



TÜBİTAK – BİDEB

**LİSE ÖĞRETMENLERİ-FİZİK, KİMYA, BİYOLOJİ, MATEMATİK- PROJE
DANIŞMANLIĞI EĞİTİMİ ÇALIŞTAYI**

(LİSE-3 [ÇALIŞTAY 2013])

KİMYA PROJE ÖNERİSİ

GRUP GECEKUŞU

PROJE ADI

**Elektronik Atıklarda Bulunan Değerli Metallerin
Meşe (*Quercus Cerris*) Palamudu Kadehleri
Kullanarak Geri Kazanımı.**

PROJE EKİBİ

Ahmet Arslantürk

Mustafa Can

PROJE DANIŞMANLARI

Doç. Dr. Faruk YILMAZ

Doç. Dr. Osman DAYAN

ÇANAKKALE

02 – 10 ŞUBAT 2013

PROJENİN AMACI:

Bu projenin amacı;

- 1) Yakın çevremizde bulunan Meşe Palamudu Kadehlerinin indirgeyici özelliğinden yararlanarak elektronik atık devrelerde bulunan değerli metallerin geri kazanılması,
- 2) Dünya çapında büyük oranda ortaya çıkan elektronik atıkların geri dönüşümü için alternatif bir yöntem oluşturmak.

1. GİRİŞ

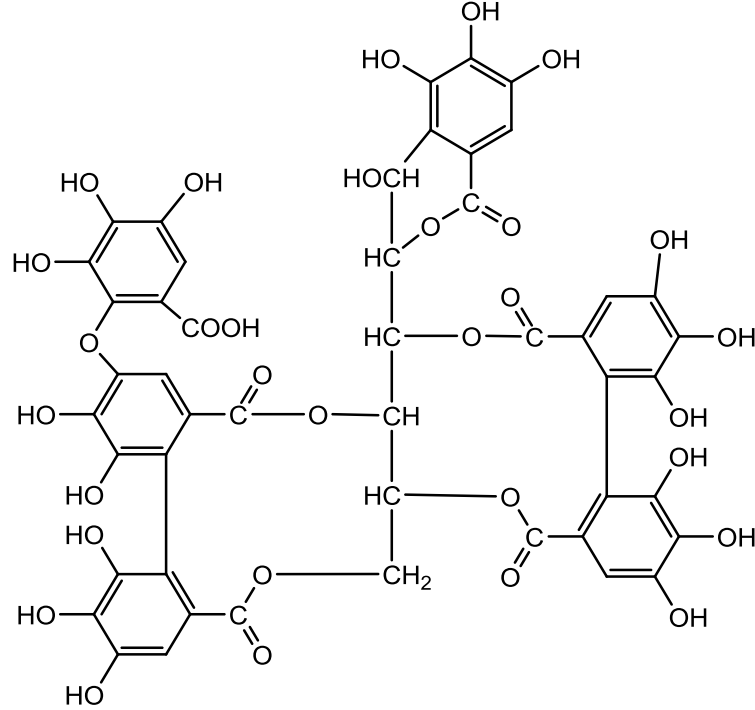
Elektronik atıklar (e-atıklar) elektronik ve elektrik devrelerin kullanılmayan atıklarına genel olarak verilen addır. Gelişmekte olan ülkelerde bu tür atıklar ciddi sağlık ve kirlenme sorunları ortaya çıkarmaktadır. İlginç bir şekilde bu atıkların ayrıştırılması da bu ülkelerde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca elektronik atıklarda değerli metallerin bulunması ekonomik açıdan bu atıkları önemli kılmakla birlikte, konsantrasyonların düşük olması ve çok karmaşık kompozisyonda bulunması bu atıkların geri kazanımını zorlaştırmaktadır [1]. Cevherden değerli metallerin üretimi zorlaştığından elektronik hurdaların geri dönüşümü ayrıca önemli hale gelmiştir.

Genel olarak elektronik hurdalar % 30 plastik, % 30 refrakter oksitler ve % 40 metal den meydana gelmektedir. Toplam hurdanın % 40'ını oluşturan ana metaller, % 20 demir, % 8 kalay, % 4 nikel, % 2 kurşun, % 2 alüminyum, % 2 çinko, % 1 altın, % 0,2 gümüş, % 0,05 paladyumdur [2].

Geçmiş 20 yıllık süreçte, elektronik parçalardan hidrometalurjik teknikler kullanılarak değerli metal geri kazanımı konusunda birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. İkincil kaynaklardan metallerin geri kazanımı, cevherlerden metal eldesi işlemlerine göre önemli oranda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Metaller için enerji tasarrufu % 60-95 aralığında değişmektedir. Bu nedenle, elektronik atıklardan metallerin geri kazanım sürecinin, doğal kaynakların korunmasına katkı sağlarken bu işlemi daha az enerji sarfiyatı ile gerçekleştirmesi beklenmektedir. Buna rağmen, elektronik atıkların kompleks ve heterojen yapısının bazı atık türlerinin ekonomik olarak geri kazanılmasını zorlaştırdığı belirtilmektedir [3].

Taninler veya polifenolik bileşikler yüksek bitkilerde sekonder metabolizma ürünleridir. Nerdeyse her bitkide bulunmasına rağmen bitkilerin bazı bölgelerinde daha yoğun miktarda tanin içeriği bulunmaktadır. Ülkemizde tanin üretiminde kullanılan bitki türlerimiz palamut meşesi (*Quercus ithaburensis subsp. macrolepis*), mazi meşesi (*Quercus infectoria oliv.*) ağaçlarıdır. Bu ağaçlar Ege bölgesinde yaygın olarak bulunmaktadır. Sakallı meşede (*Quercus cerris*) ve Anadolu palamut meşesi (*Quercus macrolepis*) bulunan meşe palamutu (valonea) kadehlerinin asetondaki ekstraksiyonu sonucunda valonia tanini elde edilir. Çok eski çağlardan beri daha çok deri tabaklamada kullanılmaktadır. Taninler polihidroksi fenolik bileşikler olarak sınıflandırılabilir. Şekil 1'de taninlerin tipik moleküler yapısı görülmektedir. Bu maddelerin en önemli

özelliği hafif indirgeyici şartlarda hızlı kendi kendine yükseltgeyerek kinon yapısının oluşturabilmesidir ve bu esnada da ortama 2 proton ve 2 elektron verilmektedir. Bu esnada da ortamdaki değerli metaller, özellikle de altın indirgenmektedir [4].



Şekil 1. Taninlerin molekül yapısı [5].

Bu işlemleri gerçekleştirmek için otel bahçesindeki ve yakın çevremizdeki meşe ağaçlarının altlarından toplanan meşe palamudu kadehleri daha sonra kurutma işlemine tabi tutuldu (Şekil 2). TS 1016 standardına göre bu kadehlerin tırnaklarında minimum % 42 oranında tanin bulunmaktadır [6].



Şekil 2: Meşe Palamudu Ağacı ve kadehleri

Bu projenin konusu yüksek bitkilerde bulunan polifenoller ile elektronik atıklardan değerli metal geri kazanımı çalışmasıdır. Motivasyonu ise e-atıkların geri kazanımında ucuz, doğal malzemeler kullanılan ve daha az kimyasal harcandığı yöntemin geliştirilmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller

- Meşe Palamudu Kadehleri
- 5 kg Telefon, bilgisayar anakartı, ekran kartı vb. yüksek profilli e-atıklar
- 0,5 g AgNO_3
- HCl , 250 ml
- HNO_3 , 250 ml
- 3 adet 250 ml ve 500 ml erlen mayer
- Huni
- Elektronik devreleri kesmek için metal makası
- 4 adet 250 ml beher
- Isıtıcıli manyetik karıştırıcı
- Balık (manyetik karıştırıcı için)
- 20ml Pipet 4 adet
- 2 adet puar
- Porselen havan
- 100g katı NaOH
- Saf su
- Nuçe Erleni
- Termometre
- pH metre
- Metil sarısı
- Bromtimol mavisi

2.2. Değerli Metallerin Çözünmesi

E-atıkların değerli metallerce zengin olan bölgeleri RAM, metal kontaklar ve CPU soketi devre plakasından ayrılır ve tartılır. Şekil 3’de e-atıklardan kesilmiş değerli metallerce zengin kısımlar görülmektedir.



Şekil 3: E-atıklardan kesilmiş değerli metallerce zengin kısımlar.

Çözeltiye değerli metallerin alınması için kral suyu çözeltisi hazırlanır. Kral suyunun sıcaklığı 80 °C ısıtılır. Elektronik atıklardan elde edilen malzemeler çözelti ile 30 dakika kadar muamele edilir [7].

Çözünmüş olan yapıştırıcı ve diğer yonga öğelerinin geri çöktürmek için pH 4 dolaylarına kadar düşürülür. Daha sonra yeşil çözelti nuçe erleninde süzme işlemi gerçekleştirilir. Şekil 4 te çözelti gösterilmiştir.

2.3. Taninlerle İndirgenme İşlemi

Yeşil süzüntü çözelti, 500 ml’lik erlene alınır. Şekil 4’de sözü edilen çözelti görülmektedir.



Şekil 4: pH 4 te elde edilen yeşil çözelti.

Havanda dövülmüş, kurutulmuş meşe palamudu kadehleri ile manyetik karıştırıcı ile 80 °C 'de karıştırılır. Şekil 5'de kurutulmuş tırnaklar görülmektedir. 30 dakika süre ile karıştırma gerçekleştirilir. Parlak altın sarısı koloidal tanecikler oluşmaya başlar.

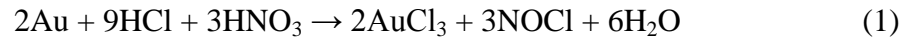


Şekil 5: Meşe Palamudu kadehleri tırnakları

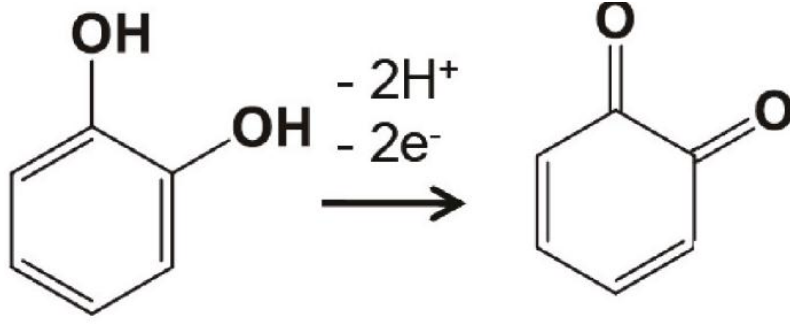
Koloidal çözelti süzülendiğinde eser miktarda altın süzgeç kâğıdında kalır. Süzüntü çözelti NaOH çözeltisi ile pH 7'ye getirildi. Asidik ortamda çok iyi çözünen Ag^+ iyonları, nötral ortamda $AgCl$ şeklinde çöktürülür.

3. BULGULAR

Çözünme işlemi sırasında 23, 40 ve 80 °C' erde ön denemelerle çözünme denemeleri yapıldı. En iyi çözünmenin 80 °C' de gerçekleştiği gözlemlendi. Bu sebeple kral suyu ile muamele sıcaklığında 80 °C kullanıldı. 16 g metalce zengin e-atık tartıldı. Kral suyu ile muamelesinden sonra, 6,55 g metalin çözüldüğü ölçüldü. Kral suyunda altının çözünmesi aşağıdaki gibidir.

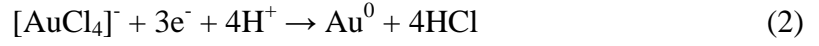


Diğer metallerin de benzer klorlu çözeltileri oluşmaktadır. Asidik ortamda taninde bulunan polifenolik bölgelerdeki kateşol bölgeleri yine karalı bir yapı olan kinona dönüşür. Bu rezonans halinde meydana gelir. İki form da kararlıdır. Bu sebeple Altın (+3) iyonları ile kinon bölgeleri etkileşime girerek elektron alır. Şekil 6'da bu rezonans görülmektedir.

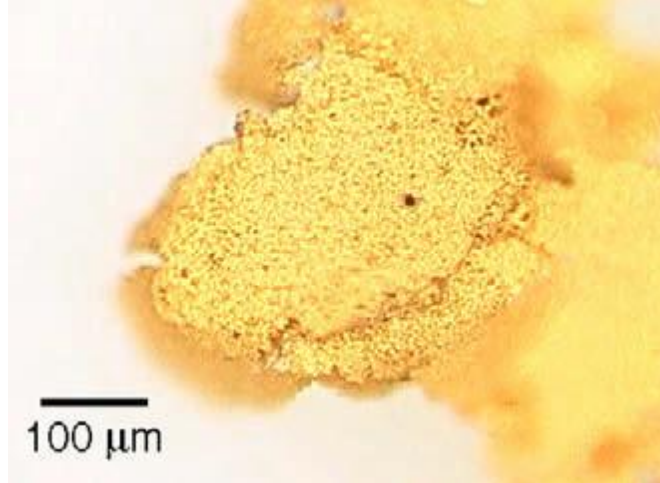


Şekil 6. Model olarak kateşolden kinon oluşumu tepkimesi.

Tanin molekülü ile altın iyonları arasında gerçekleşen çözelti ortamındaki redox tepkimesinde altının indirgenmesi (2) tepkimesindeki gibi gerçekleşir.



Değerli metaller arasında tanin ile metalik hale indirgenme tepkimesi altın ile çok yüksek miktarlardadır [1]. Bunun sebebi ise altının redox potansiyeli ile taninin redoks potansiyelinden yüksek olmasından kaynaklanmaktadır [8]. Platin, paladyum ve gümüşün ise buna yakın derecededir. Hamamoto ve arkadaşları [8] nın gerçekleştirdikleri çalışmada, üretilen mikro altın metalleri Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 7: İndirgenme sonucu oluşan altın metalinin mikrofotografı.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada yakın çevremizde yaygın olarak bulunan meşe ağaçlarının tanince zengin bölgelerini kullanarak e-atıklardan değerli metalleri elde edilebileceği gözlemlendi. Geri kazanılan değerli metallerin miktarının düşük olması sebebiyle mikroskopik fotoğraflarının çekilmesi, ya da SEM görüntüsü veya XRD deseni ile metalik altının varlığının belirlenmesinin yararlı olacağı sonucuna varıldı. Bu şekilde uygulanan yöntemin bir diğer önemli yanı da kimyasal sarfiyatının düşük olması ve herhangi bir kimyasal işlemden geçirilmeden doğal bir ürün olan meşe palamudu kadehlerinin tırnaklarının kullanılabilenidir.

TEŞEKKÜR

Çalıştay koordinatörü: Prof. Dr. Mehmet AY' a sunuları ve çalışmalarıyla bizleri aydınlatan danışmanlarımız: Doç. Dr. Faruk YILMAZ, Doç. Dr. Osman DAYAN, Teknisyen Tuğba GÜNGÖR'e, Yüksek lisans öğrencisi Selin DEMİRMEN'e, lisans öğrencisi Nilay TEZEL'e çalıştay süresince ilk günden raporların yazım aşamasına kadar bize destek olan tüm çalıştay ekibine, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'ne ve maddi katkılarından dolayı Tübitak'a teşekkür ederiz...

Kaynakça

- [1] (2013). http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_waste adresinden alınmıştır
- [2] Eskici, M. (2006). *Elektronik hurda ve baskı devrelerinden metal geri kazanımına yönelik ön işlemler ve proses optimizasyonu*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi .
- [3] Bertram, M., Graedel, T., Rechberger, H., & Spatarı, S. (2002). The contemporary European copper cycle: waste management subsystem. *Ecological Economics* , 22 (1-2), s. 43–57.
- [4] Yuhan Lee, T. G. (2011). Facile Fabrication of Branched Gold Nanoparticles by Reductive Hydroxyphenol Derivatives. *Langmuir* , 27, s. 2965–2971.
- [5] Shi, B., He, Q., Yao, K., Huang, W., & Li, Q. (2005). Production of ellagic acid from degradation of valonea tannins by *Aspergillus niger* and *Candida utilis*. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* , 80 (1154-1159).
- [6] Türk Standartları. (1975). *Palamut ve Palamut Tırnakları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- [7] Sheng, P. P., & Etsell, T. H. (2007). Recovery of gold from computer circuit board scrap using aqua regia. *Waste Management & Research* , 25, s. 380.

[8] Hamamoto, K., Kawakita, H., Ohto, K., & Inoue, K. (2009). Polymerization of phenol derivatives by the reduction of gold ions to gold metal. *Reactive & Functional Polymers* , 69, s. 694–697.

GRUP ÜYELERİNİN ÖZGEÇMİŞLERİ

Ahmet ARSLANTÜRK (Halit Narin Teknik ve E.M.L. Çerkezköy / Tekirdağ)

1973 Erzurum doğumlu. İlk ve ortaokulu Erzurum'da tamamladı. Liseyi Ordu'nun Ünye ilçesinde üniversiteyi Ankara'da okuduktan sonra 2001 yılının Ocak ayında Muğla Üniversitesi Kimya Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2004'de evlendi ve Üniversitedeki görevinden ayrılarak Ankara'ya yerleşti. Özel sektörde mühendis ve eğitimci olarak bir süre görev yaptıktan sonra 2010 yılında M.E.B öğretmen olarak atandı. Halen Çerkezköy Halit Narin Teknik ve E.M.L. de görevini sürdürmektedir.

Mustafa CAN (Ümit Erdal Teknik ve E.M.L. Sakarya)

1977 Bolu Gerede doğumlu. İlk, ortaokul ve liseyi Sakarya'da tamamladı. Üniversiteyi Sakarya Üniversitesinde okuduktan sonra yüksek lisansını 2002 yılında tamamladı. Aynı senenin sonunda Milli Eğitim Bakanlığında Sınıf Öğretmeni olarak çalışmaya başladı. 2010 yılında doktora eğitimini tamamladı. Evlidir halen M.E.B.'da Kimya/Kimya Teknolojisi öğretmeni olarak görev yapmaktadır.