

Türkiye Piyasasında Satılan Bazı Talk Pudralarının Mineralojik ve Yarı Nicel Kimyasal Bileşimi

Muazzez ÇELİK KARAKAYA¹, Necati KARAKAYA²

^{1,2} Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 42250 Selçuklu Konya

Sorumlu yazar e-posta: mckarakaya@ktun.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1104-2110>

nkarakaya@ktun.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9447-157X>

Geliş Tarihi: 23.05.2022

Kabul Tarihi: 29.09.2022

Öz

Türkiye'de satılan talk pudralarından 40 adeti, insan sağlığı için tehlikeli krizotil ve tremolit gibi mineralleri içerip içermediğini araştırmak amacıyla incelenmiştir. Pudralarının mineralojik ve yarı nicel kimyasal analizleri yapılmıştır. Pudralar talk yanında çoğunlukla kalsit, kaolinit, manyezit, simektit/klorit, dolomit, kuvars ve nadiren krizotil (?) ve tremolit belirlenmiştir. Kalsit içeriğinin bazı numunelerde talka yakın olduğu belirlenmiştir. Talk, tremolit ve krizotil kristalleri kısmen yassı kısmen de sivri, kıymık şeklindedir. Ayrıca iğnemsî, bükülmüş, ipliksi morfolojide kristaller de belirlenmiştir. Liflerde yığın görünümlü bazen çubuksu, borumsu, levhamsı şekillerde de gözlenmiştir. Çubuksu kristallerin boyu krizotil için literatürde verilenlerden büyüktür ($\geq 5\mu\text{m}$). Yapılan yarı nicel kimyasal bileşim analizinde silikat minerallerinin yapısında bulunan özellikle Si ve Mg yanında birçok kristalde Fe, Ca ve Al içeriği de tespit edilmiştir. Çubuksu/ipliksi morfolojideki krizotilin yapısal formülündeki Mg:Si=3:2 oranıyla aynı oran belirlenmiştir. Genelde Si içeriği Mg'dan çok daha yüksek iken, birkaç analizde bu elementlerin içeriği eşite yakın bulunmuştur. Bazı kristallerde Fe veya Al içeriği de belirlenmiş olup Fe içeriği dikkate alınmalıdır. Zira Fe, asbest minerallerinde biyolojik sistemde dokularda kanser oluşturma riskine neden olabilir. Ayrıca mikron boyutlardaki kuvars silikozis oluşturma riski taşıyabilir.

Anahtar kelimeler

Talk Pudrası; Krizotil;
Tremolit; Kanser;
Asbest

Mineralogical and Semi-Quantitative Chemical Composition of Some Talc Powders Sold on the Turkish Market

Abstract

40 of the talcum powders sold in Turkey were investigated to determine whether they contain dangerous minerals such as chrysotile and tremolite for human health. Mineralogical and semi-quantitative chemical analyzes of the powders were made. Besides talc, mostly calcite, kaolinite, magnesite, smectite/chlorite, dolomite, quartz and rarely chrysotile (?) and tremolite were determined in the powders. It was determined that the calcite content was close to talc in some samples. Talc, tremolite and chrysotile crystals are partly flat and partly pointed and splintered. In addition, acicular, twisted, filamentous morphology crystals were also determined. Stack appearance is also observed in the fibers, sometimes in rod, tubular, and plate-like shapes. The size of the rod-like crystals is larger than those given in the literature for chrysotile ($\geq 5\mu\text{m}$). In the semi-quantitative chemical composition analysis, in addition to Si and Mg in the structure of silicate minerals, Fe, Ca and Al contents in many crystals were also determined. The same ratio was determined as the Mg:Si=3:2 ratio in the structural formula of chrysotile in rod-like/filamentous morphology. In general, the Si content is much higher than that of Mg, while in a few analyzes the content of these elements has been found to be close to equal. Fe or Al content has also been determined in some crystals and the Fe content should be taken into account. Because Fe, asbestos minerals may cause the risk of cancer formation in the tissues in the biological system. In addition, micron-sized quartz may carry the risk of silicosis.

Keywords

Cancer; Chrysotile;
Talcum Powder;
Tremolite; Asbest

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Talk minerali, yerkabuğunun %95'ini oluşturan fillo silikat gurubu minerallerin bir üyesi olup, $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ genel formülüne sahiptir. Kimyasal

bileşiminde doğada genelde fazla değişiklik olmamakla birlikte, kristal yapısına Si yerine az miktarda Al veya Ti, Mg yerine ise Fe^{3+} , Fe^{2+} elementleri girebilmektedir. Doğada talk minerali,

genellikle ultrabazik kayaların veya silisli dolomitlerin bazı jeolojik süreçler sonucu değişimiyle oluşabilir. Ultrabazik kayalarda talk serpantin mineralleri ile silisli dolomitlerde ise tremolit, antofillit, manyezit ve kuvars gibi mineraller birlikte bulunabilir. Doğada asbestleşmiş serpantin mineralleri, amfibol grubunun mineralleri ve talk oluşumları ile doğada birlikte bulunabilmektedir. Talk işletmesi yapılırken söz konusu asbest formundaki bu mineraller az miktarda da olsa talka karışabilmektedir. Bütün lifsi mineraller asbest değildir, asbest terimi, Mg-Fe'ce zengin silikat minerallerinin, lifsi formlara dönüşmüş şeklini tanımlamak için önerilmiştir (Langer vd. 1991). Tarihsel olarak "lif" terimi, uzun (uzunluk/genişlik oranları ≥ 3.0) parçacıkları tanımlamak için kullanılmıştır (Millette 2006). İnsanın akciğer dokusunda solunacak kadar küçük liflerin nadiren $>1 \mu\text{m}$ çapında olduğu belirtilmiştir (Aust vd. 2011). Lifleşmiş bu minerallerin morfolojilerinde, uzunluk/genişlik oranı (en az 3:1), liflerin çapı, boyu önemli tanımlama kriterleridir (Langer vd. 1991, Muhle ve Pott 2000). Asbest formu/şekli lifli morfolojinin bir alt kümesidir; bu formda nispeten lif kalınlığı küçük ve lif uzunluğu büyüktür, lifler esnek, kolay ayrılabilir ve doğal numunelerde lifler demetler halinde, paralel dizilmiştir (Addison ve McConnell 2008). Dolayısıyla tüm lifli mineraller asbest değildir. Üretim safhasında asbest minerallerinin birbirinden ayırılması, talkın saflaştırılması mümkün olamamaktadır. Asbestle kirlenmiş talk pudra tozu uzun süreli, yoğun olarak solunduğunda asbest lifleri akciğerlerde kanser ve mezotelyoma gibi hastalıklara sebep olabilmektedir. Serpantin minerallerinden krizotil ve amfibol minerallerinden tremolit, krokidolit, ribekit gibi mineraller Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC 1996) tarafından 1. Sınıf kanserojen mineraller olarak değerlendirilmiştir. Amfibol ve serpantin grubu asbest mineralleri üzerinde yapılan çalışmalarda, asbest liflerinin bütün türlerinin akciğer kanseri yaptığı, ancak amfibol grubu asbest minerallerinin (krokidolit ve amosit) olivin grubunun serpantinleşmiş minerallerine (krizotil, antigorit, lizardit) göre daha riskli olduklarını belirtilmiştir (Bernstein vd. 2010, 2014; Kakoei vd. 2010; Yawas

vd. 2016; İkpambese vd. 2016). IARC (2009) asbestin birinci grup bir yumurtalık kanseri geni olduğunu açıklamıştır. Penninkilampi ve Guy (2018) ise, genel olarak perineal talk kullanımı ile yumurtalık kanseri arasında tutarlı bir ilişki varlığını, ancak Slomovitz vd. (2021) asbest ve yumurtalık kanseri arasında gözlemlenen istatistiksel bir ilişkinin zayıf ve tutarsız olduğunu belirtmiştir.

Talk minerali endüstriyel alanda birçok sektörde kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; kozmetik, seramik, ilaç, kağıt, sıva, elektrik malzemesi, boya, kauçuk vb. dur. Talk minerali insan sağlığı ve çevre açısından zararlı mineral sınıfına girmemekle birlikte, oluşumda birlikte bulunabileceği kanser oluşturma riski taşıyan minerallerle birlikte oluşması/bulunması (krizotil, tremolit, krokidolit, vb.) nedeniyle, talkın kullanımında yönetmelikler ve sağlık açısından kısıtlamalar doğabilmektedir. Bu proje kapsamında "talk pudrası" olarak satılan, bu ticari ürünler satış reyollarından/firmalardan derlenmiş (markaları gizli kalmak kaydıyla), mineralojik ve ana element içerikleri araştırılarak, asbestleşmiş mineral bulundurma riskleri incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Piyasadan temin edilen talk pudraları (40 adet)

2. Materyal ve Metot

X-ışınları Difraksiyon (XRD) yöntemi piyasadan temin edilen numunelerin tüm kaya mineralojik bileşimlerinin belirlenmesinde, Rigaku (D/MAX 2200 PC) kullanılarak Hacettepe Üniversitesi YUVAM biriminde gerçekleştirilmiştir. X-ışınları çekiminden itibaren difraktogramlar üzerinde minerallerin

tanımlamasında JCPDS (1994) dosyaları kullanılmıştır (Çizelge 1). Tarama hızı $1^{\circ}/2\theta$ dakika, çekim aralığı $2\theta=2-70^{\circ}$, difraktometre grafit monokromatörlü ve Cu ($\text{CuK}\alpha=1.5186 \text{ \AA}$) tüplü, Ni filtreli, gerilim 40 kv, akım ise 18 mA dir. Goniometre hızı $2^{\circ}/\text{dak}$, duyarlık 4.10^2 , kağıt hızı $2\text{cm}/\text{dak}$ 'dır.

Taramalı elektron mikroskopta (SEM) yapılan inceleme ve analizlerde talk pudrasını oluşturan bileşenlerin morfolojisi ve dokusal özellikleri incelenmiştir. İncelemelerde seçilen nokta veya alanın yarı nicel enerji saçınım analizi (EDS) yapılmıştır. Bileşenlerin boyut, şekil ve birbirleri ile ilişkileri-dönüşümleri taramalı elektron mikroskopta

incelenmiştir. Numuneler inceleme öncesi altınla kaplanmıştır. SEM-EDS analizleri Selçuk Üniversitesi İLTEK Laboratuvarında Zeitz Evols10 model taramalı elektron mikroskopta yapılmıştır.

3. Bulgular

Piyasadan alınan 40 talk pudrası numunelerinin XRD ile incelemesi sonucunda, talk mineralinin ana mineral olduğu, kuvars, manyezit, dolomit, kalsit, klorit, kaolinit, krizotil ve feldispat minerallerinin de birçok pudrada bir veya birkaçının bulunduğu belirlenmiştir (Karakaya ve Karakaya 2020). Talkın belirlenen bileşimiyle ürünün üzerinde yazılan bileşimi arasında önemli farklar tespit edilmiştir (Çizelge 1, Şekil 2).

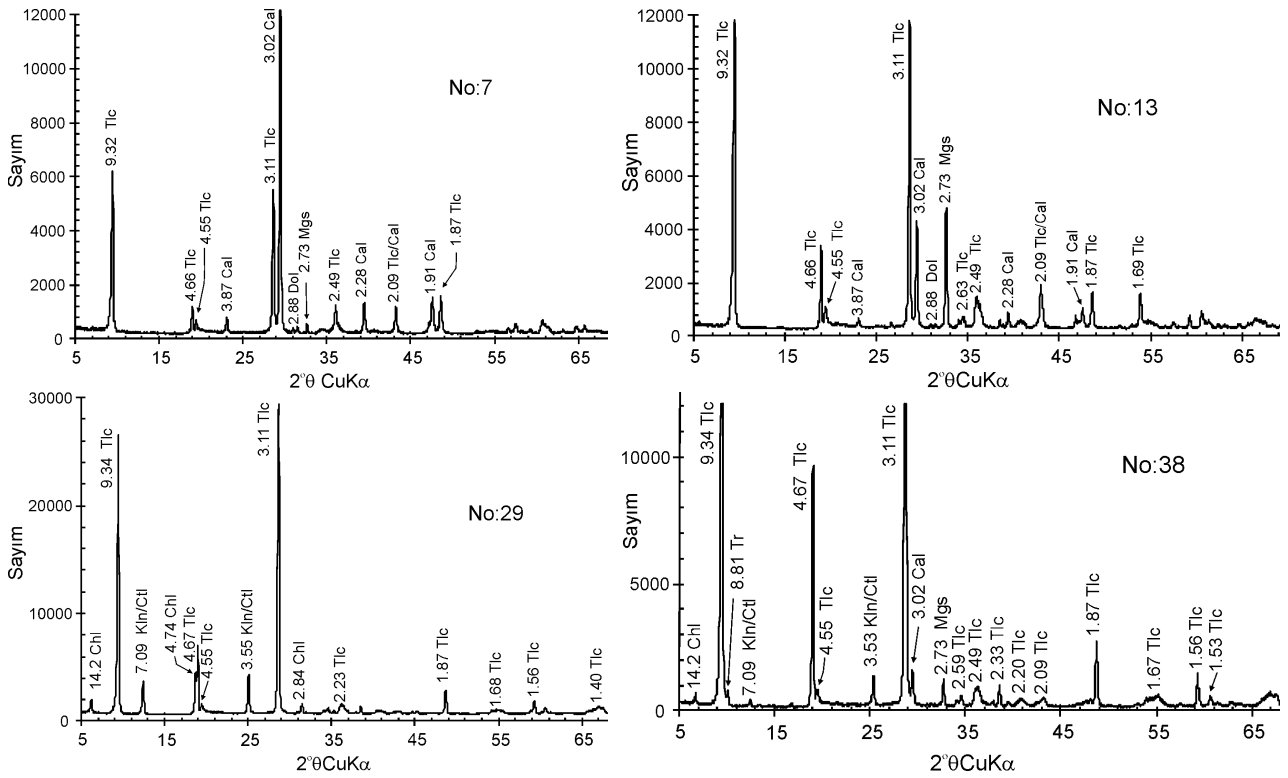
Çizelge 1. İncelenen talk pudralarının mineralojik bileşimi ve belirtilen içerikleri.

No	XRD Mineralojik içerik	Etiket İçeriği
1	Tlc+Qz+Dol+Mgs+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
2	Tlc+Dol+Mgs+Chl+Kln/Ctl	Verilmemiş
3	Tlc+Qz+Dol+Mgs+Ctl	Verilmemiş
4	Tlc+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+ZnO+Parfüm
5	Tlc+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+ZnO+Mg-sterat+Kimyasallar+Parfüm
6	Tlc+Qz+Chl+Kln/Ctl	Verilmemiş
7	Tlc+Cal+Dol+Mgs	Tlc+Parfüm
8	Tlc+Dol+Mgs+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
9	Tlc+Dol+Mgs+Chl+Kln/Ctl	Tlc
10	Tlc+Qz+Dol+Chl+Kln+Fsp	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
11	Tlc+Cal+Qz	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
12	Tlc+Dol+Chl+Kln	Tlc+Parfüm
13	Tlc+CalQz+Mgs	Tlc+Parfüm
14	Tlc+Qz+Dol+Chl+Kln	Verilmemiş
15	Tlc+Mgs+Cal+Dol+Qz+Chl+Kln/Ctl	Tlc+ZnO+Mg-Sterat+Parfüm
16	Tlc+Qz+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar
17	Tlc+Qz+Dol+Cal+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar
18	Tlc+Dol+Mgs+Chl+Kln	Verilmemiş
19	Tlc+Mgs+Dol+Chl+Kln/Ctl	Verilmemiş
20	Tlc+Dol+Mgs+Qz+Chl+Kln/Ctl	Tlc
21	Tlc+Dol+Mgs+Qz+Fsp	Verilmemiş
22	Tlc+Qz+Mgs+Dol+Cal+Kln/Ctl	Verilmemiş
23	Tlc+Cal+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Parfüm
24	Tlc+Qz+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
25	Tlc+Cal	Verilmemiş
26	Tlc+Cal+Dol+Mgs+Kln/Ctl	Tlc+ZnO+Magnezyum+Sterat+Kln+Parfüm
27	Tlc+Cal+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Çinko Oksit+Kimyasallar
28	Tlc+Dol+Mgs+Qz+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
29	Tlc+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
30	Tlc+Dol+Cal+Kln/Ctl	Tlc+Hidrate+Silika+Kimyasallar+Parfüm

Çizelge 1. Devamı

31	Tlc+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm
32	Tlc+Dol+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Parfüm
33	Tlc+Dol+Mgs+Chl+Kln/Ctl	Tlc+ZnO+Çeşitli Kimyasal
34	Tlc+Cal	Tlc+ZnO
35	Tlc+Cal	Tlc+ZnO
36	Tlc+Dol+Qz+Chl+Kln/Ctl	Verilmemiş
37	Tlc+Qz+Cal+Dol+Mgs+Chl+Kln/Ctl	Verilmemiş
38	Tlc+Cal+Mgs+Chl+Kln/Ctl+Tr	Tlc+CaCO ₃ +Undeselat+TiO ₂ +Kimyasallar
39	Tlc+Qz+Mgs+Dol+Cal+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Parfüm
40	Tlc+Dol+Mgs+Cal+Chl+Kln/Ctl	Tlc+Kimyasallar+Parfüm

Not: Mineral isimleri kısaltması: Dol: Dolomit, Fsp: Feldispat, Cal: Kalsit, Kln: Kaolinit, Chl: Klorit, Ctl: Krizotil, Qz: Kuvars, Mgs: Manyezit, Tlc: Talk, Tr: Tremolit (Whitney ve Evans 2010).



Şekil 2. İncelenen bazı talk pudralarının tüm kaya X-ışınları difraktogramları (kısaltılmış mineral isimlerinin açıklaması Çizelge 1’de verilmiştir).

İncelenen pudraların 11’inin içeriği üzerinde yazılı olarak bulunamamıştır, diğerlerinde ise talk dışında çeşitli kimyasallar (asit, alkol, vb.), parfüm, silika, ZnO, steat, vb. ifadeler yazılmıştır. Çok çeşitli kimyasal maddeler olarak Çizelge 1’de verilen içerikte asit, alkol ve çeşitli bileşikler vardır. Ancak bu kimyasalların bazılarının ciltte alerjik (kuruluk, kaşıntı) problemler oluşturabilir. İncelenen talkların 11’inde kuvars tespit edilmiştir. Benzer şekilde 40 talk pudrasının 33’ü dolomit, 27’si manyezit ve 14’ü de kalsit içermektedir. Ancak verilen içerikte bu

minerallerin hiçbiri yazılmamıştır. Tek bir numunede muhtemelen kalsit yerine formülü olan CaCO_3 yazılmıştır (No: 38). Yapılan nicel hesaplamalarda kalsit içeriği %10-50 arasında belirlenmiştir (No: 7, 11, 13, 25, 26, 34, 35, 38). Mikron boyutunda öğütülerek talk pudrasına katılan kuvars solunma ile sağlık sorunu oluşturabilir. XRD çekimlerinde birçok talk numunesinde bazı pikler kaolinite benzemekle birlikte, krizotil mineraline daha uyumlu bulunmuştur. Ancak yine de Çizelge 1’de Kln/Ctl şeklinde yazılmıştır. Bir numunede (No: 38) tremolit

belirlenmiştir. Bununla birlikte XRD analizi ile genellikle %5'in altındaki mineral içeriğinin belirlenmesi zor olduğundan diğer pudralar için de dikkatli olunması gerekir. XRD çekimleri dikkate alınarak, 11 adet numunenin SEM'de incelemesi ve EDS ile bileşimi belirlenmiştir (Şekil 3, Çizelge 2). SEM'de lifsi kristallerin boyu 2-5 µm ve kalınlığı/çapı 0.1-0.2 µm arasındadır. Lifler genelde çok ince olduğundan nokta seçilerek EDS ile kimyasal bileşimi incelenmiştir (Çizelge 1).

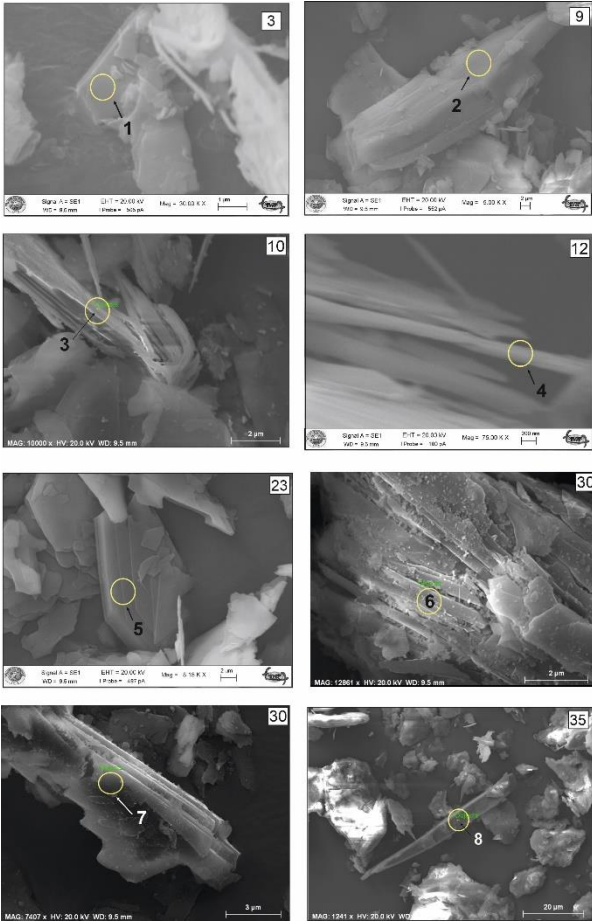
4. Tartışma

Serpantin grubunun en yaygın olarak bulunan mineralleri olan antigorit, lizardit ve krizotilin en kuvvetli ve kolayca tanımlanabilecek bazal yansımaları ~7.30 Å'dadır ve kaolinitin 7.14 Å'daki bazal yansımından kolayca ayırt edilebilir. Ayrıca serpantin ~3.65 Å'da oluşan 002 yansıması kaolinitin 3.57 Å'daki 002 yansımasına göre oldukça fazla yer değiştirmiş bir konumdadır (Karakaya 2006). Bu minerallerin tanımlanmasında diğer önemli farklılıklar, serpantin minerallerinin trioktahedral yapıda olmasıyla ilişkilidir, serpantinlerin 020 ve 060 yansımaları sırayla ~4.60 Å ve 1.55 Å'da iken, dioktahedral yapısı olan kaolinitin 4.47 Å ve 1.49 Å'dadır (Moore ve Reynolds 1997). XRD çekimlerinde, lizardit, antigorit ve krizotilin pikleri önemli derecede benzerlik gösterir ve sadece XRD ile serpantin polimorflarının tanımlaması problemlidir. Lifsi olan krizotilin ortokrizotil (ortorombik), klinokrizotil (en yaygın monoklinik form) ve parakrizotil (lifler x-ekseni yerine y-ekseni boyunca yönelmiştir) polimorfları vardır. Bu türlerin/polimorfların saf halde olsalar bile sadece XRD ile tanımlanması kolay değildir, diğer minerallerle karışım halinde bulduklarında ise ayırt edilmeleri, tanımlanmaları çok zordur. Krizotil, silindirik lifler şeklindedir ve genellikle habitusu asbest formundadır. Krizotilin silindirik yapısı oktahedral levha $[Mg(OH)_2]$ ile tetrahedral levha $[SiO_4]$ arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanır (Aust vd. 2011). Antigorit ve lizarditin normalde habitusu yassı/plakamsıdır, ancak antigoritlerin kıymık şekilli formları da yaygındır. Lifli form, lif

demetlerinin mevcut ve bunların, kenarlarının pürüzsüz olması ve esneklik gösteren en-boy > 1:20 oranları ile <1 µm kalınlığında lifçikler şekilde kolayca ayrılmasıyla belirgin şekilde asbest formundadır. Bununla birlikte, lifler çıta şeklinde ve serttir ve bu nedenle, genellikle krizotilin saç benzeri ve oldukça esnek liflerinden önemli ölçüde farklıdır (Şekil 3).

Talk pudrası içeriğindeki, minerallerin ve özellikle de lifsi-çubuksu morfoloji (muhtemel krizotil) gösteren kristallerden SEM'de görüntü alınmıştır. Amfiboller morfolojik olarak genellikle sadece enine kırılan katı çubuk benzeri lifler şeklinde olmasına karşın, krizotil genişleme eğiliminde olan birçok ince fibrilden oluşan bir ip gibi görünüm sunar (Bernstein 2005). Ancak morfolojik olarak yapılan SEM incelemesinde kesin olarak krizotil ve diğer asbest minerallerinin tanımlaması tam olarak netleştirilememekle birlikte, kristallerin kısmen yassı kısmen de sivri, kıymık formlar şeklinde bulunduğu, özellikle asbest formları için tipik olan liflerde bükülme, uç kesimlerin kıymık görüntüsünün olması çok önemlidir (Şekil 2 de 3, 10 ve 12 nolu numuneler).

EDS analizlerinde tespit edilen kimyasal bileşimin krizotil mineralinin teorik formülü arasında benzerlik tespit edilmiştir. Bilindiği gibi serpantin $Mg_3Si_2O_5(OH)_6$ bileşimine sahip üç (antigorit, lizardit ve krizotil) polimorfu vardır bu formların hepsinde Mg:Si oranı aynıdır. Bu nedenle, EDS analizleri lifsi asbest görünümlü kristallerde yapılmıştır, bu mineralin yapısal formülü ile tutarlı olarak Mg ve Si'in oranının yaklaşık olarak 3:2 (veya Si:Mg=0.67) ile uyumluluğu denetlenmiştir. Benzer şekilde talk ve tremolit de EDS analiz sonuçları yapısal formülü hesaplanarak teorik yapısal formüllerindeki Mg:Si oranıyla karşılaştırılmıştır. Serpantin polimorflarından özellikle morfolojik olarak krizotil mineraline benzeyen kristallerin, talk $[Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2]$ ve tremolit sırayla EDS ile alan/nokta analiz sonuçları bu minerallerin teorik formüllerindeki Mg:Si oranı olan 3:2, 3:4 ve 5:8 oranıyla aynı veya çok yakın sonuçlar belirlenmiştir (Çizelge 2).



Şekil 3. İncelenen bazı talk pudralarının SEM fotoğrafları ve EDS yapılan alan veya noktalar (Çizelge 2’de verilmiştir).

Çizelge 2. EDS analizi yapılan kristallerin Si, Mg ve Fe içerikleri (%) ve oranları.

	Si	Mg	Fe	Si/Mg	Mg/Si	Adı
1	61.11	38.99	--	0.74	1.35	Tlc
2	64.39	34.03	1.58	0.62	1.62	Tr
3	63.63	36.37	2.29	0.67	1.50	Ctl
4	62.31	35.91	1.72	0.67	1.49	Ctl
5	60.44	37.37	2.19	0.76	1.31	Tlc
6	62.39	35.10	2.51	0.66	1.52	Ctl
7	64.39	34.03	1.58	0.62	1.62	Tr
8	63.31	34.04	2.65	0.63	1.59	Tr

Not: Mineral isimlerinin açıklaması Çizelge 1’de verilmiştir.

Bazı analizlerde krizotilin kimyasal bileşimi ile uyumlu kristallerin Fe veya Al içerdiği de gözlenmiştir. SEM de talkın öz şekilli kristallerinin bileşiminin safa yakın olmakla birlikte, %1-3 arasında Fe içeriği de tespit edilmiştir (Şekil 3, No 23). Liflerin içerdiği Fe miktarının, uzun süre reaktiviteyi ve hidroksil radikallerini kontrol ettiği ve kanser hücreleri için gerekli bir besin olduğu, krizotilin krokidolit ve amositten daha az Fe içerdiği

(0-3%), Fe içeriğinin DNA zincirinin kırılmasını artıran hidroksil radikallerinin oluşumunu katalize ettiği belirtilmiştir (Weinberg 1989). Araştırmacı demir içeren tremolit ile kontamine olmuş krizotil, krozdolit ve amositin endüstriyel kullanımının ortadan kaldırılmasının asbeste bağlı kanser ölüm oranında önemli derecede azalmaya neden olabileceğini ifade etmiştir. Solunumla alınabilen, çok yüksek biyo-kalıcılığı ve inflamatuvar etkisi olan tremolit asbest, diğer asbest lifleri ve özellikle krizotil asbest yanında, talk gibi asbest olmayan malzemeler içinde bir tali bileşen olarak bulunsun bile, mezotelyoma ve akciğer kanserine neden olabileceği belirtilmiştir (Pacella vd. 2015).

Yumurtalık kanser vakalarının kanserli dokularında çoğunlukla asbest formu talk ve diğer asbest minerallerinin (tremolit ve antofillit) tespit edildiği, asbest içeren talkı kozmetik olarak kullanmanın asbest maruziyetine neden olduğu açıklanmıştır (Steffen vd. 2020). Ancak, Goodman vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada ise, perineal talk kullanımı ile yumurtalık kanseri arasında nedensel bir ilişkiyi olmadığı belirtilmiştir.

Tremolit ve krizotil minerallerinin kristal kafesinde magnezyum yerine kısmen (Mg’un %5-10 kadar) demirin kristal kafese yerleşiminin asbestin kanser oluşturma riskini artırdığı belirtilmiştir (Pacella vd. 2010, 2015). Gualtieri vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada mineral yüzeyindeki demirin çoğunun oksitlenmesiyle demir indirgemesinin muhtemelen bu minerallerin toksitesinde önemli bir rol oynadığını açıklanmıştır.

Talk pudrası olarak piyasada satılan ürünlerin XRD verilerine göre bazılarının %50 civarında kalsit yanında, %10-20 arasında dolomit ve manyezit ile bazı kimyasallar içermesi de CTFA (The Cosmetics, Toiletry, and Fragrance Association) standartına uygun değildir. Kozmetikte kullanılan talkın en az %90 talk içermesi, kalsit, klorit, dolomit, kaolen ve manyezit minerallerinin tali bileşen olarak bulunması, lifsi mineralleri (tremolit, krikodolit, ribekit, krizotil gibi,) içermemesi gerekmektedir.

5. Sonuçlar

Piyasadan alınan talkların mineralojik ve kimyasal bileşiminin incelenmesi sonucunda:

- 1- Genelde talk pudralarının en az %90 talk mineralinden hazırlanmadığı,
- 2- Bazı talk pudralarının %10-50 arasında kalsit ve ayrıca dolomit, manyezit gibi karbonat minerallerini içerdiği,
- 3- Bazı talk pudralarının içeriğinin yazılmadığı,
- 4- Yazılan içerikle belirlenen içerik arasında önemli farklılıklar olduğu,
- 5- Bazı talk pudralarının krizotil ve tremolit benzeri kanserojen mineralleri içerdiği ve bu minerallerin Fe içeriğinin % 1.58-2.65 arasında olduğu tespit edilmiştir.
- 6- Fe içeriğinin asbest minerallerinin kanser oluşturma reaktivitesini artırması nedeniyle dikkate alınması gerekir.
- 7- Talk pudralarının lifsi asbest benzeri mineralleri kesin olarak içermediği yazılmalıdır.
- 8- Talk pudralarında özellikle asbest minerallerinin bulunması, talk dışı bileşenlerin standartlara aykırı eklenmesi, bu ürünlerin kozmetikte ve farmakolojide kullanımının revize edilmesini, kontrollünün acilen yapılmasını gerektirmektedir.

6. Teşekkür

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi (BAP 17401035) desteğinde gerçekleştirilmiştir.

7. Kaynaklar

- Addison, J. and McConnell, E.E., 2008. A review of carcinogenicity studies of asbestos and non-asbestos tremolite and other amphiboles. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **52**, 187-199.
- Aust, A.E., Cook, P.M. and Dodson, R.F. 2011. Morphological and Chemical Mechanisms of Elongated Mineral Particle Toxicities, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, **14**, 1-4, 40-75.
- Bernstein, D.M., 2014, The health risk of chrysotile asbestos. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, **20**, 366-370.
- Bernstein, D.M., Rogers, R.A., Sepulveda, R., Donaldson, K., Schuler, D., Gaering, S., Kunzendorf, P., Chevalier, J. and Holm, S.E., 2010. The pathological response and fate in the lung and pleura of chrysotile in combination with fine particles compared to amosite

asbestos following short-term inhalation exposure: *interim results. Inhalation Toxicology*, **22(11)**, 937-962.

- Goodman, J.E., Kerper, J.E., Prueitt, R.L. and Marsh, C.M., 2020. A critical review of talc and ovarian cancer. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part B: Critical Reviews* **23**, 183- 213.
- Gualtieri, A. F., Andreozzi, G. B., Tomatis, M. and Turci, F. 2019. Iron from a geochemical viewpoint. Understanding toxicity/pathogenicity mechanisms in iron-bearing minerals with a special attention to mineral fibers. *Free Radical Biology and Medicine*, **133**, 21–37.
- International Agency for Research on Cancer (IARC) 1996. Mechanisms of fibre carcinogenesis. *Lyon International Agency for Research on Cancer*. Scientific Publications No: 140.
- International Agency for Research on Cancer (IARC), 1999. Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42. No. 71987.
- JCPDS, 1994. Powder Diffraction File 1994: PDF-2 Database Sets 1-44, Pennsylvania, USA.
- Ikpambese, K., Gundu, D.T. and Tuleun, L.T., 2016. Evaluation of Palm Kernel Fibres (PKFs) for Production of Asbestos-Free Automotive Brake Pads. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, **28**, 110-118.
- Kakooei, H. and Marıoryad, H., 2010. Evaluation of Exposure to the Airborne Asbestos in an Automobile Brake and Clutch Manufacturing Industry in Iran. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **56**, 143-147.
- Karakaya, M.Ç. 2006. Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri. Bizim Büro Yayınevi, Ankara 640.
- Karakaya, N. ve Karakaya M.Ç. 2020. Türkiye Piyasasında Satılan Talk-Pudralarının Asbest Mineralleri Bulundurma Riski Açısından Araştırılması. S.Ü. BAP, Araştırma Projesi No: 1741135, 57 (yayınlanmamış).
- Langer, A.M., Nolan, R.P. and Addison, J., 1991. Distinguishing between amphibole asbestos fibers and elongate cleavage fragments of their non-asbestos analogues. In: Brown RC, Hoskins JA, Johnson NF, (eds.) Mechanisms in fibre carcinogenesis. New York, Plenum Press, 253–267.

Millette, J.R. 2006. Asbestos analysis methods. In Asbestos—Risk assessment, epidemiology, and health effects. Dodson R.F., Hammar, S.P. (eds) Boca Raton, FL, Taylor & Francis, 9-37.

Moore, D.M. and Reynolds, R.C. 1997. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals, 2nd edition. Oxford University Press, New York, 378.

Muhle, M. and Pott, F. 2000. Asbestos as reference material for fibre-induced cancer. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **73**, 53-59.

Pacella A., Andreozzi, G.B. and Fournier J., 2010. Detailed crystal chemistry and iron topochemistry of asbestos occurring in its natural setting: a first step to understanding its chemical reactivity. *Chemical Geology*, **277**, 197-206.

Pacella, A., Fantauzzi, M., Turci, F., Cremisini, C., Montereali, M.R., Nardi, E., Atzei, D., Rossi, A. and Andreozzi, G.B. 2015. Surface alteration mechanism and topochemistry of iron in tremolite asbestos: a step toward understanding the potential hazard of amphibole asbestos, *Chemical Geology*, **405**, 28–38.

Penninkilampi, R. and Eslick, G.D. 2018. Perineal Talc Use and Ovarian Cancer A Systematic Review and Meta-Analysis. *Epidemiology*, **29(1)**, 41-49.

Slomovitz, B., de Haydu, C., Taub, M. Robert, L., Coleman, R.L. and Monk, B.J., 2021. Asbestos and ovarian cancer: examining the historical evidence. *International Journal of Gynecological Cancer*, **31**, 122–128.

Steffen, J. E. Tran, T., Yimam, M. Clancy, K., Bird, T.B., Rigler, M., Longo, W. and Egilman, D.S. 2020. Serous Ovarian Cancer Caused by Exposure to Asbestos and Fibrous Talc in Cosmetic Talc Powders—A Case Series. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, **62(2)**, 65-77.

Weinberg, E.D. 1989. Iron, asbestos, and carcinogenicity. *The Lancet*, **333, 8651, 1**, 399-1400.

Whitney, D.L. and Evans, B.W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, **95**, 185-187.

Yawas, D.S., Aku, S.Y. and Amaren, S.G., 2016. Morphology and Properties of Periwinkle Shell Asbestos Free Brake Pad. *Journal of King Saud University-Engineering Science*, **28**, 103-109.

İnternet kaynakları

1-

Cosmetics Fragrance and Toiletry Association. The Cosmetics, Fragrance and Toiletry Association (CTFA) Specifications - Talc & Cosmetic Talc. 1976. <https://repository.library.brown.edu/studio/item/bdr:841476/>