

## Bazı Kozmetik Ürünlerde Ağır Metal (Pb, Cd) Tayini

Nazan Demir<sup>1\*</sup>, Tolga Göktürk<sup>1</sup>, Onur Akçay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

\*Yazışılan Yazar e-posta: nazdemir@mu.edu.tr

Alınış: 03 Temmuz 2014, Kabul: 06 Kasım 2014

**Özet:** İlk insandan bu yana güzel görünmek, güzel kalmak insanlar için son derece önemli olmuştur. Günümüzde de kozmetik ürünlere yoğun bir ilgi vardır. Fakat bu ilgi artışı kozmetik ürünlerin güzelleştirirken, sağlığı tehdit edip etmediği sorusunu gündeme getirmektedir. Çünkü basit bir el kremi bile çok sayıda kimyasal içermekte ve bu kadar kimyasalın bir arada kullanıldığı ürünler, kullanım miktarı ve sıklığına bağlı olarak sağlığı tehdit etme ihtimali taşımaktadır. Bu kimyasallar içerisinde ağır metaller önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu çalışmada amaç; bazı kozmetik ürünlerdeki ağır metallerin varlığının ve miktarlarının belirlenmesidir. Çalışma çerçevesinde piyasadan temin edilen farklı marka ve renklerde 10 adet saç boyası ve 10 adet ojede Atomik Absorpsiyon Spektroskopi (AAS) cihazında grafit fırın tekniği kullanılarak bazı ağır metallerin (Pb, Cd) tayini yapılmıştır. Sonuçlara göre; incelenen saç boyası ve ojelerde Pb ve Cd bulunduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kozmetik, ağır metal, kurşun, kadmiyum, saç boyası, oje.

## Determination of Heavy Metals (Pb, Cd) in Some Cosmetic Products

**Abstract:** The seem beautiful, staying nice have been extremely important for the people for ages. Today demand for cosmetic products is increasing. But this interest brings up a question that cosmetics are dangerous for health or not. Because even a simple hand cream contains a large number of chemical and this products threaten the health depending on the amount and frequency of use. These chemicals have a high percentage of heavy metals.

Purpose of the study, determination of heavy metals and their amounts in some cosmetics. We bought different brands and colored ten hair dyes and ten nail polishes from public market. Then we analyze some heavy metals (Pb, Cd) with Atomic Absorbsion Spektrometer (AAS). According to the results we determined lead and cadmium in these hair dyes and nail polishes.

**Keywords:** Cosmetic, heavy metal, lead, cadmium, hair dye, nail polish

### 1. Giriş

Güzel görünmek, bakımlı ve çekici olmak arzusu insanlık tarihinin her döneminde görülen sosyal bir davranıştır. İnsanlar, içinde yaşadıkları dönemin ve toplumların kültürlerine, gelenek ve göreneklerine göre her zaman süslenmeye önem vermişlerdir. İnsanlığın gelişimine paralel olarak kozmetik kullanımı da ilk çağlardan günümüze kadar artarak devam etmektedir. Modern insanın sağlıklı yaşam planı, uygun bir diyet, açık havada düzenli egzersiz, yeterli dinlenme ve etkili bir cilt temizliğini içerir. İnsanlık tarihinin her döneminde güzellik kavramı farklı olsa da saç, göz, cilt, tırnak bakımı ve süslenme olgusu önemini hiç kaybetmemiştir. Sağlıklı, bakımlı, güzel ve pürüzsüz bir cilde sahip olmak insanın kendine olan güvenini artıran, beden ve ruh sağlığını olumlu yönde etkileyen bir faktördür [1]. Kozmetik yalnız güzellik demek değildir, aynı zamanda sağlıklı yaşam, hijyen, bakım demektir. Basit olarak bir

dermatolojik kremi, normal günlük kremden ayırt etmek gerekir. Kokunun, insan psikolojisindeki etkisini bilmek, ter kokusundan ten kokusuna, ağız kokusundan gıdaların tende ve ağızda oluşturduğu kokuya, traş bıçağından traş losyonuna, akneye, saç renginden saç dökülmesine, günlük nane limon, gül kokusundan sararan dişe kadar, herşeyin kozmetiğin konuları içine girdiğini bilmek gerekir. Kozmetik, kulaktan dolma bilgilerle, bir hafta on günlük kurslar sonucu alınan bilgilerle değil; bilimsel yaklaşımlarla, yardım etmek, yol göstermek, tedavi etmek, önerilerde bulunmak amacını güder. Her gün yeni bir ürünün üretildiği, kozmetik teknolojisinin geliştiği ortamda, ürünleri, ürünlerin kullanımlarını, değişimleri, Türk insanı ile diğer dünya insanların arasındaki cilt yapısı farkları nedeniyle, kullanılacak ürün ve uygulanacak yöntemlerin neler olabileceğini, sağlıklı bir kozmetik yaşamın nasıl olabileceğini iyi bilmek gerekir. “Kozmetikler, deri, tırnak, saç gibi organların görünüşünü düzelterek bir kimseyi güzelleştirmek için kullanılan maddeler, preparatlar, tedavi biçimleri ve araçlarıdır.” 26 Şubat 1994 Resmi gazetede yayınlanan Türk Kozmetik Kanunu’na göre “Kozmetikler; insan vücudunun epiderma, tırnaklar, kıllar, saçlar, dudaklar ve genital organlar gibi değişik kısımlarına, ağız ve dişlere ve mukozaya uygulanmak üzere hazırlanmış, amacı ve yan amacı bu kısımları temizlemek, koku vermek ve korumak suretiyle iyi bir durumda muhafaza etmek ve görünümünü değiştirmek ve vücut kokularını düzeltmek olan, saç boyaları ve saç rengi açıcıları da dâhil bütün preparatlar ve/veya maddelerdir.” Kozmetik ürünlerin amaçları; temizlemek, güzelleştirmek, çekiciliği arttırmak, yüz ve vücudun dış görünüşünü değiştirmek, yüz ve vücudun dış görünüşünün sağlığını korumak ve koku vermektir.

### *1.1. Kozmetiklerin tarihçesi*

Kadınların görünüşlerini güzelleştirmek veya değiştirmek amacıyla çeşitli renk faktörlerine verdikleri önemin, insanlar en eski çağlardan beri farkındadırlar. Eski Mısır’da yapılan arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan, ölümlerle birlikte eşyaların da mezara konulduğu yüze sürülen boyaların karıştırıldığı küçük kâseler, binlerce yıl sonra hâlâ güzel kokusunu koruyan merhem kapları, İ.Ö. 4000’ lerde kozmetiklerin yaygın olarak kullanıldığının kanıtı olmuştur. Bu güzellik ürünleri genellikle rahipler tarafından hazırlanır, hoş kokulu bitkilerden, tohumlardan ve yağlardan elde edilirdi. Kekik, ıtır, mürrüsafi, sedir ağacı, günlük, amber, misk, sakız, reçine ve çeşitli çiçekler, yapraklar ve kökler kullanılarak hazırlanan kozmetiklerin formülleri çok gizli tutulurdu. Kozmetik yapımı bu nedenle çok önemsenen bir sanattı. O dönemlerden kalma resimlerden ve mezarlardaki buluntulardan Eski Mısır’da göz makyajına çok önem verildiği anlaşılmaktadır. Mısırlı kadınlar gözlerinin altını yeşile boyar, fildişi, tunç, tahta ya da kemikten yapılmış minik bir çubukla üst kapağa is, antimon ve kurşun karışımı siyah bir boya olan sürme çeker, ayrıca kirpiklerini de boyarlardı. Ayrıca göz boyaları güneşin zararlı etkilerinden de koruyordu. Mezopotamya’da kadınlar gözlerine sürme çekip, kına yapraklarını kurutup saçlarını tırnaklarını boyarlardı. Eski Yunan’lılar ise güzel kokulu merhemler ve tırnak boyalarını kullanıp, zambak ve çeşitli otların yetiştiriciliğinde katkıda bulunuyorlardı. Yunan kültüründen etkilenen Roma milleti çeşitli parfüm ve kozmetiklere merak sarmaya başladılar. Mısır’dan getirilen sürme, dudakları ve yanakları renklendirmek için kırmızı boyalar, dişleri beyazlatmak için süngertaşı kullanılıyordu. Araplar ise çeşitli baharatları kullanıp kına yakma, sürme çekme geleneklerini başlattılar. Bu sırada haclı seferlerinin olmasıyla kozmetik ürünler Avrupa ülkelerine yayılmaya başladı. Süt banyosu soylular arasında çok önemli bir

güzellik aracıydı. Bunun üzerine İngiltere’de yaygınlaşan kozmetik sanayi ile 1770 yılında bir yasa tasarısı sunuldu. Fransa’da parfüm ve güzellik gereçleri bir sanayi haline aldı. İspanya’dan getirilen kakao ve vanilya kremleri yüz beyazlaştırmak ve yumuşatmak için kullanılıyordu [2].

### 1.2. Ağır metaller

Yoğunluğu  $5 \text{ gr/cm}^3$ ’den büyük olan elementlere genel olarak ağır metal adı verilir. Metalik özellik gösteren elementlerden oluşup, açık ve tam bir tanımlaması yapılmamıştır. Bu grubun içinde geçiş metalleri, bazı yarı metaller, lantanitler ve aktinitler bulunur. Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir, ancak yüksek dozları insan sağlığını olumsuz etkiler. Simgesi Pb olan kurşun (atom numarası 82, atom ağırlığı 207,21), mavimsi gri renkli bir metaldir. Yaygın olarak bilinen metallerin en yumuşağı ve en ağıridir. Kurşun, açık havada koyu renkli koruyucu bir oksit tabakası, bazen de yeşil bir pas oluşturur. Mısırlılar bu metali, İ.Ö. 3000 yıllarında bulmuşlardı; ama kurşunu ilk kez Romalılar, temiz ve pis su tesisatlarında kullanmışlardır. Kurşunun yumuşaklığı ve çekilebilirliği, yük taşıyıcı madde olarak kullanılamamasına neden olur. Kurşunun,  $150 \text{ kg/cm}^2$ ’lik bir akma gerilmesi vardır (yumuşak çeliğin akma gerilmesi,  $6000 \text{ kg/cm}^2$ ’dir). Öte yandan, kurşunun kolayca işlenebilmesi, kimyasal aşınmaya karşı direncini yararlı kılan uygulamalarda, bu metale büyük üstünlük sağlar [3]. Kurşun, insan metabolizması ve ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal özelliğini taşımaktadır. İnsan vücudundaki kurşun miktarı ortalama olarak 125-200 mg civarındadır. Kana karışan kurşun kemiklere ve diğer organlara yayılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarının bozulmasına sebep olur [4].

Cd metali (atom numarası 48, atom ağırlığı 112,41) periyodik çizelgenin II B grubunda yer alır. 1817’de Fridrich Strohmeyer tarafından bulundu. Yumuşak, beyaz, parlak bir metaldir. Bıçakla çizilebilecek kadar yumuşaktır. Spesifik ısısı 0,555 olup, +2 değerli bir iyondur. Çok kolay tel ve levha haline getirilebilir ve kaynaklanabilir. Çinkoya göre daha yumuşak ve yoğundur. Elektrik arkında, su altında dağıtılırsa, sulu kolloidal bir çözeltisi elde edilir. Bunun koyu esmer renkteki hidrosolü havasız yerde oldukça sabittir. Buharı tek atomlu olup koyu sarı renktedir. Kuru havada bozulmadan kalabilmekte, nemli ortamda ise oksitlenmektedir. Havada kuvvetlice ısıtılırsa kırmızı bir alevle yanar ve koyu bir kadmiyum oksit dumanıyla kadmiyum peroksit (CdO) oluşur. Yanma ısısı 654,2 kalori/gr’dır. Halojenler sıcakta kadmiyum ile birleşirler, fakat benzer koşullarda kadmiyum hidrojen ve azotla birleşemez [5]. Kadmiyumun suda çözünürlüğü yüksektir. Bu nedenle bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır. Normal olarak insan vücudunda 40 mg kadar kadmiyum bulunabilmektedir. Kadmiyum ve bileşikleri genellikle böbrekler ve karaciğerde birikirler ve ilerleyen yaşlarla böbreklerdeki birikim yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kronik kadmiyum zehirlenmesinde ortaya çıkan en önemli etki akciğer ve prostat kanseridir. Kemik erimesi, kansızlık, diş dökülmesi ve koku duyusunun yitilmesi önemli etkilerindendir [6].

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Numune Hazırlama ve Depolama

0,2 g kuru madde 0,1 mg hassasiyetle teflon parçalama kabına tartıldı. 5 ml %0,1' lik HNO<sub>3</sub> bullu pipet yardımıyla ve 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bullu pipet ile parçalama kabına maddenin üzerine eklendi. Tartımı alınmış madde mikrodalga fırınında parçalandı (Tablo 1). Parçalanmış madde 20 ml' lik balon jöjelere alındı ve ultra saf su ile hacme tamamlandı [7,8].

Tablo 1. Mikrodalga parçalama programı

Power (W)	Basınç	Zaman (Dakika)	Sıcaklık (°C)	Bekleme Zamanı (Dakika)
1600	800 psi	30	190	10

### 2.2. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

Grafit fırını tekniği kullanılarak Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) Tayini yapıldı. Bu teknikte kalibrasyon eğrisinin çizimi ve analiz için otomatik örnekleyici PSD 120 kullanılmıştır. Hazırlanan kalibrasyon çözeltisi vialle yerleştirildi. Pb ve Cd tayini için AAS cihaz parametreleri şu şekildedir;

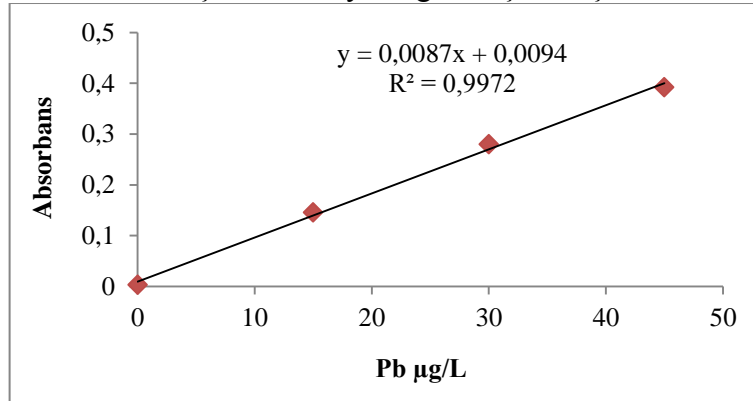
Tablo 2. Grafit fırın çalışma programı

Metal	Dalga Boyu (nm)	Parametre	Başlama	Kürlenme	Atomizasyon
Pb	283,3	Sıcaklık (°C)	400	600	2100
		Zaman (s)	3	1,5	1,1
Cd	228,8	Sıcaklık (°C)	85	350	2100
		Zaman (s)	5	2.2	0.9

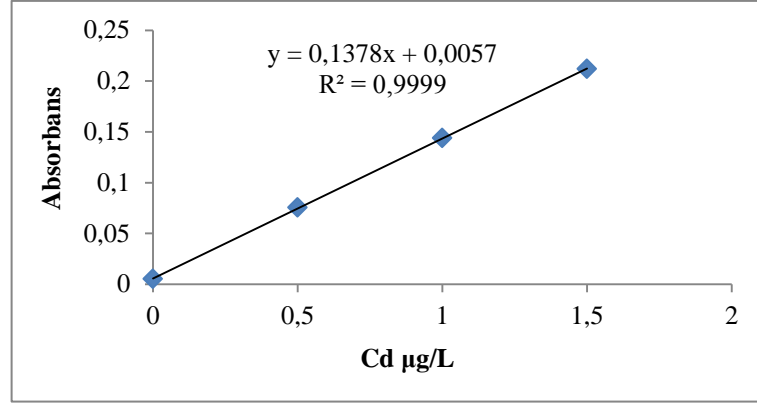
AAS' nin software' i kullanılarak hesaplama yapıldı. Çalışma %95 güven aralığındadır. Pb için SD=0,001 ve Cd için SD=0,001 olarak belirlendi.

## 3. Bulgular

Analizde öncelikle Pb ve Cd için kalibrasyon eğrileri çizilmiştir.



Şekil 1. 283,3 nm'de Pb analizi için kalibrasyon eğrisi



Şekil 2. 228,8 nm’de Cd analizi için kalibrasyon eğrisi

Ağır metal içerikleri araştırılmak üzere farklı marka ve renklerde 10 adet saç boyası ve 10 adet oje yerel marketten temin edilmiştir. Sonuçlar marka ve renklere göre değişiklik göstermiştir. Tablo 3 ve Tablo 4’ de elde edilen sonuçlar görülmektedir.

Tablo 3. Saç boyası örnekleri için Atomaik Absorpsiyon Spektrometresinde Pb ve Cd sonuçları

No	Saç Boyası	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)
1	Bakır Sarısı	2,610	0,002
2	Çikolata	5,040	0,344
3	Kumral Küllü	4,390	0,618
4	Yoğun Sarı	3,502	0,516
5	Açık Kumral	3,952	0,857
6	Koyu Kahve	8,560	1,023
7	Karamel	6,945	0,754
8	Kızıl	2,553	0,726
9	Açık Sarı	3,260	0,525
10	Sıcak Kahve	5,154	0,872

Tablo 4. Oje örnekleri için Atomik Absorpsiyon spektrometresinde Pb ve Cd sonuçları

No	Oje	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)
1	Siyah	517,40	0,12
2	Bordo	329,88	53,67
3	Koyu Pembe	389,90	52,10
4	Açık Pembe	183,12	110,15
5	Yeşil	19,43	3,53
6	Sedef	29,17	9,38
7	Kırmızı	15,59	3,70
8	Kahverengi	25,61	1,48
9	Lacivert	24,16	0,98
10	Mor	28,77	1,93

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Avrupa Birliği'ne üye devletlerde uygulanan piyasa içi gözetim sistemleri kapsamında, ilgili otoriteler, kozmetik ürünlerin satıldığı büyük mağaza, süpermarket ve küçük dükkanları ziyaret ederek, ürünlerin, Kozmetik Ürünler Yönetmeliği'ne uygunluğunu denetlemektedir. Türkiye' de ise kozmetik ürünlerin piyasa gözetim ve denetimi ile yetkili ve sorumlu kurum, Sağlık Bakanlığı'na bağlı İlaç ve Eczacılık Genel Müdürlüğü Kozmetikler Şubesi'dir. Kurum, Avrupa Birliği Kozmetik Ürünler Yönetmeliği'ne paralel olarak hazırlanan Kozmetik Yönetmeliği'ne uygun denetimler ve analizler yapmaktadır.

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılmaktadır. Bazı metallerin yaşamsal olarak tanımlanan organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gerekir. Ayrıca bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı bunların düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları da elzemdir. Örneğin bakır; hayvanlarda ve insanlarda, kırmızı kan hücrelerinin, birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük derişimlerde dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Bu gruba örnek kükürtlü enzimlere bağlanan civadır. Kurşun ve kadmiyumda grubun dikkat edilmesi gereken önemli üyelerindedir. Dünya Sağlık Örgütü sınıflandırmasına göre kurşun 2. sınıf kansorejen gruptadır. Kurşun en fazla kemik ve saçlarda, daha az olmakla birlikte aortta, karaciğer ve böbreklerde çok daha az miktarda da kalp ve beyin gibi çeşitli organlarda birikim yapmaktadır. Kurşunun vücutta absorpsiyonu normalde % 5 gibi düşük bir oran olsa dahi kalsiyum ve demir gibi gerekli birçok mineralin vücut tarafından emilimini azaltmaktadır. Kana karışan kurşun buradan kemiklere ve diğer dokulara gitmekte ya da dışkı ve böbrekler yoluyla vücuttan atılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olmaktadır. Kurşun bir tür nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olabilmektedir. Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda kurşun miktarı arttıkça IQ seviyesinin düştüğü tespit edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü sınıflandırmasına göre kadmiyum 1. sınıf kansorejen gruptadır. Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Kadmiyum vücutta %20 gibi bir oranla çok iyi absorbe edilemiyor olsa bile, bu diğer birçok metale kıyasla oldukça yüksek bir orandır. Kadmiyum ve bileşikleri genellikle böbrekler ve karaciğerde birikirler ve ilerleyen yaşlarda böbreklerdeki birikim yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kısa süreli olarak 0,05 mg/kg kadmiyum alınımı mide rahatsızlıklarına neden olurken, uzun süreli (>14 gün) 0,0056 mg/kg/gün dozu böbrek ve kemiklerde önemli problemlere neden olmaktadır. Yapılan bu çalışmada incelenen saç boyaları ve ojelerin tamamında Dünya Sağlık Örgütü tarafından 1. ve 2. sınıf kanserojen olarak açıklanan kadmiyum ve kurşun metalleri tespit edilmiştir. İnsan sağlığı üzerindeki toksik etkileri çalışmalarla desteklenen ve yasaklı maddeler listesinde olan bu metallerin kozmetiklerde kullanıldığı da deneysel olarak kanıtlanmıştır. Kurşun için, 24 ağustos 2012 tarihinde resmi olarak kabul edilen Kozmetik Yönetmeliği'nde, sadece saç boyalarına dair %0,6 oranında kullanım izni bulunmaktadır. Kadmiyum için ise herhangi bir kozmetik üründe kullanımına dair kullanım izni bulunmamaktadır. Dolayısıyla incelediğimiz saç boyaları ve ojelerdeki bazı kurşun ve kadmiyum miktarları kullanım izni sınırları dışındadır.

Bazı ülkelerde de kozmetik ürünlerde ağır metal kullanım sınırları tespit edilmiş ve yayınlanmıştır. Kore Cumhuriyetinde resmi analiz protokollerine göre kontrolü yapılan bazı kozmetiklerdeki kurşun sınırı,  $\leq 20$  mg/kg' dır. Çin Halk Cumhuriyeti 2002 standartları, AB' de olmayan kozmetiklerle ilgili gereklilikleri de standartlara bağlamıştır. Bu yeni standartlar kozmetiklerdeki değişik ağır metallerin müsaade edilen miktarları ile ilgilidir. Buna göre, kurşun için belirlenen sınır 40 mg/kg (saç boyalarında kullanılan kurşun asetat hariç)' dir. Tayvan, Japon düzenlemelerinden etkilenmiş olan bir ülkedir. Tayvan' da ağır metallerin düzenlenen miktarları kadmiyum için 20 mg/kg ve kurşun için 20 mg/kg (sabit olarak 5 mg/kg) şeklindedir [9]. İnsan sağlığı açısından risk taşıdığı veya direkt olarak toksik etki gösterdiği kanıtlanmış olan kimyasalların kozmetik ürünlerden çıkartılması gerekmektedir. Ve tür kimyasalların yerine insan sağlığına negatif etki göstermeyecek formülasyonların geliştirilmesinde en önemli görevlerden biri kimyagerlere düşmektedir. Bu amaçla kimyagerlerin kozmetik kimyası alanındaki çalışmaları yoğun bir şekilde devam etmektedir.

## 5. Teşekkür

Çalışma boyunca yaptıkları yardımlardan dolayı Yrd. Doç. Dr. Şeyda Kıvrak ve Yrd. Doç. Dr. İbrahim Kıvrak' a teşekkür ederiz.

## 6. Kaynaklar

- [1] Maes D.H., Marenus K.D., 1994. Main finished products: moisturizing and cleansing creams, pp. 77-88, In: Cosmetics Dermatology (Eds.: Baran R. & Maibach H.I.), Martin Dunitz Ltd., London.
- [2] Kapucu E., Kahveci H., Susam Ö., Çanta Y. İlaçların ve Kozmetik Ürünlerin Geliştirilme Süreçleri ve Doğa Üzerine Etkileri. Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.
- [3] <http://www.nuveforum.net/1225-elementler/62768-kursun-kursunun-ozellikleri-kullanimi> (08.05.14)
- [4] [www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136\\_4753.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf). (12.06.14)
- [5] <http://www.nkfu.com/kadmiyum-nedir-kadmiyum-elementinin-ozellikleri> (01.06.14)
- [6] Yağmur B., Hakerlerler H. ve Kılınç R., 2003. Gübreler ve İnsan Sağlığı, *Çiftçi Dergisi*, Sayı: 2.
- [7] TS EN 14084, Gıdalar, Eser Elementlerin Tayini, Mikrodalga ile Parçalamadan sonra Kurşun(Pb), Kadmiyum (Cd), Çinko (Zn), Bakır (Cu) ve Demirin (Fe) Atomik Absorpsiyon Spektrometri (AAS) ile Tayini (Nisan 2007)
- [8] TS EN 13804, Gıdalar, Eser Elementlerin Tayini, Performans Ölçütleri, Genel Hususlar ve Numune Hazırlama (Mart 2004)
- [9] Salvador A., Chisvert A., 2012. Analysis of Cosmetic Products, USA, p. 487.

*Tolga Göktürk e-mail: [tolgagokturk@posta.mu.edu.tr](mailto:tolgagokturk@posta.mu.edu.tr)*

*Onur Akçay e-mail: [onur34akcay@hotmail.com](mailto:onur34akcay@hotmail.com)*