığına dayanılarak, Tokat Masifi Geç Triyas'ta başkalaşıma uğramış bir yığılma karmaşası, dolayısıyla Karakaya Karmaşığı'nın en büyük parçasıdır. Çalışma alanı, Tokat Masifi'nin en kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 1.4).



**Şekil 1.4:** Tokat Masifinin genel jeolojik haritası ve Doğu ve Orta Pontidlerdeki metamorfik alanlar (MTA 2002 Türkiye Jeolojik Haritasından değiştirilerek çizilmiştir).

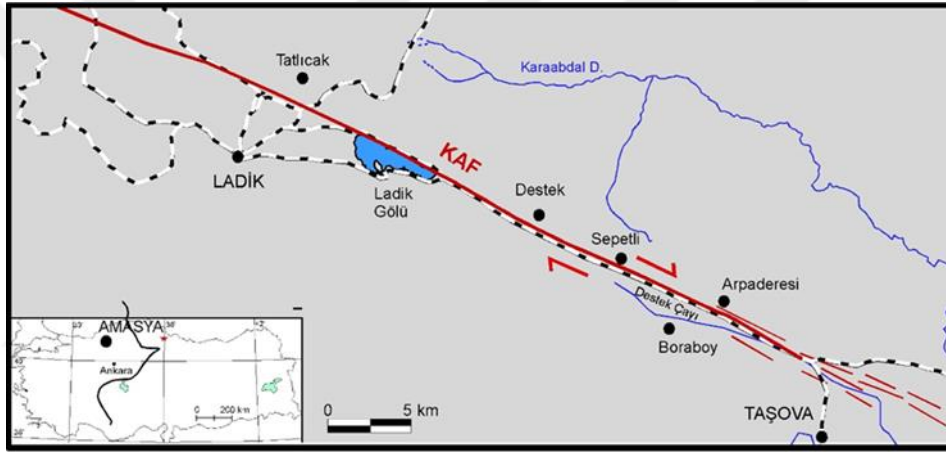
### 1.3 Çalışmanın Amacı

Tez çalışması amacıyla, Tokat Masifi'nin en kuzeyinde yer alan Ladik ve Taşova arasındaki bölgede 2016 ve 2017 yıllarının yaz aylarında arazi çalışması yapıldı. Bu arazi çalışmaları, Taşova ve Ladik bölgelerindeki kayaçların sınır ilişkileri belirlenip, yörenin jeolojik haritası çizildi. Bu çalışmanın amaçları, 1)Orta-Üst Permiyen metamorfizmaya uğramamış kireçtaşlarının metamorfizmalarla ilişkisini ortaya çıkartmak, 2) Tokat Masifi'nin en kuzey bölümündeki metamorfizmaların jeolojik evrimini sınırlandırmaktır. Bölgede ilk olarak Blumenthal (1950), Alp (1972), Öztürk (1979), Özcan vd., (1980) ve Göncüoğlu (1994) Tokat Masifi içerisindeki metamorfik taban birimlerini tanımlamışlardır.

### 1.4 Çalışma Alanı

Bu çalışma kapsamında, Tokat Masifi'nin kuzeyinde Taşova ve Ladik bölgeleri olmak üzere iki ayrı bölge incelendi: Taşova Bölgesi, Amasya şehir merkezinin 52 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 1.5). Ladik Bölgesi ise, Samsun iline bağlı

olup, Samsun şehir merkezinden yaklaşık 77 km güneyde yer almaktadır (Şekil 1.5). Çalışma sahası, toplamda ~100 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma sahası, G35b1, G35b2, G36a1, G36a2 G36a3, G36b1, G36b4 numaralı 1:25000'lik paftaları üzerinde yer almaktadır. Bölgedeki en büyük yerleşim merkezleri Taşova ve Ladik ilçeleri olup, Taşova bölgesinde Arpaderesi, Alparslan, Destek, Sepetli köyleri ile Ladik bölgesinde ise Arslantaş ve Tüfekçidere köyleri bulunmaktadır. Bölgeye doğudan Taşova, batıdan ise Ladik ilçeleri üzerinden araçla ulaşım sağlanmaktadır. Taşova bölgesi için önemli akarsu kaynağı Destek Çayı olup, çalışma sahasının güneyinde Yeşilirmak'a dökülmektedir. Bölgenin en önemli tektonik unsuru Kuzey Anadolu Fayı (KAF) olup, çalışma sahasında KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 1.5). Bu fay zonu üzerinde Ladik Gölü bulunmaktadır.



**Şekil 1.5:** Çalışma alanı ve içerdiği yerleşim merkezleri. KAF: Kuzey Anadolu Fayı. Ufak harita, çalışma alanının Türkiye'de ki konumunu göstermektedir.

### 1.5. Çalışma Yöntemi

Bu çalışma, üç ana aşamada gerçekleştirildi; İlk olarak arazi çalışmaları yapılarak, 1/25.000 ölçekli jeolojik harita çizildi. Arazi çalışmaları sırasında, arazi gözlemleri, fotoğraflama ve örnek alımı yapıldı. Arazi çalışmalarında petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik analizler için toplanan örneklerden 20 tanesi seçilip, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü Laboratuvarlarında kesilip, ince kesitleri hazırlandı. Yine hazırlanan ince kesitler Avrasya Yer Bilimleri Laboratuvarında polarizan mikroskopla incelenerek kayaç sınıflandırması yapıldı ve önemli mineral birlikteliklerinin, mineral ve dokuların görüntüleri çekildi. İki ince kesitin, İTÜ Jeokimyasal Araştırma Laboratuvarı'nda, elektron mikroprob analizi ile kayaç mineral

kimyası tayin edildi. Petrografik inceleme ve mineral kimyası sonuçları karşılaştırılarak mineral parajenezinin belirlenmesi ile birlikte kayaçların fasiyesleri, dolayısıyla başkalaşım koşulları sınırlandırıldı. Kalıntı doku içeren örneklerin ilksel kayaçları (protolitleri) hakkında bilgi edinildi. plam 33 adet örnek toplandı.





## 2.ARAZI İLİŞKİLERİ

Çalışma sahası, Taşova ve Ladik bölgeleri olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Çalışma sahası, başlıca dört litolojik birimden oluşmaktadır. Bunlar, yaşlıdan gence doğru (i) yeşilşist fasiyesli metamorfik kayalar (ii) Orta-Üst Permian kireçtaşları (iii) Liyas yaşlı kırıntılı kayalar ve (iv) Kretase yaşlı kırıntılı kayalar (Şekil 2.2). Ladik Bölgesinde yukarıda bahsi geçen birimlerden, metamorfik kayalar gözlenmemiştir. Aşağıda her iki bölgedeyapılan saha çalışmalarının sonuçları ayrıntılı olarak verilmektedir.

### 2.1 Taşova Bölgesi

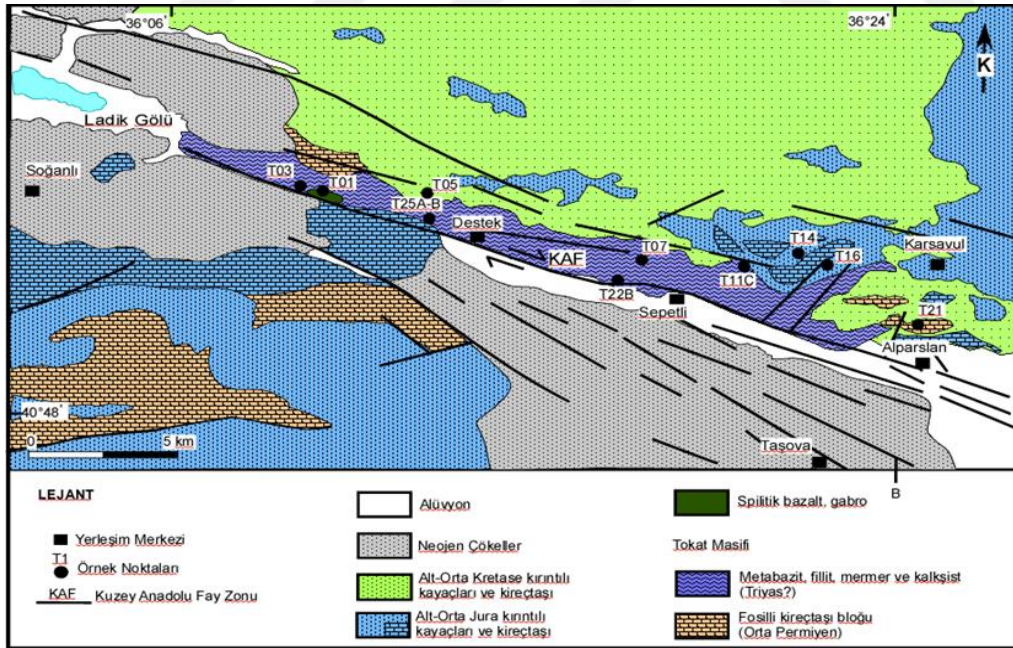
Taşova Bölgesi, başlıca metamorfik ve bunun üzerine oturan değişken büyüktükteki kireçtaşları ve her iki birimi uyumsuz olarak örten kırıntılı kayalar bulunmaktadır (Şekil 2.1). Metamorfik birimin güney sınırını Kuzey Anadolu Fayı tanımlanmaktadır. Bölgenin yoğun bir orman ile kaplı olmasından, yüzeylemeler sınırlı olup, birimler arasındaki sınırların takibi güçtür (Şekil 2.4).

Taşova Bölgesinin en tabandaki birimini metamorfik kayalar oluşturur (Şekil 2.5). Metamorfikler, ~16 km uzunlukta ve 2,5 km genişlikte KB-GD yönlü ince bir şerit oluşturur. Metamorfik kayalar, bölgede baskın olarak yeşilşist, kalkfillit-fillit, mermer ve metakumtaşı ile temsil edilir. Metamorfikler üzerinde farklı büyüklükte, bol fosilli kireçtaşı kitleleri bulunmaktadır. Taşova Metamorfikleri Bat Pontidler tanımlanan Alt Karakaya Karmaşası ile, Nilüfer Birimi (Okay ve Göncüoğlu, 2004 ve içerdiği atıflar) ile, deneştirilebilir niteliktedir. Baskın birim olan yeşilkayalar genel olarak çalışma alanı boyunca gözlenebilmektedir. Fay sınırına yaklaşılacak bölgelerde alterasyonun artması sebebiyle içsel yapılarını kaybetmişler de yüksek topografyalarda daha taze yüzeyler sunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde metamorfik kayalar içinde bir fosil grubuna rastlanmamıştır.

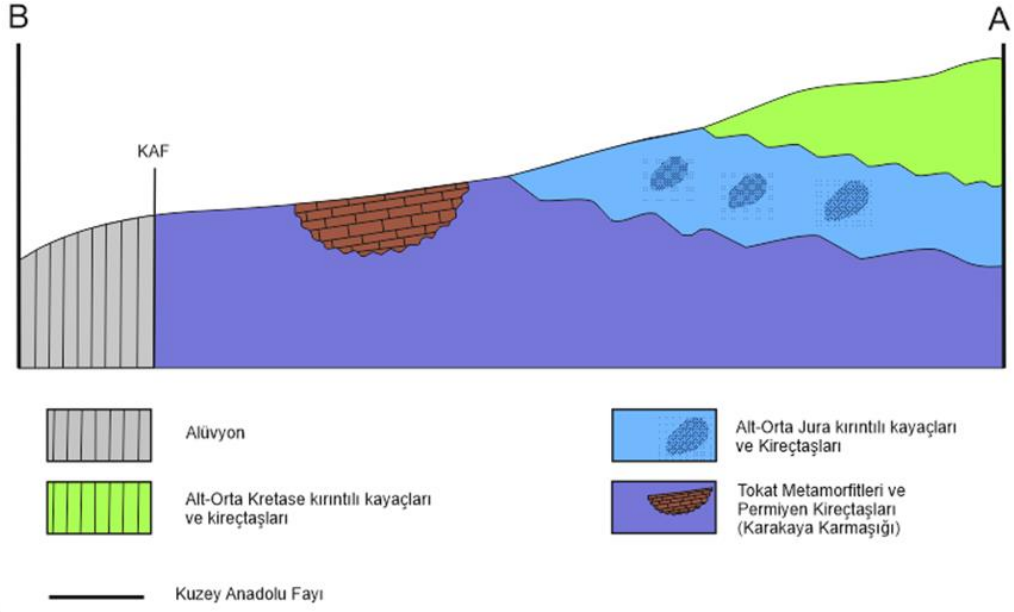
Bölgenin batısında, metamorfikler içerisinde gabro, spilit ve bunlarla birlikte yine yerli olmayan az miktarda serpantin içeren kitleye rastlanıldı. Blok olduğu düşünülen bu ofiyolitik seride gabrolar iri taneli ve oksitlenmiş olarak gözlemlendi. Bazaltların bu

gabroyla sınır oluşturduğu görüldü. Bu blok olduğu düşünülen ve herhangi bir devamlılığı olmayan birliğin masifin daha güney kesiminden bölgeye yürüdüğü düşünülmektedir.

Kuzey Anadolu Fayı, bölgenin tektonizmasını denetleyen en önemli unsurdur (Şekil 2.3). Metamorfitlelerin sahada ki güney sınırı Kuzey Anadolu Fayı ve Neojen yaşlı çökel kayalarla sınırlanmaktadır (Şekil 2.6). Çalışma sahasının en batısında, metamorfik birimler ve Üst-Orta Jura yaşlı kireçtaşları yine Kuzey Anadolu Fayı etkisiyle sınır oluşturmaktadır. Çalışma alanının batısında, fosil içermeyen kireçtaşı kitlesi ve metamorfiklere ait bu sınır net olarak gözlenebilmektedir. Yatay tabakalı olarak gözlenen bu kireçtaşının açık renkli olduğu, karstik boşluklar içerdiği, ikincil kalsit damarları içerdiği ve orta-kalın tabakalı olduğu gözlemlendi. Bazı alanlarda, metamorfitlelerle birlikte ilksel kayaç özellikleri (dokuları ve mineral parajenezi) korunmuş olan metaçamurtaşı ve metakumtaşı ve fillat yüzeylemelerine rastlanılmıştır. Bu birimlerde en çok iri taneli mikaların varlıkları dikkat çekmektedir. Döküntü olmayan bu metakumtaşı-çamurtaşı ve çört genellikle, birimi örten kırıntılı malzemeye geçiş zonlarında karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.1: Taşova bölgesinin jeolojik haritası.



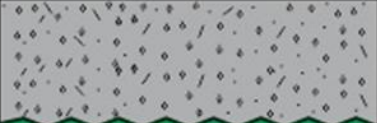
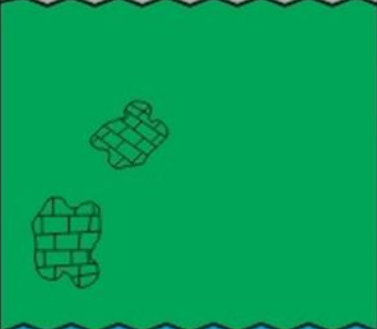


**Şekil 2.2:** Taşova Bölgesinin enine kesiti.



**Şekil 2.3:** Çalışma sahasının tektonizmasını denetleyen Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) uzanımı.



**Şekil 2.4:** Metamorfittlerin genel arazi görüntüsü. Yoğun bitki örtüsü metamorfittlerin arazi ilişkilerinin belirlenmesini güçleştirmektedir.

Yaş	Litoloji	Açıklama
		Neojen Çökeller
Alt-Orta Kretase		Kumtaşı, kireçtaşı, kiltası (Bayırköy Fm.)
Alt-Orta Jura		Kumtaşı, şeyl, kireçtaşı (Carcurum Fm.)
Tokat Masifi Triyas?		Yeşilşist, mermer, Orta Permiyen kireçtaşı, fillit, kalkfillit (Karasenir Fm.) + Ofiyolit parçası

Şekil 2.5: Taşova bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (ölçeksiz).





**Şekil 2.6:** Metamorfitleerin Neojen çökelleri ile olan dokanağı, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) tarafından tanımlanmaktadır.

i) Yeşilkayalar; bölge tektonizmasından çokça etkilenen bu birim yer yer taze yüzeyler sunsada genel olarak aşırı deforme ve alterasyona uğramış olarak görülmektedir. Taze yüzeylemelerde yeşil ve tonlarında renkler sunmaktadır (Şekil 2.7). Altere örneklerde sarı veya bej renkler görülmektedir. İnceden iriye kadar değişen büyüklükte taneler içermektedirler. Genellikle ilksel bileşimlerinden iz taşımamaktadırlar. Bazı örneklerde iri ak ve kara mika (biyotit) içermektedirler. Yapraklanma düzlemleri çok iyi gelişmiştir. Daha önce oluşan kırıklar kuvarsla doldurulmuştur (Şekil 2.8). Yer yer bu kırıklar foliasyonu kesmektedir. Çalkaya köyü yakınlarında metabazitler, mermer ve kuvarsitlerle birliktelikler sunmaktadır. Blok halinde kumtaşı içermektedir. Metabazitler Alparslan köyü civarından başlayıp Sepetli köyü doğusuna kadar çalışma alanı doğusu boyunca ~ 15 km boyunca şerit halinde geniş bir yayılım göstermektedir.



**Şekil 2.7:** İyi yapraklanmalı yeşil renkli metabazitler.



**Şekil 2.8:** Bariz yapraklanmalı metamorfik kayalar.





**Şekil 2.9a:** İyi yapraklanmalı fillitler ve 1-2 cm kalınlıklı mermer ara seviyeleri.



**Şekil 2.9b:** Yeşilşistler içindeki mermer bloğu.

ii) Fillitler ve mermerler; arazide bir arada görülmüştür. Fillitler, belirgin yapraklanmalı ve yeşil tonlarında renk sunmaktadır. Yapraklanma doğrultu ve eğim düzlemleri yoğun tektonik aktivite ve Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisiyle düzensiz yönlerde (yer yer yatay) gözlenmektedir. Ancak genel olarak Yeşilkayalarda olduğu

gibi GD yönünde bir trende sahiptir. Bu tektonik aktivite nedeniyle oluşan kırıklara karbonatlar birikerek kalkfillitlerde bantlı yapılar oluşturmaktadır. Genellikle fillitlerin çok ince taneli oldukları görülmüştür. Mermerler koyu gri-gri renklidir. Yersel olarak fillitler mermer, kuvarsit ve mermer ara seviyeleri içermektedir. Bu seviyelerin kalınlıkları 1 ile 10 cm arasında değişmektedir. (Şekil 2. 9a- b).

iii) Orta-Üst Jura kırıntılı kayaçlar: Birim, kumtaşı, kıltaşı ve kireçtaşı istifli olarak görülmektedir. Metamorfik birimlerin üzerine uyumsuz olarak bulunmaktadır. Çalışma alanı içinde bu sınır gözlenememekle birlikte sahanın dışında Orta-Üst Jura istifine ait taban konglomerası net bir şekilde görülebilmektedir. İstifin kireçtaşı ve bu kireçtaşına ait tabakalı yapıları yatay olarak gözlenebilmektedir. Kireçtaşı orta-kalın tabakalıdır. Fosil içermemektedir ve açık gri-beyaz renklidir. Kireçtaşı, Kuzey Anadolu Fayı sebebiyle metamorfik birimlerle sınıra sahiptir. Orta- Üst Jura kırıntılı birimler Karakese Formasyonu ile deneştirilmektedir. Kumtaşı ve çamuratşları içerisinde mikalar bulunmaktadır.

iv) Alt-Orta Kretase yaşlı kırıntılı kayaçlar; Bu çökellerin arazi çalışmaları sırasında metamorfik birimleri, koyu renkli fosilli kireçtaşlarını ve Jura yaşlı kırıntılı birimleri uyumsuz olarak örttüğü belirlenmiştir. Maden Tetkik Arama'nın 1/25000'lik jeoloji haritasında bu birimler Alt-Orta Kretase yaşlı olarak belirtilmiştir. Birim şeyl ara sunmakta ve fosil içermemektedir (Şekil 2.10). Birim içerisinde Juraya ait irili ufaklı kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Ancak yerli mostraları da saha içerisinde gözlendi. Birimler Carcurum Formasyonu ile deneştirilebilir (Alp, 1972).

v) Orta-Üst Permiyen kireçtaşları; Çalışma alanının en doğusunda Karsavul ve Alparslan köyleri arasında metamorfikler arasında yüzeylemektedir (Şekil 2.1). Genel itibariyle kireçtaşları boz renkli, masif yapılı, ikincil kalsit damarlı olarak gözlenmiştir (Şekil 2.11). Yüzeylerinde fosiller çıplak gözle tanınabilmektedir (Şekil 2.12). Başkalaşım kayaçlarıyla ilişkisi ya da mostranın büyüklüğü hakkında bir bilgiye, alanın ormanlık olması ve sınırların gözlenememesi nedeniyle, ulaşılamamıştır. Ancak Masif'in daha güneylerinde görülen aynı özellikleri taşıyan kireçtaşlarının blok olarak metamorfiklerle bir arada bulunduğu gözlendiği için bu kireçtaşının da blok olarak bulunduğu savunulabilir.





**Şekil 2.10:** Alt-Orta Kretase yaşlı kırıntılı birimlere ait şeyl ara seviyeli kumtaşı ve kireçtaşları.

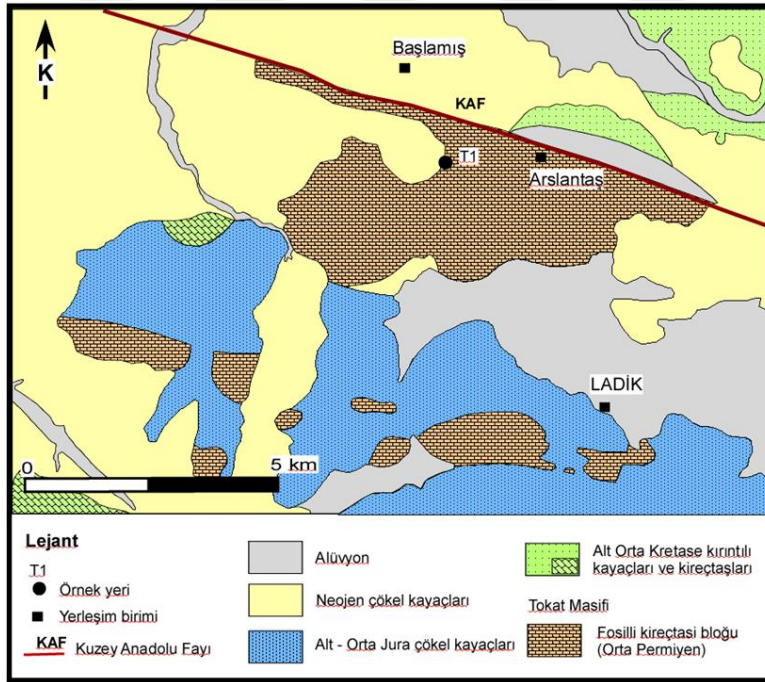


**Şekil 2.11:** Oldukça parçalanmış, iç yapıyı bozulmuş kireçtaşı (Karsavul ve Arpaderesi köyleri).

## 2.2 Ladik Bölgesi

Ladik bölgesinde baskın olarak, masif yapılı, boz renkli, bol foraminifer (fusulin) fosilli kireçtaşlarından oluşur. Kireçtaşı yüzeylesi ~ 5 km uzunluğunda ve 2.5 km genişliğindedir (Şekil 2.12). Bu kireçtaşları daha önceki çalışmalarda Akdağ Formasyonu içinde değerlendirilmiştir (Öztürk, 1979). Bu kireçtaşlarına ait daha büyük boyuttaki bloklar tez sahasının dışında ve güneyinde, Ladik ve Amasya arasında yüzlek vermekte olup, bu kireçtaşı yüeylemeleri bölgenin en yüksek tepelerini (1500-2000 m) oluşturur.

Ladik bölgesindeki kireçtaşları tıpkı Taşova kuzeyinde Karsavul Köyü civarında görülen masif kireçtaşları gibi bol fosillidir. Kireçtaşları genelde katmanlaşması seçilemeyen, masif, boz renkli ve bol kırıklıdır. Kireçtaşlarının yüzeyinde foraminifer toplulukları, çıplak gözle tanınabilmektedir. Kireçtaşlarının en iyi gözlenmiş olduğu alan, bir taş ocağıdır (Şekil 2.13).



Şekil 2.12: Ladik kuzeyinin jeolojik haritası.

Kireçtaşı en kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı (KAF) tarafından sınırlandırılır. Bu fayla, kireçtaşları Neojen yaşlı çökel kayaları ile dokanak halde getirilmiştir. Taşova Bölgesinin aksine, Ladik Bölgesinde kireçtaşlarıyla birlikte metamorfite gözlenmedi.





**Şekil 2.13:** Kireçtaşları içinde foraminifer fosilleri.

Ladik bölgesinde kireçtaşlarını yersel olarak Alt-Orta Jura kırıntılı kayaçlar örter (Şekil 2.12). Alt-Orta Jura kırıntılı kayaçları genel olarak konglomera ve kumtaşlarından oluşur. Kumtaşlarında, günlenme sonucunda, soğan kabuğu biçiminde soyulma yaygındır (Şekil 2.14a). Konglomeratik seviyelerde çakılların tane boyu 20 cm'ye kadar ulaşır. Bu çakıllar fosilli, boz renkli kireçtaşları, volkanik çakıl taşları ve radyolarit gibi kaya türlerinden türemiştir. Çakılların yuvarlaklığı ve boylanması kötüdür. Kumtaşları içerisinde bolca detritik muskovit bulunmaktadır. İstifin kalınlığı ~200 m'den ve 2 km'ye kadar değişim gösterir (Öztürk, 1979). Bu çökellerin yaşı hakkında daha önceki çalışmalarda Liyas oldukları söylenmiştir. Birim çevrenin tektonizmasından yoğun olarak etkilenmiştir (Şekil 2. 14b).



**Şekil 2.14a-b:** a) Kumtaşlarında gözlenen soğan kabuğu soyulması (eksfolyasyon). b) Kumtaşı-konglomeranın arazi görünümü. Çakıllar kireçtaşı ve bazalt çakıllarından oluşur.



### **3. PETROGRAFI ve MİNERAL KİMYASI**

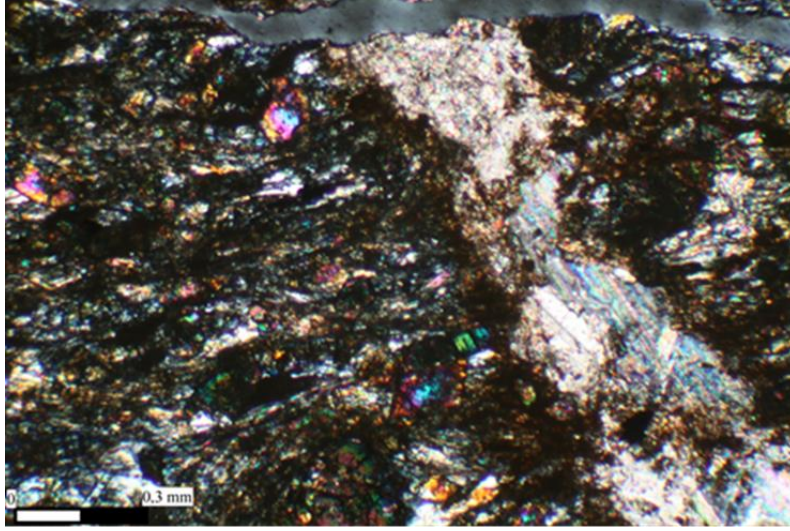
Çalışma alanında gözlenen kaya topluluklarının mineralojik ve dokusal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 50 adet örneğin ince kesiti petrografik mikroskop altında incelendi. Bu bölümde, çalışma sahasında bulunan kayaçların petrografik özellikleri özetlenmektedir.

#### **3.1 Tokat Masifi Metamorfikleri (Permo-Triyas)**

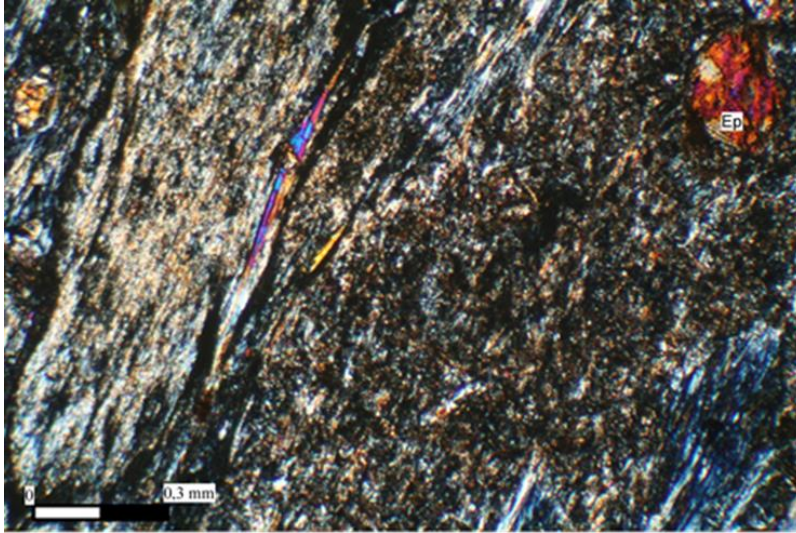
Taşova Bölgesi'nde Tokat masifi başlıca yeşilşist, fillit, kalkşist, mikaşist, metakumtaşı ve az miktarda mermer ile temsil edilmektedir. Bu birimlerden farklı olarak Karsavul köyü civarında metamorfizmaya uğramamış ancak ileri derecede deformasyona uğramış bir kireçtaşı mevcuttur. Bu kayaç türleri aşağıda tek tek ele alınacaktır.

##### **3.1.1 Yeşilşistler**

Baskın olarak bölgede gözlenen yeşilşistler genel olarak mükemmel derecede yapraklanma sunmaktadırlar. Bölge tektonizmasının etkisi sebebiyle bol kırıklı ve dolgu maddesi olarak kalsit ya da kuvars içerirler. Bu kırıklar bazen yapraklanmayı kesebildiği gibi (Şekil 3.1), bazen de yapraklanmaya paraleldir. Ana mineral bileşenleri klorit, albit, epidot, sodik-kalsik amfibol, kalsit ve kuvarstan oluşmaktadır. Tali mineral olarak, yeşilşistler titanit, kalsit ve opak mineraller içermektedir. Yapraklanma, genellikle klorit, albit ve aktinolit mineralleri paralel uzanımları tarafından tanımlanır. Bazı örneklerde, kloritler anormal mavi girişim renkleri gösterirler (Örnek: T11C). Epidot taneleri, genel olarak orta ince tane boyludur (0.1-0.5 mm), yalnızca bazı örneklerde iri taneli porfiroblastlar oluşturur (>1 mm) (Şekil 3.2). Bazı örneklerde, amfibol, piroksen ve plajiyoklas mineralleri kalıntı magmatik doku sunarlar.

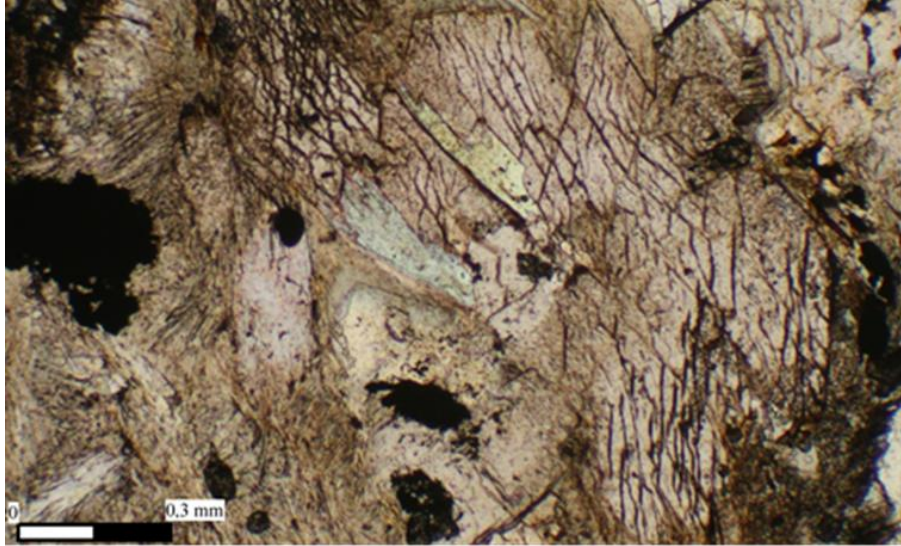


**Şekil 3.1:** Yeşilşistde (T10), yapraklanma ikincil kalsit damarcığı tarafından kesilmektedir. Yeşilşist, klorit, epidot, aktinolit ve albitten oluşmaktadır.



**Şekil 3.2:** Yeşilşist (T11C) epidot porfiroblastı. Yeşilşist, epidot dışında aktinolit, klorit ve albit içermektedir.





**Şekil 3.3:** Metabazit (T22B) örneği içerisinde iri taneli aktinolit kristalleri ve içerdikleri fengit kristalleri.

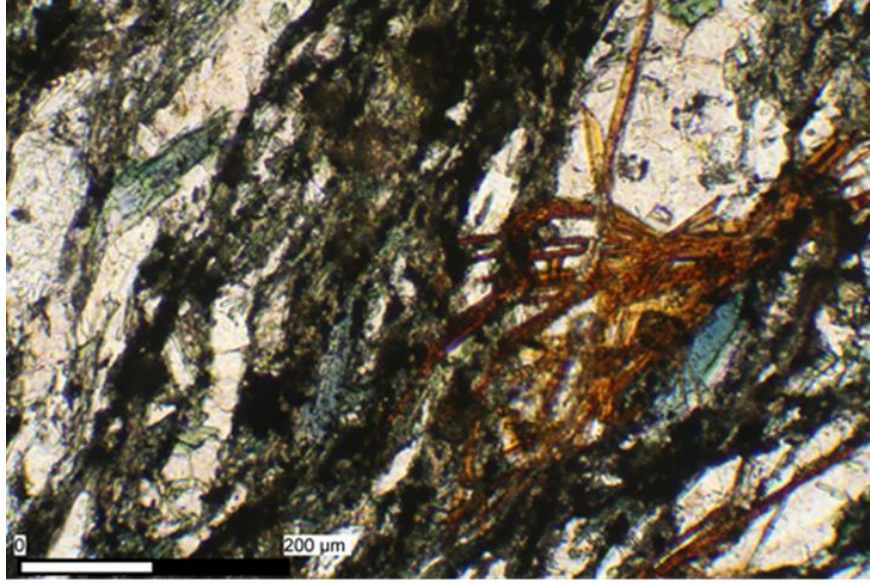
Amfiboller, yeşilistlerde, hem kalsik hem de Na-Ca türler tarafından temsil edilirler. Amfiboller genel olarak özşekilli olup, boyutları 0,5-1 mm arasındadır. Sodik-kalsik amfiboller yeşilden maviye değişen pleokroizma gösterir. T007 ve T014 örneklerinde sodik amfibol tek ve çift nikolde mavi pleokroizmasıyla tanınmaktadır (Şekil 3.4). Sodik-kalsik ve kalsik amfibollerin EPMA analizleri Tablo 3.1’de verilmektedir. Sodik-kalsik amfibollerde Na içerikleri formül birimi başına 1.4 – 1.6 arasında değişmektedir. Buna karşılık, kalsik amfibollerde Na içerikleri formül birimi başına 0.047 ile 0.052 arasındadır. Magnezyum numaraları ( $Mg\# = Mg/(Mg+Fe^{2+})$ ) sodik-kalsik amfibollerde 0.51-0.54 iken, kalsik amfibollerde 0.70-0.74’dür. Kalsik amfibollerin,  $Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al_{VI})$  oranı 0.67 – 0.75 arasındadır.  $TiO_2$  değeri kalsik amfibollerde % 0,1 – 0,3 arasında iken, sodik-kalsik amfibollerde %0,01 – 0,03 arasındadır (Tablo 3.1).

**Tablo 3.1:** Tokat Metamorfizleri içerisindeki metabazitlerde görülen sodik – kalsik ve kalsit amfibollerin (aktinolit ve glokofan) mikroprob analizleri. Act = Aktinolit, Na-Ca Amph = Sodik-kalsik amfibol

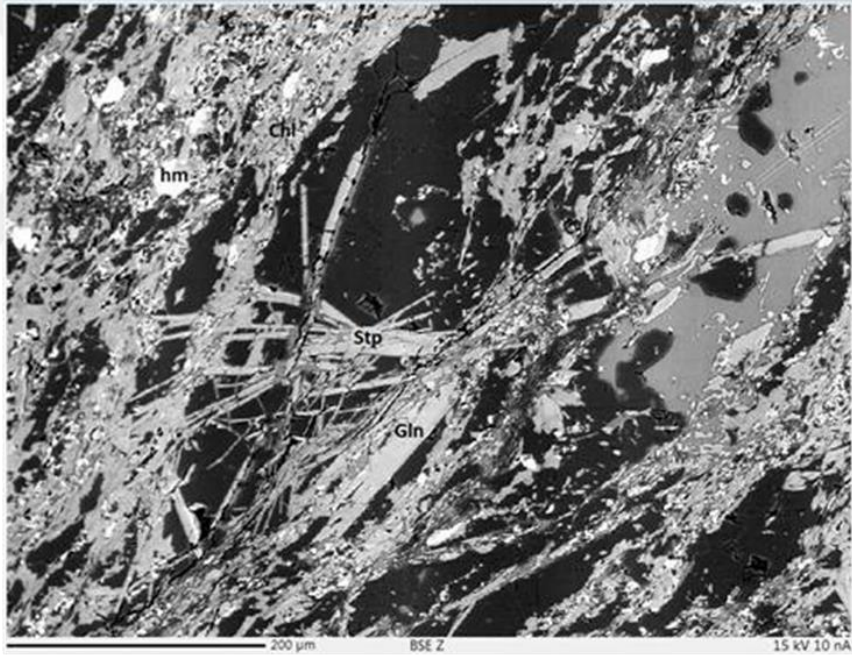
Örnek	T07	T07	T07	T10	T10
Mineral	Gln	Gln	Gln	Act	Act
SiO <sub>2</sub>	53.77	54.12	54.51	56.17	54.69
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.75	3.04	3.48	0.87	1.56
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03
FeO	22.40	24.00	23.14	12.20	13.52
MnO	0.16	0.12	0.05	0.36	0.30
MgO	8.65	7.54	7.98	16.18	15.04
CaO	4.07	1.85	2.70	12.18	11.71
Na <sub>2</sub> O	5.16	5.88	5.75	0.19	0.17
K <sub>2</sub> O	0.08	0.02	0.11	0.03	0.07
Total	98.07	96.61	97.75	98.23	97.12
23 Oksijen; Si+Ti+Al+Cr+Fe+Mn+Mg=13					
Si	7.770	7.894	7.880	7.950	7.851
Al[IV]	0.230	0.106	0.120	0.050	0.149
Al[VI]	0.408	0.416	0.473	0.095	0.115
Fe(iii)	1.097	1.442	1.171	0.197	0.362
Ti	0.002	0.001	0.003	0.002	0.003
Cr	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003
Fe(ii)	1.609	1.485	1.626	1.247	1.261
Mn	0.020	0.015	0.006	0.043	0.036
Mg	1.863	1.640	1.720	3.414	3.219
Ca	0.630	0.289	0.418	1.847	1.801
Na	1.446	1.663	1.612	0.052	0.047
K	0.015	0.004	0.020	0.005	0.013
Total	15.090	14.955	15.050	14.904	14.861
Mg/(Fe <sup>2+</sup> +Mg)	0.54	0.52	0.51	0.73	0.72

Stipnomelanlar özşekilli ve yarı özşekilli olup, örneklerde çubuksu olarak bu amfibollerle bir arada bulunur (Şekil 3.4, 3.5). Stipnomelanların K<sub>2</sub>O içerikleri ağırlık olarak % 1.00 altında olup, Mg numaraları 0.37-0.40'dır (Tablo 3.2).





**Şekil 3.4:** Yeşilşist (T007) örneği içinde sodik-kalsik amfibol ve stipnomelan birlikteliği. Chl: Klorit, Stp: Stipnomelan, Ab: Albit, Gln: Glokofan.

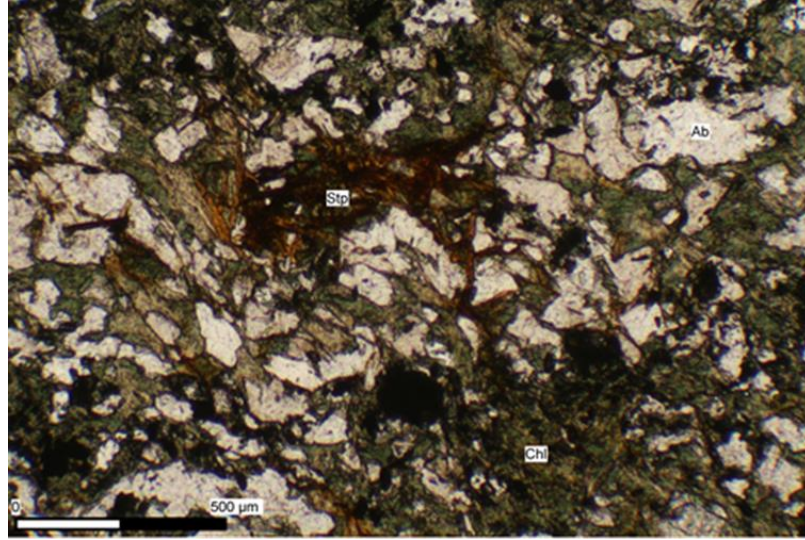


**Şekil 3.5:** Geri saçılmış elektron resminde (örnek T07) stilpnomelan ve Na-Ca amfibol birlikteliği. (Stp = Stilpnomelan, Na-Ca Amph = Sodik-kalsik amfibol, Hm = Hematit, Chl = Klorit).

**Tablo 3.2:** Metabazit içindeki stipnomelan mineralinin mikroprob analizleri.

Örnek	T07	T07	T07
Mineral	Stp	Stp	Stp
SiO <sub>2</sub>	47.88	48.98	48.79
TiO <sub>2</sub>	0.01	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.21	5.85	6.22
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0
FeO	26.41	26.43	26.54
MnO	0.27	0.36	0.24
MgO	8.79	9.37	8.71
CaO	0.06	0.09	0.05
Na <sub>2</sub> O	0.11	0.07	0.11
K <sub>2</sub> O	0.08	0.09	0.07
Toplam	89.71	91.24	90.62
Si=8			
Si	8.000	8.000	8.000
Ti	0.001	0.000	0.000
Al	1.223	1.126	1.202
Cr	0.001	0.001	0.000
Fe	3.690	3.610	3.639
Mn	0.038	0.050	0.033
Mg	2.190	2.282	2.129
Ca	0.011	0.016	0.009
Na	0.036	0.022	0.035
K	0.017	0.019	0.015
Mg/Fe+Mg	0.37	0.39	0.37

Kloritler: İnce kesitlerde genellikle koyu yeşil renkli olup, yersel olarak anormal mavi renklere pleokroizma sunarlar. Tane boyları 0.02 - 0.5 mm arasındadır. Kloritlerin XMg [Mg/(Mg+Fe+2)] oranı 0.45-0.47, XAl oranı (Al/Fe+Mg+Mn) ise 0.32 – 0.33 arasındadır (Tablo 3.3).



**Şekil 3.6:** Yeşilşist içinde klorit, albit ve stipnomelan mineralleri. Chl: Klorit, Stp: Stipnomelan, Ab: Albit (Örnek: T14).

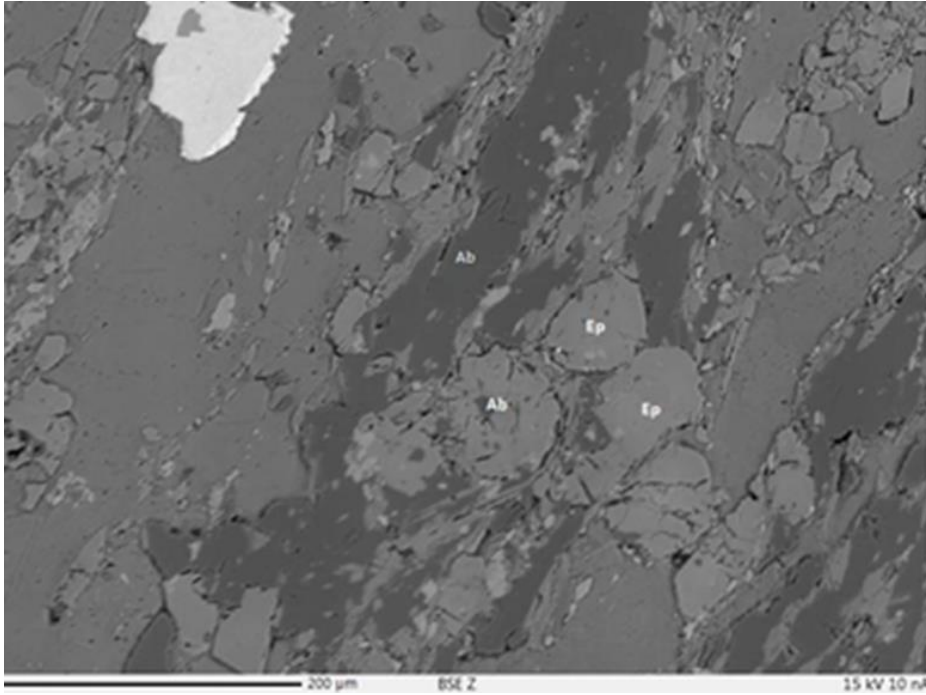
**Tablo 3.3:** Metabazit içindeki klorit minerallerinin mikroprob analizleri

Örnek	T07	T07	T07	T07
Mineral	Chl	Chl	Chl	Chl
SiO <sub>2</sub>	26.85	26.35	26.51	26.02
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.02	0.03	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.50	18.16	17.92	17.90
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.02	0.00	0.02
FeO	28.29	28.94	28.58	29.08
MnO	0.35	0.33	0.31	0.28
MgO	14.27	14.29	14.01	13.58
CaO	0.04	0.04	0.12	0.09
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.00	0.06	0.08	0.02
Total	88.3	88.2	87.56	86.99
14 oksijene göre normlaştırılmış				
Si	2.855	2.822	2.855	2.831
Ti	0.000	0.002	0.002	0.002
Al	2.318	2.292	2.275	2.296
Cr	0.000	0.002	0.000	0.002
Fe <sup>2+</sup>	2.515	2.592	2.574	2.646
Mn	0.032	0.030	0.028	0.026
Mg	2.262	2.281	2.250	2.203
Ca	0.005	0.005	0.014	0.010
Na	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.008	0.011	0.003
Toplam	9.986	10.034	10.010	10.019
Mg/(Fe+Mg)	0.47	0.47	0.47	0.45
Al/(Al+Fe+Mg+Mn)	0.325	0.319	0.319	0.320

Akmikalar: Akmikalar yapraklanma düzlemine paralel uzayan taneler halinde bulunmaktadır.

Epidotlar: Genellikle yuvarlak, küçük tane boylu olup, bazı örneklerde porfiroblastlar oluşturur. T10 örneğinde bulunan epidotların  $X_{Fe+3}$  değerleri 0.25 – 0.30 aralığındadır (Tablo 3.4).

Feldspatlar: Yeşilşistlerde metabazitler çoğunlukla özşekilsiz taneler halindedir. Bileşim olarak saf albit bileşimlidirler ( $X_{Ab} [Na/(Na+Ca+K)] = 0.99 – 1.00$ ) (Tablo 3.4).



**Şekil 3.7:** T10 örneğine ait geri saçılmış elektron resmi. Epidot kristalleri içinde albit kapanımları bulunmaktadır (Act = Aktinolit, Ep = Epidot, Ab = Albit).

Kuvarlar: Kuvarlar, 0.5-1 mm boyutunda, özşekilsiz dış hatlara sahiptirler. Kuvarlar yersel olarak dalgalı sönme ve deformasyon lamelleri sunarlar.

Kalsit / karbonatlar: Çoğunlukla oluşan kırıklarda büyümüş oldukları gözlenmektedir. Nadiren kayaçların yapısına katılan karbonatların yoğunlaşmasıyla birlikte de öz şekilli olarak gözlenmişlerdir. Kloritler ile birlikte yapraklanma düzeyine katılarak kalk şistleri oluşturmuşlardır. 3 yönlü dilinim özelliklerini mükemmel olarak sunarlar. Mermer örneğinde rekristalize olarak ak mikalarla bir arada bulunmaktadır.

**Tablo 3.4:** Metabazitlerdeki albit ve epidot minerallerinin mikroprob analizleri (Ab = Albit, Ep = Epidot)

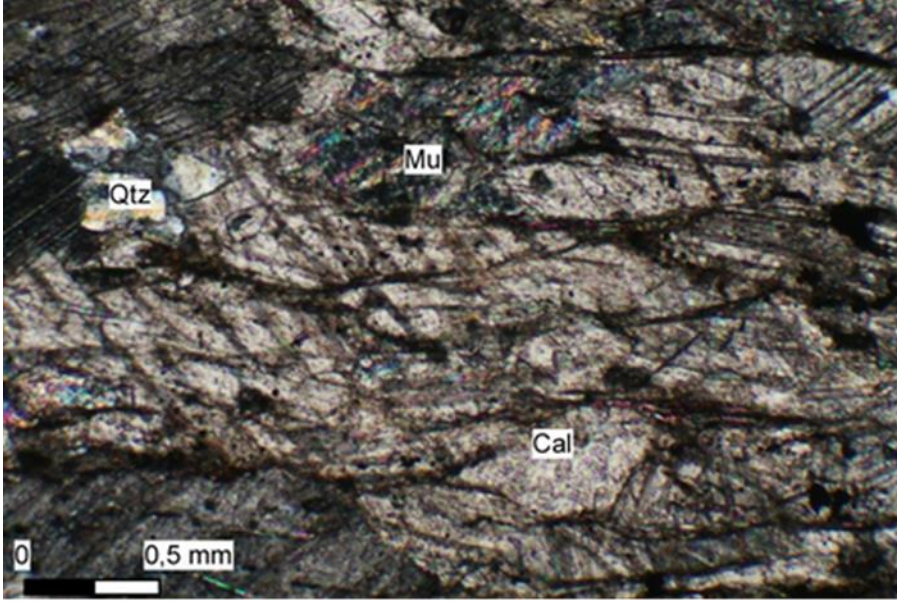
Ornek No	T10	T10	T10	T10	T10	T10
Mineral	Ab	Ab	Ab	Ab	Ep	Ep
SiO2	68.62	68.86	68.85	69.20	37.63	37.95
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04
Al2O3	19.49	19.38	19.49	19.64	22.41	23.90
Cr2O3	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
FeO	0.29	0.34	0.23	0.25	13.16	11.00
MnO	0.04	0.00	0.03	0.06	0.10	0.12
MgO	0.21	0.10	0.09	0.26	0.30	0.03
CaO	0.18	0.22	0.12	0.12	22.87	23.23
Na2O	11.65	10.68	11.14	10.34	-0.28	0.12
K2O	0.05	0.04	0.04	0.05	0.00	0.01
Toplam	100.50	99.52	99.91	99.94	96.51	96.27
Normlaştırma yapılan oksijen tabanı	8	8	8	8	12.5	12.5
Si	2.985	3.007	3.001	3.007	3.012	3.019
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002
Al	0.999	0.998	1.001	1.006	2.114	2.241
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Fe	0.011	0.012	0.008	0.009	0.880	0.731
Mn	0.001	0.000	0.001	0.002	0.007	0.008
Mg	0.014	0.007	0.006	0.017	0.036	0.004
Ca	0.008	0.010	0.006	0.006	1.961	1.980
Na	0.982	0.904	0.941	0.871	-0.043	0.019
K	0.003	0.002	0.002	0.003	0.000	0.001
Toplam	5.003	4.941	4.966	4.922	7.968	8.003
Ab	0.989	0.986	0.992	0.990		
Fe3/Fe3+Al					0.294	0.246

Epidot, albit, aktinolit, kloritten oluşan mineral toplulukları genel olarak volkanik kökenli kayaların başkalaşıma uğradığını göstermektedir.

### 3.1.2 Mermer

Mermer örneğinde (Örnek no: T05) >%90 kalsit+dolomit içermektedir (Şekil 3.8). Tali mineral olarak kuvars (%1-2), feldspat (%3) ve ak mika (%5) görülmektedir. Yönlenme belirgin olup, rekristalizasyon izine kesitte rastlanılmamaktadır. Ak mikalar, yönlenmeye paralel olarak bantlar halinde görülmektedir. Ancak kayacın alındığı bölgenin genel olarak diğer kayaç ve mineral topluluklarına bakıldığında yeşilist fasiyesinde başkalaştığı düşünülmektedir.

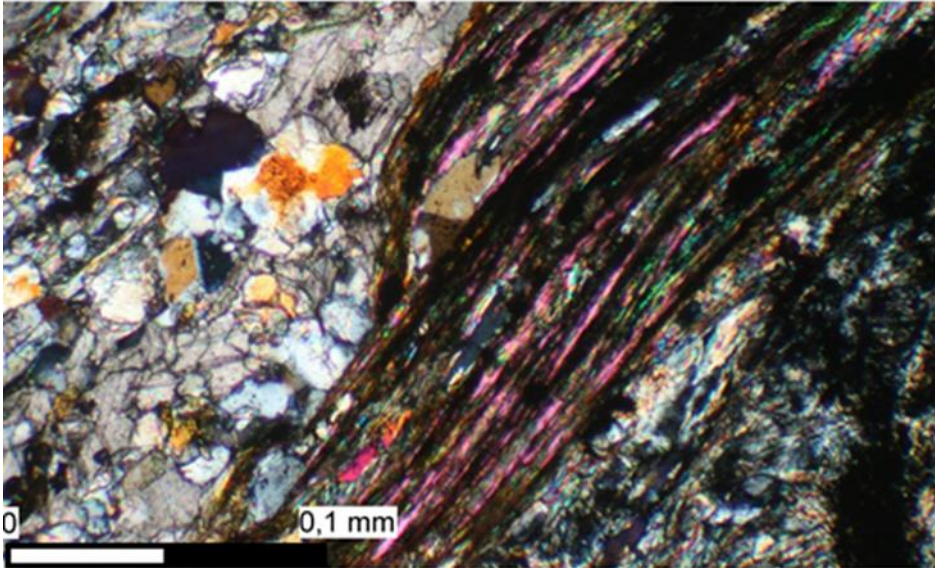




**Şekil 3.8:** Mermer örneği ince kesiti (Örnek no: T05) içinde görülen az miktarda kuvars minerali Kalsit minerallerinde rekristalizasyon belirgin olarak görülmektedir (qz; kuvars, mu; muskovit, cal; kalsit).

### 3.1.3 Fillit-Kalkfillit

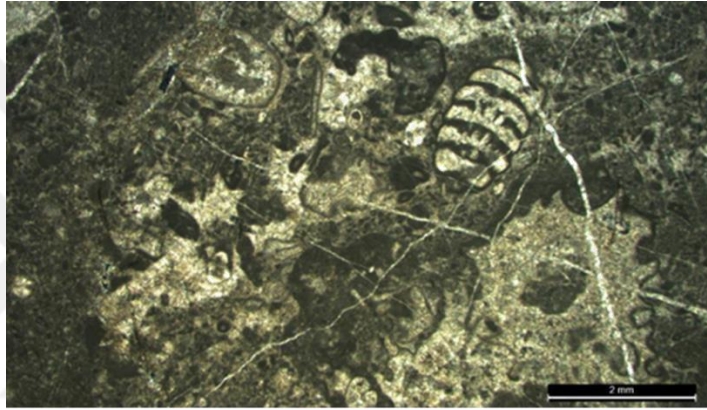
Fillitler, çok iyi gelişmiş yapraklanmalı olup, bol miktarda ak mikalı içerirler (Şekil 3.9). Ak mika dışında, kuvars, albit ve klorit içerirler. Bazı fillitler değişen miktarlarda kalsit içerirler. Artan kalsit miktarı ile fillitler kalk-fillitlere geçiş gösterirler.



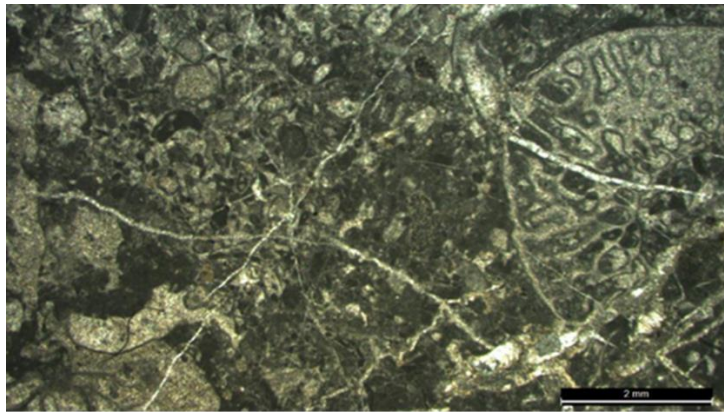
**Şekil 3.9:** Taşova bölgesinden bir kalkfillit örneği içindeki ak mikalar (fengitler). Matriks kuvars, albit ve kalsitten oluşmaktadır (Örnek: AT17).

### 3.1.4 Orta permiyen kireçtaşları

Taşova ve Ladik bölgelerindeki kireçtaşlarından alınan örneklerde (T1, T12, T13, T21) yapılan incelemelerde, bol miktarda ve yaş tayini açısından önemli Fusulin toplulukları gözlenmiştir (Şekil 3.10 ve 3.11). Bu fosil topluluklarının Orta Permiyen’i karakterize etmesinden dolayı, kireçtaşlarının yaşı Orta Permiyen olarak kabul edilmiştir. Kireçtaşı örneklerinde *Eopolydiexodina afghanensis* (Thompson), *Eopolydiexodina* sp., *Neoschwagerina* sp., *Geinitzina* sp., *Tetrataxis* sp., *Globivalvulina* sp., *Neodiscus* sp., *Eotuberitina* sp. *Tubiphytes* sp. fosilleri Prof. Dr. Cengiz Okuyucu tarafından belirlenmiştir. Bu fosiller, Orta Permiyen dönemi Wordiyen-Kapitaniyen (265-268 My) temsil etmektedir.



**Şekil 3.10:** Taşova bölgesinde gözlenen Orta Permiyen kireçtaşından alınan örneğin (Örnek: T21) mikroskop görünümü.

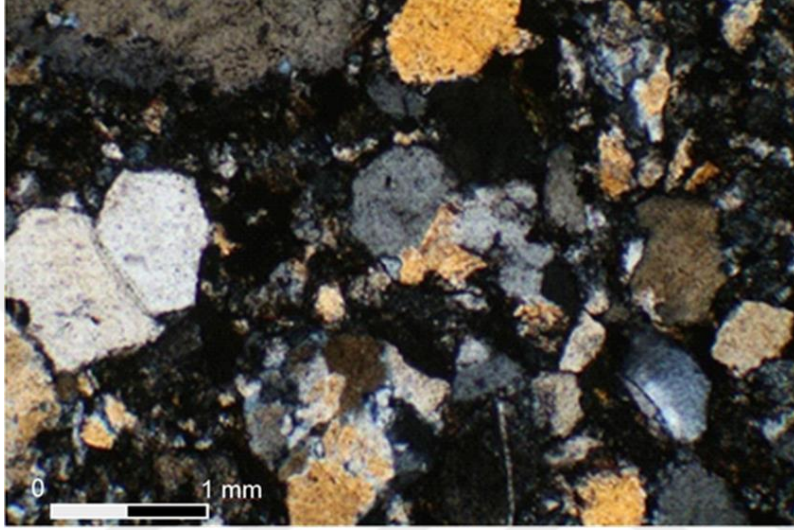


**Şekil 3.11:** Ladik bölgesinden alınan örneğin (Örnek: T1) mikroskop görüntüsü. (*Eopolydiexodina afghanensis* (Thompson), *Eopolydiexodina* sp., *Neoschwagerina* p., *Geinitzina* sp., *Tetrataxis* sp., *Globivalvulina* sp., *Neodiscus* sp., *Eotuberitina* sp. *Tubiphytes* sp.).



### 3.1.5 Alt-Orta jura kırıntılı kayaçlar

Bu serinin kumtaşlarından yapılan kesitlerinde kuvars ve feldspat mineralleri kesitin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Tanımlanabilen tane olarak kuvars (%70) ve plajiyoklas (%20) dışında, birçok farklı türde kaya parçaları ve opak mineraller de kumtaşlarının içeriğini oluşturmaktadır (Şekil 3.12). Tanelerin bazıları iyi yuvarlaklaşmış, bazıları ise köşelidir.



**Şekil 3.12:** Alt Jura kumtaşlarının ince kesitteki görünümü (Örnek: T16).



#### 4. JEOKİMYA

Tokat Masifi kayalarından mineralojik ve dokusal özellikleri ne göre toplam altı adet metabazit örneği toplam kayaç ana ve iz element içerikleri için analiz edildi. Bu metabazit örneklerinin (T25a, T10, T22B, T007, T11C) ana ve iz element içerikleri Tablo 4.1’de verilmektedir. Bu örneklerin araziden alındığı noktalar, jeolojik harita üzerinde, Şekil 2.1’de, gösterilmektedir.

##### 1.1 Tokat Metabazitlerinin Jeokimyasal Nitelikleri

Metabazit örneklerinin ateşte kayıp değerleri (AKD) ağırlık olarak % 4.0 - 6.5 arasında değişmektedir (Tablo 4.1). Bu durum, sözkonusu örneklerin önemli miktarda hidratlaşmış olduğuna işaret eder. Bu durum, örnekler içinde klorit, epidot, ve amfibol gibi minerallerinin varlığı ile uyum içindedir. AKD değeri özellikle T11C ve T22B numaralı örneklerde fazladır. Farklı derecelerde hidratlaşmış örnekleri karşılaştırabilmek için, sözkonusu analizler, ucucusuz tabana göre % 100’e normlaştırıldı.

Kayaçlar, yeşilist-mavişist fasiyesi geçişinde başkalaşıma uğramışlardır. Bu başkalaşım koşullarında bazı elementlerin hareketli oldukları bilinmektedir. Bundan ötürü, jeokimyasal incelemeler de sıvılardaki hareketsiz olduğu kabul edilen (i) nadir toprak elementleri (NTE), (ii) yüksek iyon güçlü element (YİGE) ve bunların oranları kullanıldı.

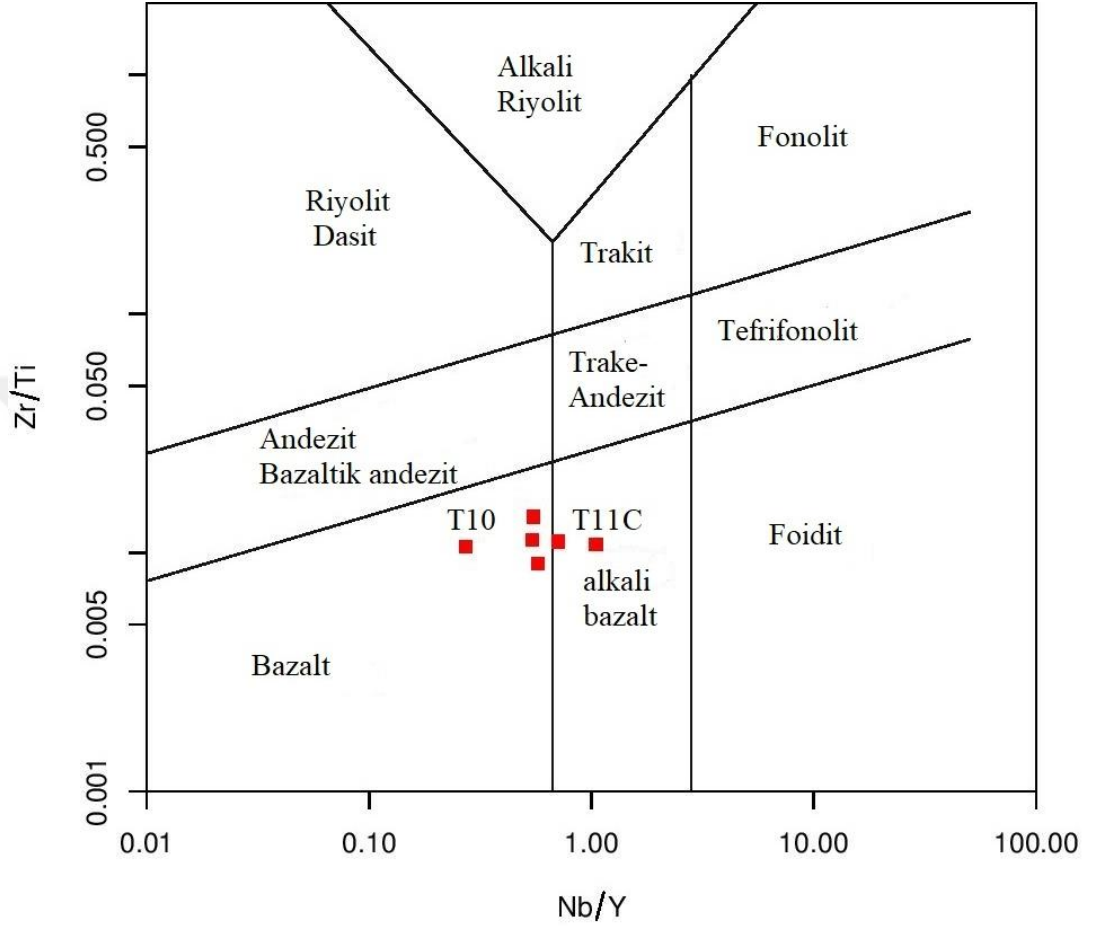
Bu sonuçlara göre, metabazit örneklerinin SiO<sub>2</sub> içerikleri %47 ile 51 arasında değişmektedir. Dolayısıyla örnekler, bazik niteliklidir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri (% 8 – 17) arasında geniş bir aralıkta değişmekte olup, CaO (% 4 - 11) ve MgO (% 5 - 14) değerleri oldukça değişkendir (Tablo 4.1). Metabazit örneklerinin Mg numaraları (Mg# = 100 x moleküler MgO/(MgO+ FeO) 39 - 60 arasındadır. Bazı metabazitlerde (T22B) magnezyum numarasının ve MgO kapsamının nispeten yüksek olması (Mg# = 73, MgO= % 22.48), bu örneklerin ilksel kayaçlarının kümülat veya pikritik olabileceğine işaret eder.

**Tablo 4.1:** Tokat Masifi metamorfiklerine ait seçilmiş altı adet metabazit örneğinin toplam kaya kimyası sonuçları.

Örnekler	T003	T007	T10	T11C	T22B	T25A
Kayaç Cinsi	S	MB	MB	MB	MB	MB
SiO <sub>2</sub>	48.87	51.29	48.32	46.43	47.91	47.10
TiO <sub>2</sub>	2.45	3.01	1.96	2.49	1.21	1.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.44	13.44	16.83	12.18	7.75	14.93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	13.22	15.48	11.09	14.13	12.94	12.82
MnO	0.222	0.125	0.148	0.160	0.204	0.168
MgO	7.09	6.49	5.82	13.89	22.48	10.60
CaO	5.06	4.18	11.55	7.98	6.93	9.51
Na <sub>2</sub> O	6.14	5.51	3.42	2.05	0.16	2.01
K <sub>2</sub> O	0.095	0.136	0.560	0.182	0.021	0.874
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.380	0.366	0.190	0.288	0.086	0.158
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.043	0.005	0.041	0.116	0.256	0.089
Total	100.01	100.03	99.91	99.89	99.95	99.95
AKD	5.00	4.00	5.20	6.00	6.50	4.70
Mg#	45	39	45	60	73	56
Sc	33	33	30	26	20	25
V	296	390	250	229	122	222
Co	40.3	39.5	39.0	65.7	82.9	56.9
Ni	164	30	110	507	699	315
Rb	1.7	1.5	5.4	3.4	<0.1	13.2
Sr	162.4	65.7	349.2	243.1	16.5	220.4
Y	37.6	35.5	25.3	20.7	7.2	16.5
Zr	207.6	203.1	124.3	161.6	81.0	91.7
Nb	20.7	19.2	6.9	21.7	5.1	9.5
Ba	38	66	128	55	4	156
Hf	5.1	5.0	3.3	4.1	2.0	2.5
Ta	1.3	1.3	0.4	1.3	0.3	0.6
Pb	1.3	0.700	0.200	0.400	<0.1	0.200
Th	2.1	1.9	0.500	1.9	0.400	0.900
U	0.600	0.600	0.300	0.700	0.200	0.200
La	21.0	18.9	8.1	20.3	7.8	9.9
Ce	42.7	43.4	20.0	42.3	15.8	20.5
Pr	5.43	5.75	2.93	5.41	1.92	2.78
Nd	24.3	25.0	14.0	22.2	6.7	12.7
Sm	5.97	6.30	3.81	5.20	1.42	3.18
Eu	1.98	2.16	1.49	1.75	0.280	1.16
Gd	6.80	7.24	4.90	5.27	1.60	3.71
Tb	1.15	1.19	0.800	0.760	0.260	0.610
Dy	7.15	6.96	4.84	4.19	1.77	3.39
Ho	1.55	1.42	0.990	0.800	0.330	0.630
Er	4.40	4.07	2.69	1.97	0.95	1.74
Tm	0.620	0.550	0.370	0.270	0.120	0.240
Yb	4.01	3.49	2.33	1.70	0.860	1.43
Lu	0.610	0.510	0.330	0.210	0.120	0.190
Th/Nb	0.101	0.099	0.072	0.088	0.078	0.095
Ce/Pb	32.85	62.00	100.00	105.75	158.00	102.50
Nb/U	34.50	32.00	23.00	31.00	25.50	47.50
Th/La	0.100	0.101	0.062	0.094	0.051	0.091

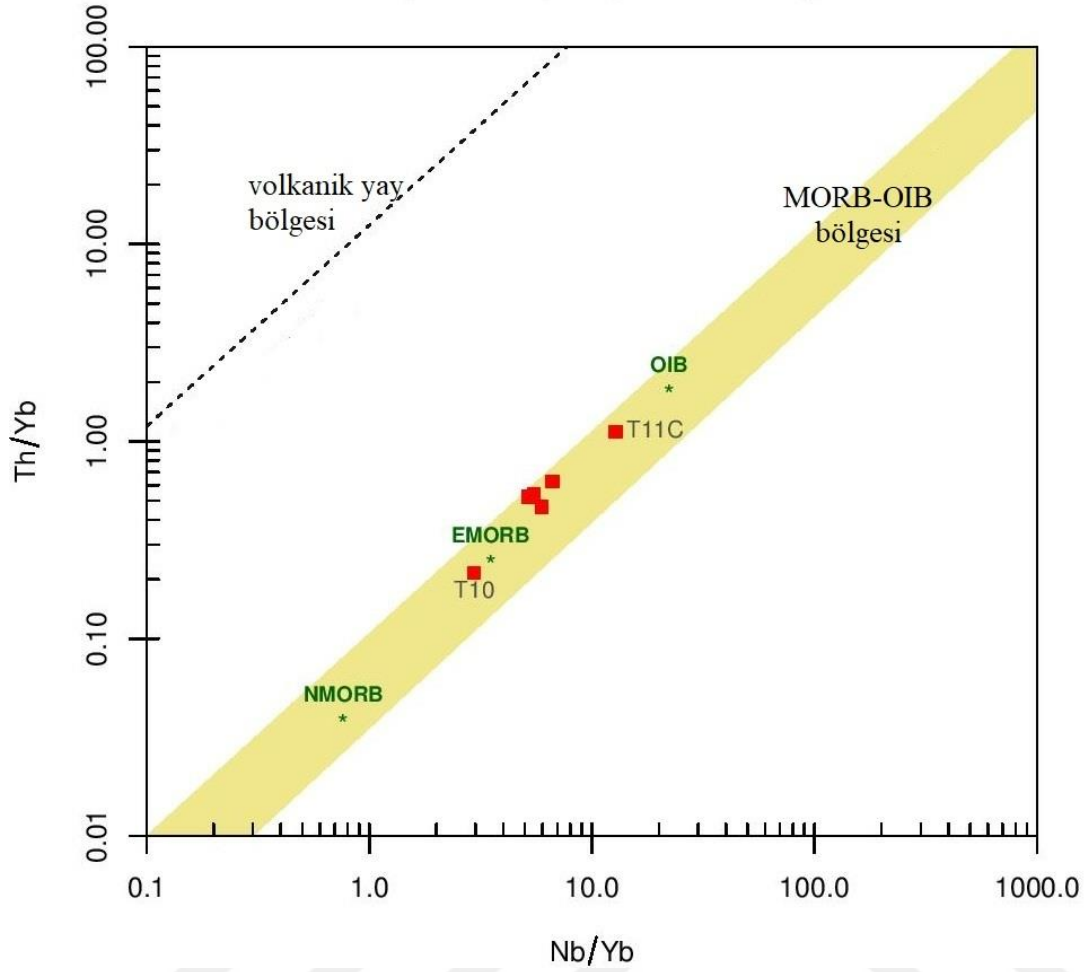
Kayaç Cinsi: MB = Metabazit, S = Spilit Mg# = 100\*(MgO / (MgO+FeOtot)) ASI = Alüminyum Satürasyon İndeksi = Molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / (CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)

Yüksek alan şiddetli element (Nb, Ta, Zr, Hf, Ti, Y) değerlerinin oranlaması kullanılarak okyanus adası bazaltı (OIB), zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı (E-MORB) ve normal okyanus ortası sırtı bazaltı (N-MORB) ve dalma batmayla ilişkili magmalar ayırtlanabilir (Fitton ve diğ., 1997).



**Şekil 4.1:** Tokat metamorfizitlerinden derlenen örneklerin Zr/Ti ve Nb/Y oranlarının karşılaştırılması (Pearce, 1996).

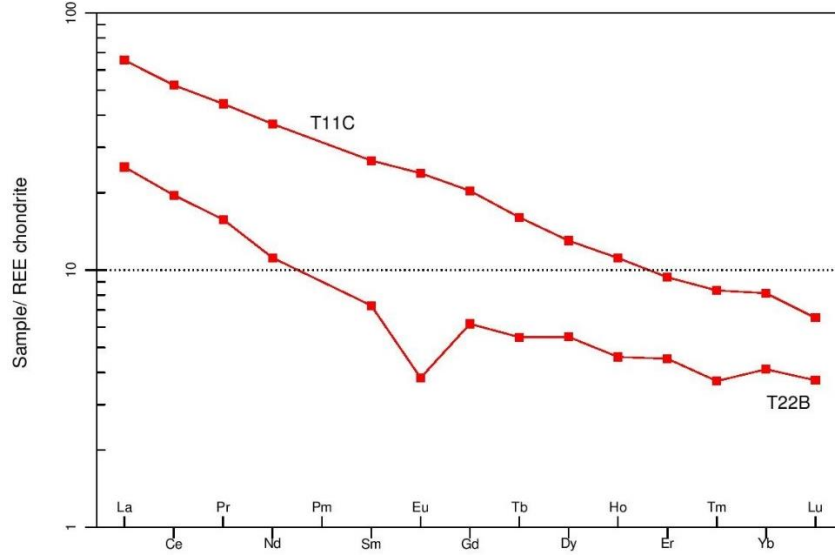
Tokat metabazitlerinin Zr/Ti- Nb/Y diyagramındaki konumları Şekil 4.1'de gösterilmektedir. T10 metabazit örneği, toleyitik bazalt karakterli olup, diğer örneklerinin toleyitik bazalt – alkali bazalt sınırında kümelenmektedir. Bu kümelenen örneklerden T11C ve T22B sınırı aşarak alkali bazalt alanına düşmektedir. Bu iki örnek alkalin özellik sunarken (T22B, T11C) diğer dört örnek ise toleyitik bazalt niteliğindedir. Pearce (2008)'in Th/Yb-Nb/Yb tektonik ortam sınıflandırma diyagramında örneklerden T11C, okyanus adası bazaltı (OIB), T10 ise zenginleşmiş MORB (EMORB) ve diğer örneklerde bu ikisi arasında kümelenmiş olarak görülmektedir (Şekil 4.2). Ayrıca genel olarak tüm örnekler kıta içi volkanizma karakteri sunmaktadır.



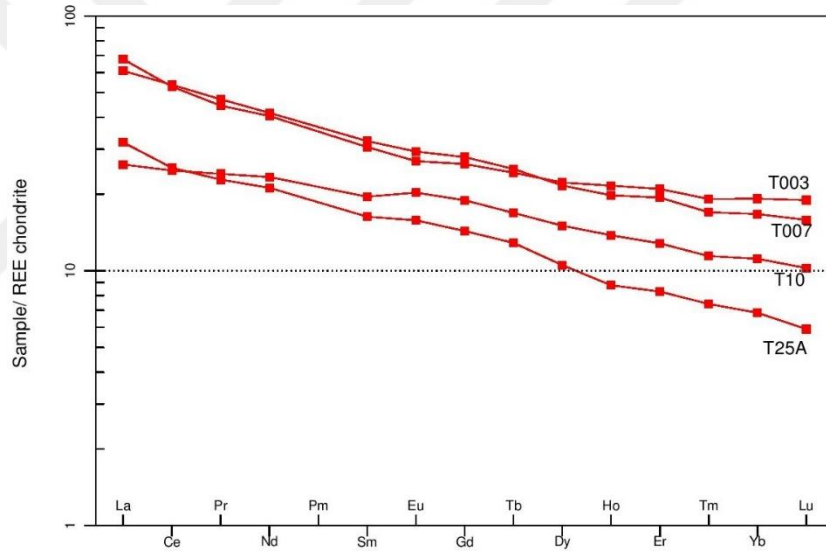
**Şekil 4.2:** Tokat Metamorfitlelerine ait altı metabazit örneğinin Th/Yb ve Nb/Yb oranlarının karşılaştırılması (Pearce, 2008). NMORB: Normal okyanus sırtı bazaltı, EMORB: Zenginleşmiş okyanus sırtı bazaltı, OIB: Ada yayı bazaltı.

Bütün metabazitler oldukça kesirlenmiş kondrite göre normlaştırılmış nadir toprak element desenlerine sahiptirler (Şekil 4.3). Yalnızca T22B nolu örnek bariz bir negatif Eu anomalisi sunarken, diğer örnekler herhangi bir Eu anomalisine sahip değiller. T22B nolu örnek plajiyoklas kesirlenmesine uğramıştır. Diğer örnekler ise, önemli bir plajiyoklas kesirlenmesine uğramamıştır.

Ayrıca ilksel mantoya göre normlaştırılmış örümcek ağı diyagramlarında, bütün metabazitler herhangi bir negatif Nb-Ta anomalisi göstermemektedirler (Şekil 4.4). Bu durum, metabazitlerin yitimden bağlantısız, anorojenik bir ortamda oluştuklarına işaret eder (ör. Gill, 1981; Hawkesworth ve diğ., 1993; Woodhead ve diğ., 1993). Ayrıca, Tokat metabazitleri büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE) herhangi bir zenginleşme sunmamaktadır. LILE zenginleşmesi dalma batma zonlarındaki manto kamalarının karakteristik özelliğidir.

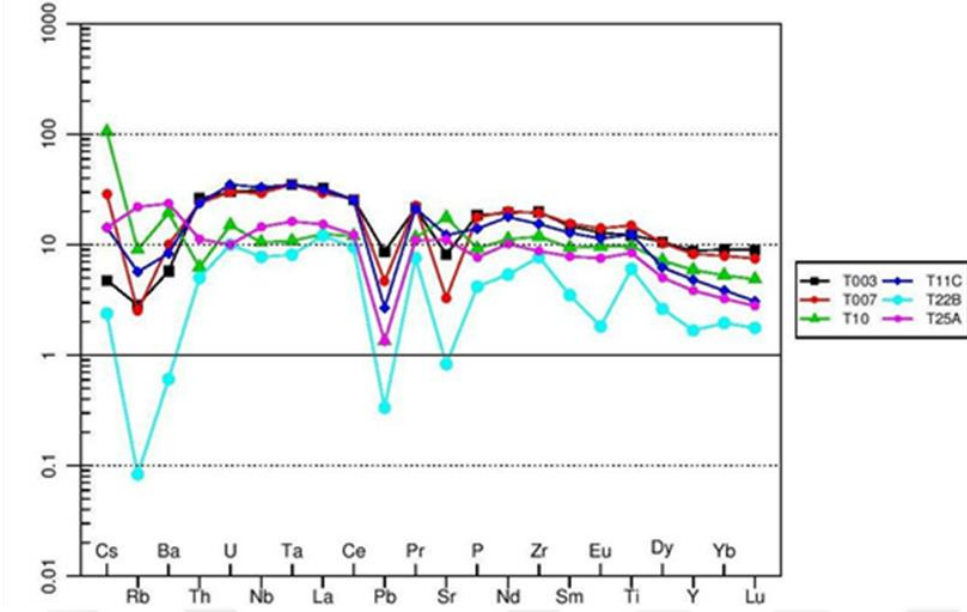


**Şekil 4.3a:** Alkali özellik sunan bazaltların nadir toprak element deseni. T22B örneğindeki negatif Eu anomalisi net olarak görülüyor (Boynton, 1984).



**Şekil 4.3b:** Toleyitik özellik sunan bazaltların nadir toprak element deseni (Boynton 1984).

Negatif yönde bir Nb/Ta anomalisi sunmuyor oluşları örneklerin dalma batma koşulları altında kıtasal kabuktan çok etkilenmediğini ve kirlenmeye maruz kalmadığını gösterir. Bu sonuçlar, metabazit örneklerinin OIB EMORB arası bir nitelik sunmaları kaynaktaki zenginleşmeyi desteklemektedir.

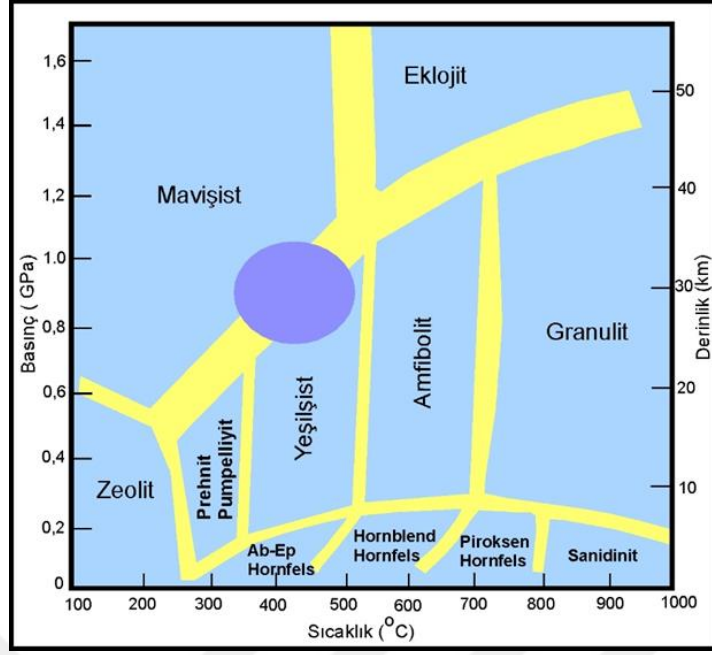


**Şekil 4.4:** Metabazit örneklerinin ilksel mantoya göre normlaştırılmış örümcek diyagramları. İlksel manto değerleri McDonough and Sun (1995)'ten alınmıştır. Metabazit örneklerinde herhangi bir negatif Nb-Ta anomalisi görülmemektedir.

Sonuç olarak Tokat Masifine ait metabazitler genel olarak OIB ve EMORB karakterinde zenginleşmiş bir kaynaktan türemişlerdir. Tüm metabazit örnekleri, kıta içi volkanizma karakterindedirler. Tokat masifi metabazitlerinin kaynak alanında okyanusal kıta levhası ve denizdağları olduğunu göstermektedir.

#### 4.2. Başkalaşım (P-T) Koşulları

Tokat masifi metmorfitlerine ait metabazitlerde klorit, albit, epidot, kalsit ve sodik-kalsik amfibol, stiplomelan, kalsit ve titanit mineralleri bulunmaktadır. Bu mineral parajenezi yeşilşist-mavişist fasiyesi geçişi koşullarına işaret eder. Dolayısıyla, Tokat Masifinin kuzey kesimi yeşilşist-mavişist fasiyesi geçişi koşullarında başkalaşıma uğramıştır (Şekil 4.5). Hem kayaç topluluğu hem de metamorfizma fasiyesi, bu bölgenin yitim zonunda başkalaşıma uğramış olduğunu gösterir.



Şekil 4.5: Tokat Masifi kuzey kesiminin metamorfizma koşullarının P-T diyagramındaki yaklaşık konumu (Spear 1992'den alınmıştır).





## 5. TOKAT MASİFİ KUZEYİNİN JEODİNAMİK EVRİMİ

Doğu Pontidler genel olarak Liyas öncesi temel birimler Alt Jura - Alt Kretase volkanik kırıntılı birimler ve Üst Kretase yaşlı magmatik bir yaydan meydana gelir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz vd., 1997; Okay ve Şahintürk, 1997; Okay ve Tüysüz 1999; Topuz vd., 2004a-b, 2007). Paleotetis okyanusunun kapanmasıyla ilişkili Karakaya Karmaşığı Doğu Pontidlerde, Ağvanis ve Tokat masifleri ve Pulur Masifi'nin temeline bulunan düşük dereceli tektonometamorfik birim tarafından temsil edilir.

Tokat Masifinin en kuzeyinde yer alan Taşova bölgesi metamorfik kayalar metabazit, fillit, mermer, metagabro gibi kayalardan oluşmuştur. Bu kayalar yeşilist-mavisist fasiyesli koşullarda başkalaşıma uğramıştır. Metamorfitler içindeki metabazitleri jeokimyasal olarak OIB ve E-MORB niteliklidir. Dolayısıyla, metabazitler okyanus içindeki deniz dağlarının eklenmiş parçalarını temsil etmektedir. Karakaya Karmaşası birimleri içindeki derin deniz çökellerinin yaşları Devoniyen'den Triyas'a kadar uzanmaktadır (Topuz vd. 2018 ve içerdiği atıflar). Dolayısıyla, okyanusal kabuğun oluşum yaşı olasılıkla Devoniyen'den Triyas'a kadar uzanmaktadır. Diğer yandan, Alt Karakaya Karmaşasının başkalaşım yaşları 260'den 200 My arasında değişmektedir (Okay ve Monie 1997; Okay vd. 2002; Topuz vd. 2004b, 2014, 2018). Bu durum, Alt Karakaya Karmaşasının Permiyen'den Triyas'a kadar olan yitimin ürünü olduğunu gösterir. Yeşilistlerin toplam kimyasal bileşimleri, metabazitlerin okyanusal alan içindeki okyanusal adalardan türemiş olduklarına işaret etmektedir. Tokat Masifinin kuzey kesimini oluşturan metamorfitler, Ağvanis Masifi ve Pulur Masifinin tabanındaki düşük dereceli tektonometamorfik birim, Paleotetis okyanusunun Permo-Triyastaki yitiminin ürünleridir. Yitim zonuna metamorfizma geçirmiş ve yeryüzüne çıkmış metamorfitler, üzerine Liyas yaşlı kırıntılı kayalar çökelmiştir.



## 6. SONUÇLAR

Tokat masifinin kuzey kesimi (1) Taşova kuzey bölgesi başlıca yeşilşist, mermer, fillit ve metagabrodan oluşmaktadır. Bu kayaç topluluğu, başkalaşıma uğramış bir yığılım karmaşasını temsil etmektedir. Metamorfitle yeşilşist-mavşışist fasiyesi geçişinde başkalaşıma uğramışlardır.

Metamorfitledeki metabazitler, genel olarak anorojenik toleyitik alkale niteliğinde olup, okyanus adası bazaltlarına (OIB) benzemektedir. Sözkonu metabazitler herhangi bir kıtasal kirlenmeye uğramamışlardır.

Metamorfitlelerin başkalaşım yaşı bu çalışmada belirlenmemiştir. Metamorfikler, Liyas yaşlı taban konglomerası tarafından örtülmüş olması, Liyas öncesi dönemde metamorfizmaya uğramış olduğuna işaret etmektedir. Orta Permiyen yaşlı kireçtaşları ile metamorfitleler ile olan ilişkisi bariz değildir. Eğer kireçtaşları metamorfitlelerin üzerine çökelmiş ise, metamorfitleler Orta-Erken Permiyen yaşlı olmalıdır.

Metamorfik birimler içerisinde başkalaşıma uğramamış ancak aşırı deforme olmuş ve bol miktarda foraminifer fosili içeren kireçtaşı blokları bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki metamorfitleler (metabazit-fillit-mermer), Alt Karakaya Karmaşasını, Nilüfer Birimini, temsil etmektedir. Başkalaşım koşulları ve kayaç birlikteliğibakımından, Tokat Masifinin kuzeyi Ağvanis Masifi ve Pulur Masifinin tabanında bulunan yeşilşist fasiyesi tektonometamorfik birimle denetirilebilir.

(2) Ladik bölgesinde, MTA 1/500000 ölçekli jeoloji haritasında metamorfik olarak gösterilen birimler bütünüyle, Orta-Üst Permiyen yaşlı kireçtaşları tarafından temsil edilmektedir. Bu kireçtaşlarının metamorfik kayaçlarla sınırı bölgede gözlenmemektedir. Bu kireçtaşları yine aşırı deforme ve Taşova bölgesindeki kireçtaşı kitlesiyle aynı Foraminifer fosili topluluğunu içermekte ve aynı fasiyes özellikleri taşımaktadır.



## KAYNAKÇA

- Alp D.** (1972). Amasya Yöresinin Jeolojisi. Fen Fakültesi Monografileri, sayı: **22**, Ankara.
- Akyürek, B., Soysal, Y.** (1983). Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri [Basic geological characteristics of the southern Biga Peninsula (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık area)]. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) Dergisi 95/96, 1Đ13 [in Turkish with English abstract].
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hemşin, N., Pehlivan, Ş., Altın, O., Yıldırım, H.** (1984). Ankara-Elmadağ-Kalecik Dolayının Temel Jeoloji Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, **8(2)**, 31-46.
- Aysal, N., Ustaömer, T., Öngen, S., Keskin, M., Köksal, S., Peytcheva, I., & Fanning, M.** (2012). Origin of the Early-Middle Devonian magmatism in the Sakarya Zone, NW Turkey: geochronology, geochemistry and isotope systematics. Journal of Asian Earth Sciences **45**, 201-222.
- Aysal, N., Öngen, S., Peytcheva, I., & Keskin, M.** (2012). Origin and evolution of the Havran Unit, Western Sakarya basement (NW Turkey): new LA-ICP-MS U-Pb dating of the metasedimentary-metagranitic rocks and possible affiliation to Avalonian microcontinent. Geodinamica Acta **25**, 226-247.
- Bingöl, E., Akyürek, B. & Korkmazer, B.** (1975). Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun bazı özellikleri [The geology of the Biga Peninsula and some features of the Karakaya Formation]. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) Publications, 70–77 [in Turkish with English abstract].
- Boynnton, W.V.** (1984). Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies.  
In: Henderson, P., (Ed.), REE Geochemistry, Elsevier, Amsterdam, pp. **63–114**
- Blumenthal, M.M.**, (1942). Cenubi Anadolu Toroslarının Sahil Sıradağlarında Silifke-Anamur arasındaki Jeolojik İncelemeler: MTA Rep., 2833 (unpublished), Ankara-Turkey.
- Blumenthal, M.** (1950). Beitrage zur Géologie der Landschaften am mitleren und unteren Yeşilirmak. MTA, D. No. **4**, 183.
- Bozkurt, E., Holdsworth, B.K., & Koçyiğit, A.** (1997). Implications of Jurassic chert identified in the Tokat Complex, northern Turkey. Geological Magazine **134**, 91-97.
- Catlos E.J., Huber K., Shin T.A.** (2013). Geochemistry and geochronology of meta-igneous rocks from the Tokat Massif, north-central Turkey:

implications for Tethyan reconstructions. *International Journal of Earth Sciences* **102**, 2175-2198.

- Çapkinoğlu, Ş., & Bektaş, O.** (1999). Karakaya Kompleksi'ne Ait Karasenir Formasyonu (Amasya) içindeki Kireçtaşı Olistolitlerinden Erken Devoniyen Konodontları. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* **120**(120).
- Çelik, Ö.F., Marzoli, A., Marschik, R., Chiaradia, M., Neubauer, F., & Öz, İ.** (2011). Early–Middle Jurassic intra-oceanic subduction in the İzmir-Ankara-Erzincan Ocean, Northern Turkey. *Tectonophysics*, **509**(1-2), 120-134.
- Dokuz, A.** (2011). A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: the Köse composite pluton. *Gondwana Research*, **19**(4), 926-944.
- Federici, I., Cavazza, W., Okay, A.I., Beyssac, O., Zattin, M., Corrado, S. & Dellisanti, F.** (2010). Thermal evolution of the Permo-Triassic Karakaya subduction-accretion complex from the Biga Peninsula to the Tokat Massif (Anatolia). *Turkish Journal of Earth Sciences*, **19**, 409-429.
- Fitton, J.G., Saunders, A.G., Norry, M.J., Hardarson, B.S. & Taylor, R.N.** (1997). Thermal and chemical structure of the Iceland plume. *Earth and Planetary Science Letters* **153**, 197–208.
- Gill, J.B.** (1981). *Orogenic Andesites and Plate Tectonics*. Springer-Verlag, New York.
- Göçmengil, G., Altıntaş, İ.E., Topuz, G., Çelik, Ö.F., & Özkan, M.** (2013). Diverse tectonic settings of formation of the metaigneous rocks in the Jurassic metamorphic accretionary complexes (Refahiye, NE Turkey) and their geodynamic implications. *Geodinamica Acta*, **26**(3-4), 294-310.
- Gökçe, A.** (1983). Turhal antimon yataklarının maden jeolojisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri, 150, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., & Türel, T.K.** (1994). Alpine collisional-type granitoids from Western Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Journal of Kocaeli University: Earth Sciences*, **1**, 39-46.
- Göncüoğlu, M.C., Sayit, K., & Tekin, U.K.** (2010). Oceanization of the northern Neotethys: geochemical evidence from ophiolitic melange basalts within the İzmir–Ankara suture belt, NW Turkey. *Lithos*, **116**(1-2), 175-187.
- Hawkesworth, K., Gallagher, K., Hergt, J.M., McDermott, F.,** (1993), Mantle and slab contributions in arc magmas. *Annual Review of Earth and Planetary Science* **21**, 175–204
- Hawkesworth, C.J., Gallagher, K., Kelly, S., Mantovani, M., Peate, D.W., Regelous, M. & Rogers, N.W.** (1992). Parana magmatism and the opening of South Atlantic. In: Storey, B.C., Alabaster, T., Pankhurst, R.J. (Eds.), *Magmatism and the Causes of Continental Break-up*, Geological Society, **68**, 221–240 (Special Publications), London.

- Kahler, F. & Kahler, G.** (1979). Fusuliniden (Foraminifera) aus dem Karbon und Perm von West-Anatolien und dem Iran. *Mitteilungen der Österreichischen Geologische Gesellschaft* **70**, 187–269.
- Kaygusuz, A., & Aydinçakir, E.** (2011). Petrogenesis of a Late Cretaceous composite pluton from the eastern Pontides: the Dağbaşı pluton, NE Turkey. *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen: Journal of Mineralogy and Geochemistry*, **188(3)**, 211-233.
- Leven, E.Ja.** (1995). Lower Permian fusulinids from the vicinity of Ankara. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **101**, 235–248.
- Leven, E. J., & Okay, A. I.** (1996). Foraminifera from the exotic permo-carboniferous limestone blocks in the Karakaya Complex, northwestern Turkey. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **102(2)**, 139-174.
- McDonough, W. F., & Sun, S. S.** (1995). The composition of the Earth. *Chemical geology*, **120(3-4)**, 223-253.
- Moix, P., Beccaletto, L., Kozur, H.W., Hochard, C., Rosselet, F., & Stampfli, G. M.** (2008). A new classification of the Turkish terranes and sutures and its implication for the paleotectonic history of the region. *Tectonophysics*, **451(1-4)**, 7-39.
- Nzegge, O.M., Satir, M., Siebel, W., & Taubald, H.** (2006). Geochemical and isotopic constraints on the genesis of the Late Palaeozoic Deliktaş and Sivrikaya granites from the Kastamonu granitoid belt (Central Pontides, Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen. Journal of Mineralogy and Geochemistry*, **183(1)**, 27-40.
- Okay, A.I.** (1989). Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. In: *Tectonic Evolution of the Tethyan Region* (ed. A.M.C. Şengör), NATO Advanced ASI Series. Kluwer Academic Publications. Dordrecht, 109-116.
- Okay, A.I. & Mostler, H.** (1994). Carboniferous and Permian radiolarite blocks from the Karakaya Complex in northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **3**, 23-28.
- Okay, A.I. & Monié, P.** (1997). Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: Evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey. *Geology*, **25**, 595-598.
- Okay, A.I., Şahintürk, Ö. & Yakar, H.** (1997). Stratigraphy and tectonics of the Pular (Bayburt) region in the Eastern Pontides. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute*, **119**, 1-24.
- Okay A.I. & Tüysüz O.** (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. *Geological Society, Special Publications*. **156**, 475-515. London.
- Okay, A.I.** (2000). Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau? In "Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area" (eds. E. Bozkurt, J.A. Winchester and J.A.D. Piper), *Geological Society, London, Special Publication*, **173**, 25-41.
- Okay, A.I., Satir, M., Tüysüz, O., Akyüz, S. & Chen, F.** (2001). The tectonics of the Strandja Massif: Variscan and mid-Mesozoic deformation and



- metamorphism in the northern Aegean. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, **90**, 217-233.
- Okay, A.I., Monod, O. & Monié, P.** (2002). Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. *Lithos*, **64**, 155-178.
- Okay, A.I. & Göncüoğlu, M.C.** (2004). Karakaya Complex: a review of data and concepts. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **13**, 77-95.
- Okay, A. I., Tuysuz, O., Satır, M., Ozkan-Altiner, S., Altiner, D., Sherlock, S., & Eren, R.H.** (2006). Cretaceous and Triassic subduction-accretion, high-pressure– low-temperature metamorphism, and continental growth in the Central Pontides, Turkey. *Geological Society of America Bulletin*, **118(9-10)**, 1247-1269.
- Okay, A.I., Noble, P.J. & Tekin U.K.** (2011). Devonian radiolarian ribbon cherts from the Karakaya Complex, northwest Turkey: implications for the Paleo-Tethyan evolution. *Comptes Rendus Palevol*, **10**, 1-10.
- Okay, A.I. & Whitney, D.L.** (2011). Blueschists, eclogites, ophiolites and suture zones in northwest turkey: a review and a field excursion guide. *Ophioliti*, **35**, 131-172.
- Okay, A.I. & Nikishin, A.M.** (2015). Tectonic evolution of the southern margin of Laurasia in the Black Sea region. *International Geology Review*, **57**, 1051-1076.
- Okuyucu, C.,** (2008). Biostratigraphy and systematics of late Asselian–early Sakmarian (Early Permian) fusulinids (Foraminifera) from southern Turkey. *Geological Magazine*, **145(3)**, 413-434.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümergen, M. & Tekeli, O.** (1980). Kuzey Anadolu fayı ile Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Rapor No: 6722 (yayınlanmamış), Ek (jeolojik harita ve kesitler), 136. Ankara.
- Öztürk, A.** (1979). Ladik-Destek yöresinin stratigrafisi. *Bulletin of the Turkish Geological Society*, **22**, 27-34.
- Pearce, J. A.** (1996). A user's guide to basalt discrimination diagrams. Trace element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration. *Geological Association of Canada, Short Course Notes*, **12**, 79-113.
- Pearce, J.A.** (2008), Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, **100**, 14–48.
- Pourteau, A., Candan, O. & Oberhänsli, R.** (2010). High- pressure metasediments in central Turkey: Constraints on the Neotethyan closure history. *Tectonics*, **29(5)**.
- Seymen, İ.** (1993). Mecitözü dolayının stratigrafik gelişimi, Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, A.Ü. Fen Fak. Jeoloji Müh. Böl. 129-141.
- Spear, F. S.** (1992). Thermobarometry and PT paths from granulite facies rocks: an introduction. *Precambrian Research*, **55(1-4)**, 201-207.

- Sunal, G., Satır, M., Natalin, B.A., Topuz, G. & Vonderschmidt, O.** (2011). Metamorphism and diachronous cooling in a contractional orogen: The Strandja Massif, NW Turkey. *Geological Magazine*, **148**, 580–596.
- Sunal, G.** (2013). Devonian magmatism in the western Sakarya Zone, Karacabey region, NW Turkey. *Geodinamica Acta*, **25(3-4)**, 183-201.
- Şengör A.M.C. & Yılmaz Y.** (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*. **75**, 181-241, 181. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Şengör A.M.C., Yılmaz Y. & Sungurlu O.** (1984). Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Paleotethys. *Geological Society, Special Publications*. **17**, 77-112, London.
- Tekeli, O.** (1981). Subduction complex of Pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey. *Geology*, **9 (2)**, 68-72.
- Tetiker, S.** (2009). Geochemical properties and origin of meta-sandstones in the Karakaya complex units (NW Anatolia and Tokat area) . *Bulletin of Faculty of Cumhuriyet University, Serie A-Earth Sciences* **26(1-2)**, 1-22.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Werner, O., & Schwarz, W. H.** (2004a). Aluminous granulites from the Pulus complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallisation. *Lithos*, **72(3-4)**, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M., & Schwarz, W.H.** (2004b). Low-grade metamorphic rocks from the Pulus complex, NE Turkey: implications for the pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides. *International Journal of Earth Sciences*, **93(1)**, 72-91.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A., & Meyer, H.P.** (2007). Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex (Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey). *International Journal of Earth Sciences*, **96(5)**, 861.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbeğ, A., & Şen, C.** (2010). Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: the Gümüşhane pluton (NE Turkey). *Lithos*, **116(1-2)**, 92-110.
- Topuz, G., Göçmengil, G., Rolland, Y., Çelik, Ö.F., Zack, T., & Schmitt, A.K.** (2013a). Jurassic accretionary complex and ophiolite from northeast Turkey: No evidence for the Cimmerian continental ribbon. *Geology*, **41(2)**, 255-258.
- Topuz, G., Çelik, Ö. F., Şengör, A. C., Altıntaş, İ.E., Zack, T., Rolland, Y., & Barth, M.** (2013b). Jurassic ophiolite formation and emplacement as backstop to a subduction-accretion complex in northeast Turkey, the Refahiye ophiolite, and relation to the Balkan ophiolites. *American Journal of Science*, **313(10)**, 1054-1087.
- Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Sunal, G., & Altınkaynak L.** (2014). Triassic warm subduction in northeast Turkey: Evidence from the Ağvanis metamorphic rocks. *Island Arc*, **23(3)**, 181-205.

- Topuz, G., Okay, A. I., Schwarz, W. H., Sunal, G., Altherr, R., & Kylander-Clark, A. R.** (2018). A middle Permian ophiolite fragment in Late Triassic greenschist-to blueschist-facies rocks in NW Turkey: An earlier pulse of suprasubduction-zone ophiolite formation in the Tethyan belt. *Lithos*, **300**, 121-135
- Turhan, N., Okuyucu, C. & Göncüoğlu, M.C.** (2004). Autochthonous Upper Permian (Midian) carbonates in the Western Sakarya composite terrane, Geyve area, Turkey: Preliminary data. *Turkish Journal of Earth Science* **13**, 215–229.
- Tüysüz, O.** (1993). Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers: Kuzey Neotetisin Tektonik evrimi. *Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin*, **5**(1), 1-33.
- Woodhead, J., Eggins, S. & Gamble, J.** (1993). High field strength and transition element systematics in island arc and back-arc basin basalts: evidence for multi-phase melt extraction and a depleted mantle wedge. *Earth and Planetary Science Letters* **114**, 491–504.
- Vachard D.**, (2016). *Macroevolution and Biostratigraphy of Paleozoic Foraminifers, Stratigraphy & Timescales*, Academic Press, **1**, 257-323.
- Yılmaz, Y., Serdar, H.S., Genç, C., Yiğitbaş, E., Gürer, Ö.F., Elmas, A., Yıldırım, M., Bozcu, M. & Gürpınar, O.** (1997). The geology and evolution of the Tokat Massif, South-Central Pontides, Turkey. *International Geological Review*, **39**, 365-382.
- Yılmaz, A. & Yılmaz, H.** (2004). Geology and Structural Evolution of The Tokat Massif (Eastern Pontides, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, **13**, 231-246, Tübitak.
- Yiğitbaş, E., Kerrich, R., Yılmaz, Y., Elmas, A. & Qianli, X.** (2004). Characteristics and Geochemistry of Precambrian Ophiolites from the Western Pontides, Turkey: Following the Missing Chain of the Precambrian South European Suture Zone to the East. *Precambrian Research, (SCI)*, **132/1-2**, 179-206.
- Yolcubal, H.G., Akyazı, M., Sezen, T.F., Toprak, Ö., Yasin, M., Canbolat, F. K. & Özkan, A.** (2014). Turhal-Pazar-Zile (Tokat) Yöresinin Üst Mesozoyik Stratigrafisi. *Geological Bulletin of Turkey*, **57**(1).

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** : Erbe Nur Atlı  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : Balıkesir 10/02/1986  
**E-posta** : nuratli86@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
- **Yükseklisans** : 2018, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Jeodinamik Programı.

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2010 yılında Devlet Su İşlerinde stajyer olarak çalıştı.
- 2011 yılında Galata Madencilik/Ariana Resources'ta stajyer olarak çalıştı.
- 2012 yılında Global Resources Company şirketinde stajyer olarak çalıştı.
- 2013-2015 yılları arasında Galata Madencilik/Ariana Resources 'ta jeoloji mühendisi olarak çalıştı.
- 2018- Nimaş Maddencilik'te Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaktadır.