

# PETROLDEN PROTEİN



*Hidrokarbonlar üzerinde belirli mikro-organizmalar büyümeğe çalışırlar. Ve bunlar büyüme süresi içinde, bitkisel gıdalarda bulunmayan amino-asitler bakımından zengin proteinler husule getirirler. Petrolden elde edilecek protein dünyanın beslenme problemine belki de yeni bir çözüm getirecektir.*

Çeviren: Sönmez TANER

Başlığa bakıp da bunun bir hayal mahsulü olduğunu sanmayın. Halen Fransada bu yolda bir pilot proje uygulanmakta. Ve başlıca petrol hidro - karbonlarının teşkil ettiği diyetler üzerinde mikro-organizmalar üretilerek önemli miktarda yüksek değerli protein elde edilmektedir. Bu başarı, ilerde petrolün gittikçe artan dünya nüfusunun beslenmesinde yeni bir kaynak teşkil edeceği inancını desteklemektedir.

Gıda problemini çözmek için niçin petrole başvurmalı? Aslında, dünyanın petrol kaynağı zaten sınırlı ve de sadece yakıt olarak kullanıldığı takdirde bile çok geçmeden tükenecek. Petrolden gıda elde etme yollarını düşünmeden önce böyle bir programın mantıklı esaslarını inceleyerek, bunun bu kadar emeğe değip değmeyeceğini görelim.

Baştan şunu belirtelim ki, dünya gıda probleminin esasını protein meselesi teşkil etmekte. Halen, dünya nüfusunun hemen yarısı büyümeyi ve gelişmeyi geciktiren dengesiz bir gıda rejimiyle beslenmektedir. Gıdalarında başlıca eksik olan madde hayvansal proteindir; bunların başlıca gıdalarını hububat ve patates cinsinden şeyler teşkil etmektedir; bu tip gıdalar ise yeterli kaloriyi sağlamakla birlikte, bunların protein değeri düşüktür ve sadece hayvansal proteinlerde mevcut olan belirli amino asitlerden yoksundur. Avrupa ve Kuzey Ameri-

ka halkları, elverişli bir iklim ve gelişmiş hayvancılık endüstrisi sonucu, daha çok et ve balığa dayanan iyi bir gıda ile beslenen şanslı uluslardır. Oysa dünyanın tropikal bölgelerinin sakinleri için durum aynı değil. Geri kalmış ülkelerde nüfus da bir yandan hızla arttığından, bu ülkelerin gıda yetersizlikleri, özellikle protein eksikliği de gittikçe artmaktadır. Protein yetersizliğinin sebep olduğu «Kwashior» denilen bir hastalık bu ülkelerin çocukları arasında yaygın hale gelmiştir. Denebilir ki, geri kalmış ülkeleri geri bıraktıran başlıca etkenlerden biri de bu protein yetersizliğidir.

2000 yılında, bugünkü 3 milyarlık dünya nüfusunun iki misli artarak altı milyara ulaşacağı sanılmaktadır. Bu takdirde, protein sorunu da dünya çapında hissedilmeğe başlayacak. 1958 de dünyanın toplam hayvansal protein üretimi 20 milyon ton idi, ve bunun 14 milyon tonu sadece gelişmiş ülkelerin bir milyardan daha az nüfusu tarafından tüketilmiş, geriye kalan altı milyon ton ise geri kalmış ülkelerin iki milyarlık halkı tarafından tüketilmişti. 2000 yılında, 6.3 milyar olması beklenen dünya nüfusunu yeterince besleyebilmek için, yüksek değerli protein üretiminin üç misli artırılarak, yılda en az 60 milyon tona yükseltilmesi gerekmektedir.

Bu nasıl yapılacak? İngiliz iktisat uzmanı Golin G. Clark dünyanın bütün eki-

lebilir topraklarının yoğun bir tarım sistemi ile işlenmesi ile ancak 10 milyar insanın yeterince beslenebileceğini ileri sürmekte. Böyle bir program ise büyük çabalar, yatırımlar ve yeterince siyasi disiplin gerektirir ki, bunun kısa sürede gerçekleşeceğini ummak hayal olur.

Şimdi mevcut geleneksel protein kaynaklarımızı inceleyelim. Başlıca kaynağımızı bitkisel gıdalar teşkil eder. Bitkiler havadaki karbon dioksit karbonunu kullanarak organik maddeler husule getirirler. Protein de bunlardan biri. Geviş getirmeyen memelilerden, örneğin, insanlar, hububat ve belirli kökleri yiyecek proteinini doğrudan doğruya bitkilerden alırlar. Ancak, bitkisel proteinlerin en iyisi bile belirli amino asitlerden yoksundur. Örneğin, buğdaygillerde genel olarak «Iysine» denilen amino asit yoktur ve «methione ve «tryptophan» ise çok az miktarda bulunmaktadır. Bitkisel proteinlerin insan beslenmesinde hayvansal proteinlere göre daha değersiz olmasının nedeni amino asit eksikliğidir. İnsan vücudunun ihtiyacı olan 20-birimlik amino asiden 11 ini insanlar gıdalarından almak zorundadır, çünkü vücut bunları sentezle elde edemez. Gerekli amino asitleri ihtiva eden proteinlere sahip bazı bitkisel yiyecekler de vardır; örneğin, soya fasulyesi, nohut ve bazı bitkilerin yağlı tohumlarından yapılan yemler gibi.

Aldığı bitkisel gıdaları barsak bakterilerinin yardımıyla amino asitler bakımından zengin proteine çeviren geviş ketiren hayvanlar insanların halen başlıca düzenli gıda kaynağıdır. Ancak, insan nüfusu arttıkça, hayvancılığın pahalı bir gıda üretim yolu olduğu anlaşılmaktadır. Hayvansal ürünlerin üretimi bitkisel ürünlerin üretiminden daha zor ve pahalıdır. Bir tek sığır eti kalorisini elde etmek için yedi tane bitkisel karbonhidrat kalorisine gerekmede. Daha elverişli olan tavukçuluk üretiminde ise, 3,5 kalorisilik yem verilerek ancak bir kalorisilik tavuk proteinini elde edilebilmektedir. Tropikal bölgelerde hayvansal protein üretimi problemi ise, tropikal böcekler ve hastalıklar yüzünden, daha da zordur. Elve-

rişli bir iklim ortamında, en iyi durumda bile, gerekecek emek, makina ve gübre yatırımı, ayrıca meçhul hava şartları, toprak ve su kaynaklarında meydana gelecek değişiklikler gözönünde tutulursa tarım yoluyla protein üretimi oldukça pahalıya malolmaktadır.

Protein kaynağımızı okyanuslar yoluyla artırma düşüncesi de yine benzeri problemler ortaya koymaktadır. Soğuk denizlerde balıkçılık alanları daha iyi değerlendirilebilir, ancak şunu unutmamak gerekir ki, balık kaynağı da sınırsız değildir. İlk tropik denizlerinde, fosfor, azot ve planktonlar daha az bulunduğundan balık kaynağı da fazla değildir. Bazı bilim yazarları, protein bakımından zengin olan okyanus planktonlarının insan gıdası olarak kullanılmasını önermişlerdir; ancak denizlerde plankton azalınca balıklar da azalır. Tatlı su göllerinde ve havuzlarda, toprağın suni gübre ile zenginleştirilmesi gibi, belirli bir gıda rejimi ile balık üretimi yapılması tropiklerde protein elde etme için iyi bir metod gibi görünüyor, ancak bu yol da, bu bölgelerin artan nüfusu karşısında protein açığını kapatmaktan çok uzaktır.

Uzun sürede, insanlık yeryüzündeki bütün toprak ve su kaynaklarını en etkili şekilde değerlendirmek zorundadır. Ancak bu sayede, kendisine gittikçe artan



«Hey.. Kâfi derecede tahlil ettin artık!..»

bir gıda kaynağı sağlamış olacaktır. Ancak, insanlığın böyle dünya çapında çok yönlü bir kontrol sağlayabilmesi için büyük çapta teknolojik ilerlemeye ve sosyal düzeyde değişimlere ihtiyaç vardır ki bu da büyük bir zaman meselesidir. Bu arada yakın gelecek konusunda, örneğin önümüzdeki 30 yıl içinde ne yapılabilir? Bu süre içinde, dünya nüfusunun iki misli artacağı beklenmektedir. İnsan nesli protein kaynağını arttıracak bazı süratli yollar bulmak zorunda. İşte protein sağlamak için petrole yönelmenin önemli ve yeterli nedeni de bu mülâhazalardır. Petrol, insanlığın sahip olduğu en büyük ve değerli organik madde deposudur.

Karbon ihtiva eden bileşimlerden mikro - organizmalar vasıtasıyla protein üretimi, şüphesiz, yeni bir fikir değil. Yıllardır, hayvan gıdaları, hattâ insan gıdaları için maya üretilmesi, küçük çapta da olsa, uygulanan bir metoddur. Maya mantarları karbonhidrotlar üzerinde (özellikle şeker pekmezi) üretilerek hayvansal proteinlere eşdeğerde vitaminler ve proteinler elde edilmektedir. Bu şekilde protein üretimi metodunun bazı cazip yönleri var. Organizmalar çok çabuk büyümekte, ağırlıkları her beş saatte iki misli artmaktadır, bu da çiftlik hayvanlarının protein üretiminden binlerce kat hızlıdır. Mikro - organizmalar toprak, güneş ışığı yağmur veya insan emeği gerekmezsiniz, havuzlar içinde üretilmekte. Mantarların ayrıca özel ve önemli bir avantajı daha var; bunlar bitkisel gıdalara dahil olduklarından, bunların eti (yani proteini) dünyanın bazı bölgelerinde dinsel veya töresel tabularla yasaklanmış değil.

Burada bir soru ortaya çıkıyor : Karbonhidratlar yerine, acaba hidrokarbonlar mikro - organizmaların büyümesinde başlıca araç olarak hizmet görebilirler mi? Küfün petrol üzerinde genel olarak oluştuğu uzun süredir bilinmekte. Benzin tankerlerinin dibinde, rafineri teçhizatında, petrollü topraklarda ve hattâ yolların katranlı satırları altında bu petrol küflerine rastlanmaktadır.

1952 de, bir Alman Biologu Felix Juts, laboratuvarında parafinik aileden gelen saf

hidrokarbonlar üzerinde maya üretmeyi başardığını bildirmiştir.

İşte, Fransada, Lavera'daki bir grup araştırmacıyı petrolden protein elde etme denemelerine yönelten de bu rapor olmuştur. Mali desteği British Petroleum Firmasından, temel mikrobiyoloji sorunları konusundaki uzman yardımını da Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezinden sağlayan grup, petrollü maddeler üzerinde büyük ölçüde maya üretimi için gerekli tekniklerin (metodların) araştırılmasına girişmiştir.

Önce işlemin temel mekaniklerine bir bakalım. Maya şekerden elde edilirken, mayalanmayı oluşturan karışım, genellikle, bir miktar su içinde karbonhidrat, eriyebilir mineral ve azot, fosfor ve potasyum ihtiva eden organik bileşimler ile az miktarda diğer bir takım belirli unsurlar ve büyüymeyi sağlayan vitaminlerden teşekkül etmektedir. Mayanın içine bir hava akımı üflenmekte, böylece içeriye oksijen verilerek mayalanma kabının içindeki malzemenin iyice karışması sağlanmaktadır. Maya hücrelerinin en yüksek derecede üreyebilmesi için ısı ve asit dereceleri de dikkâtle kontrol edilmektedir. Nihayet, hücreler santrifüj metoduyla veya kabdan süzülerek toplanmaktadır. Sonra hücreler yıkanıp kurtulmakta ve yüzde 50 protein ihtiva eden katı bir gıda stoku olarak ortaya çıkmaktadır. Buna sonradan tad eklenerek, çorbadan dondurmaya kadar çeşitli hazır yiyeceklerin yapılmasında temel malzeme olarak kullanılmakta.

Şeker yerine petrolden maya elde etmenin belirli güçlükleri var, şüphesiz. Bunlardan biri hidrokarbonların suda erimemesidir. Benzinli hidrokarbonlar sulu maddeyle ancak geçici olarak karışabilmekte ve benzin zerreciklerinin kap içinde iyi yayılmasını sağlamak için malzemenin kuvvetle karıştırılması gerekmektedir. Bunun laboratuvarında yapılması nisbeten kolay olmakla beraber, büyük çapta yapıldığında büyük güçlükler ortaya çıkmaktadır.

İkinci büyük güçlük daha fazla oksijen ihtiyacından doğmakta. Şeker molekülleri yüzde 50 nisbetinde oksijen ihtiva

etmekte, oysa hidrokarbon moleküllerinde hiç oksijen bulunmamaktadır. Sonuç olarak, hava üflenerek organizmalara verilecek oksijen miktarının şekerli malzemeye verilenden en aşağı üç kat fazla olması gerekmektedir. Üstelik, bu üç kat oksijen hücrelerin ısı oluşturmasını arttıracığından, karışımın ısını devamlı kontrol altında tutacak bir soğutma sistemine ihtiyaç hasil olmakta. Ancak, bütün bu mahzurlar (dezavantajlar) önemli bir avantajla dengelenmektedir. Hücrelerin ihtiyacı olan bütün oksijen hava ile verildiğinden, bu oksijenin karbon sağlayan (ikmal eden mayalanabilir) maddeyi tüketimi de buna mukabil daha az olmaktadır. Hidrokarbonlardan maya elde etme hızı, şekerden üretilen mayanın iki katıdır. Elverişli şartlar altında, bir kilo hidrokarbondan bir kilo maya elde edilmekte oysa bir kilo şekerden üretilen maya yarım kiloyu geçmemektedir.

Petrolde maya üretimi için yapılması gerekli uygulama çalışmaları yanı sıra, en uygun ham maddeler konusunda da araştırmalar yapıldı. Lavera Laboratuvarında, mikro - organizmaların Just'in kullandığı saf hidrokarbonlardan ziyade ham petrol fraksiyonları üzerinde yeterli derecede üretilip üretilmeyeceğini saptamak için çalışıldı. Bazı kokulu hidrokarbonların mikro - organizmaların büyümesine uygun olmadığı zaten biliniyordu; böylece çeşitli hidrokarbon türlerini (parafinler, izoparafinler, naftalin ve aromatikler gibi) ihtiva eden karışımlar denendi. Beklendiği gibi, en prodüktif (üretken) fraksiyonların gaz yağı (kerosene) ve diğer belirli yağları içine alan parafinler olduğu ortaya çıktı.

Mikro-organizmaların bu özel gıdası, protein yanında diğer önemli bir ayrışım daha husule getirmektedir. Parafinli petrolün içindeki mumla beslenen organizmalar böylece petrolü parafinden ayırmakta ve içindeki mumun giderilmesiyle daha seyyal hale gelen bu petrol dizel makinalarında ve konutların ısıtılmasında elverişli olan 2 no. lu yakıt benzini (mazot) olarak kullanılmaktadır. Bu ikincil ürün, 2 no. lu akaryakıt, benzinin faz-



## YENİ BULUŞLAR

İNGİLTERE'DE İRTİFA VE MESAFE TAYİN EDEN BİR EŞSİZ CİHAZ GELİŞTİRİLDİ — Merkezi İskogye'nin Glasgow şehrinde bulunan Charles Frank Ltd. Şirketi tarafından, Elektrik İdaresinin İhtiyaçlarını karşılamak üzere eşsiz bir irtifa ve mesafe ölçme cihazı geliştirmiş bulunmaktadır. Bu yeni cihaz mesafe ve haval hatların irtifası tayininde teodolit veya diğer indirekt usullerden istifade etmemektedir.

Portatif cihaz 5 m den 30 m yükseklik ve 6 m den 1000 m ye kadar mesafeleri rahatça tayin edebilmektedir.

laca kullanıldığı Avrupada özellikle önem taşımaktadır.

Organizmalar için en iyi gıdanın seçimi yanında, ayrıca bir de organizmaların kendilerinin seçimi meselesi var. Şarapçılık üretiminde olduğu gibi, bazı mayalar protein yapma bakımından diğerlerine göre daha iyidir. Her petrol için protein bakımından en iyi sonuçları verecek özel mikro - organizmalar olduğuna hiç şüphe yok. Organizma türleri, ürettikleri protein cinsleri bakımından da birbirinden ayrılırlar. Organizmaların seçimi ve genetik üretimiyle proteinin niteliğini de kontrol etmek mümkün olacak. Şimdiye kadar henüz birkaç tür organizma denendi, fakat protein elde etme imkânlarının çok geniş olduğu, hattâ tarım veya hayvancılık yoluyla elde edilen protein sahasından daha fazla olduğu bilinmektedir. Ayrıca, son 10 yıl içinde, mikro - organizmaların antibiotikler veya diğer ilaçlar üretme kabiliyeti de bu konuda neler yapılabileceğine örnek teşkil etmektedir.

Lavera Araştırma Merkezinde petrolde protein elde etme olanağı oldukça geniş çapta denenmekte ve çalışmalar ilerledikçe metodlar ve işlemler ısılah edil-

mektedir. Maya üretilecek karışım, şekerle hazırlanan karışımın aynı, sadece şeker yerine petrol kullanılmakta. Azot, nişadır tuzları şeklinde karışıma eklenmekte; fosfor ve potasyum ise genel gübre formüllerine göre sağlanmaktadır. Diğer küçük unsurlar (trace elements) ve büyümeyi sağlayan vitaminler (growth vitamins) de eklenerek mayanın olunacağı karışım hazırlanmaktadır. Bu karışımla beslenen organizmaların üreteceği protein yüzde 50'den fazladır.

Petrolün mayalanması (fermentasyonu) yoluyla elde edilen protein, doğal olarak sığır, tavukçuluk, balıkçılık veya bitkilerden veya yine suni olarak şekerin mayalanmasından elde edilen proteinden hiçbir bakımdan farklı değildir. Bunlar da B vitamini bakımından zengin ve amino asit dengesi iyi proteinlerdir; petrolden elde edilen proteinin, özellikle Iysine muhtevası yüksektir, bu bakımdan da Iysine'î az hububatgiller için faydalı bir tamamlayıcı olarak kullanılabilir. Fareler üzerinde yapılan denemelerde, yüzde 85-90 hazım kolaylığı olduğu bulunmuştur. Petrolden üretilen bu biyolojik maddenin herhangi bir şekilde diğer yollarla elde edilenlerden başka türlü, acalıp olduğuna dair herhangi bir kanıt yok. Mamefi, kaynağın alışılmamış (acalıp) olması nedeniyle, petrolden elde edilen proteinin besleyici değerini ve herhangi bir şekilde zehirleyici olup olmadığını saptamak amacıyla hayvanlar üzerinde uzun ve pahalıya malolan deneyler yapılmakta. Bu deneyler tamamlandı, bu şekilde üretilen proteinin ticari amaçlar için hazırlanan gıda mamullerine karıştırılarak elde edilecek maddelerin analize tabi tutulmak üzere uluslararası gıda örgütlerine sunulması planlanmaktadır.

Petrolden elde edilen mayalar kurutulup, temizlendikten sonra ortaya çıkan hülasa hiç kokusu veya tadı olmayan toz veya küçük pullar halinde bir madde. Et, balık maya veya soya fasulyesinden yapılan protein hülasaları gibi, petrolden elde edilen protein de çeşitli gıdalara dönüştürülebilmekte. Öncelikle, hayvancılık için yem karışımlarında kullanılacağı sınımlanmaktadır. Bunun dışında, et hülasaları ve

özellikle Asya'da çok aranan kuvvetli kokulu balık soslarına kadar çeşitli suni gıda hazırlanmasında kullanılan bu proteinin ayrıca kaymağı alınmış süt tozu gibi yoğun ve saf protein olarak da paketlenip piyasaya sürülmesi yolları araştırılmakta.

Çeşitli ülkelerde faaliyette bulunan British Petroleum Firması halen bütün çalışmalarını petrol fermentasyonunun bir besin kaynağı olarak işlenmesine yöneltmiş bulunmaktadır. Lavera'daki yarı endüstriyel geliştirme merkezine ilâveten Paris bölgesinde bir temel araştırma laboratuvarı ve İskoçyada bir geliştirme merkezini desteklemektedir. Ayrıca, Firma Nijeryada deneme çiftliği olarak kullanılacak bir arazi satın almıştır. Burada, tropikal şartlarda, petrolden elde edilmiş protein karışımı yerli yemlerle hayvancılık üretimi denenmektedir. Bu konuda, British Petroleum Firması yalnız değildir; diğer pek çok ülkede büyük kuruluşlar aynı yönde araştırma ve çalışmalara girişmişlerdir.

Bu girişimin potansiyel önemini birkaç rakamla ortaya koymak kolay. 40 milyon tonluk petrol sarfiyatı (1962 de üretilen 1.25 milyar ton ham petrolün sadece küçük bir kısmı) ile yılda 20 milyon ton saf protein üretilebileceği hesaplanmıştır. Sadece bu bile mevcut yıllık protein istihsalını iki misline çıkaracaktır. Bunu diğer muhtemel kaynaklarla karşılaştırabilmek için, üretimde yine çabuk bir artış sağlanacak deniz balıkçılığını ele alalım. Halen, 40 milyon ton balık elde edilmekte ki bu da altı milyon ton saf protein demektir. Büyük çabalarla balık üretiminin yılda en fazla 100 milyon tona çıkarıldığını (daha fazla balık tutmak demek balığın çoğalmasını tehlikeye atmak olur) varsayalım, bu da yılda 15 milyon ton proteine tekabül eder. Bu da hiçbir şekilde petrolden elde edilen protein istihsalı ile kıyaslanamaz, üstelik daha fazla emek gerektirir.

Petrol nisbeten ucuz ve sabit fiyatlı bir madde. Dünyanın herhangi bir yerine tankerlerle kolayca taşınabilir. Bütün ülkelerde halen 700 rafineri mevcut. Bu rafinerilerde, aynı zamanda hem protein üretecek hem de ham petrolü parafinden

ayırarak üniteler kolayca teşkil edilebilir. Petrol endüstrisi gayet iyi örgütlenmiştir ve yenilikleri kolayca içine alabilir. Nitekim, petrolden çeşitli kimyasal maddeler imaline geçmek çok kolay olmuştur. Protein üretimi, petrol endüstrisinin yayılma alanını genişletecek ve böylece bu endüstrisinin temellerini daha da sağlamlaştıracaktır. Bu bakımdan da, petrol endüstrisinin bu yeni gelişim içinde faal bir rol alması için kuvvetli nedenler mevcut bulunmaktadır.

Fakat şunu da unutmamak gerekir ki, petrol denilen ve topraktan çıkarılan bu mayı de ilelebet devam etmez. Bu önemli kaynağın tamamını da sadece ya-

kıt olarak tüketmek ve küçük bir kısmını bile besin üretimine ayırmamak gerçekten büyük hata olacaktır. Petrolden protein üretimi dünyanın gıda problemine kesin ve devamlı bir çözüm olmasa da, geleceğin büyük beslenme sorunu ve petrolden üretilen proteinin de büyük timitler vadetmesi gözönünde tutulursa, bu konuda ciddi çabalara girişilmesi gerektiği gayet açıktır. Bu konuda gerçekten büyük çapta araştırmalar ve para yatırımlarına ihtiyaç var, fakat şimdiye dek yapılan çalışmalar sonunda elde edilecek şeyin insanlığın sağlığı ve barışın korunmasında büyük rolü olacağını göstermiştir.

(Scientific American dergisinden alınmıştır)

## Geleceğin Yakıtları

*Bir tenis topu büyüklüğündeki enerji reaktörü eğer günlük hayata uygulanabilirse, evinizin ihtiyacı olan bütün enerjiyi ömrünüz boyunca sağlayabilecek kudrettedir. SNAP adı verilen ve uzay yolculuğunda enerji kaynağı olarak kullanılan bu küçük topçuk, geleceğin yakıtlarına bir örnektir.*

Orman korucularının uzak mesafelerden birbirleriyle konuşurken kullandıkları radio-telefonlar, propan lambasından çıkan mum alevi biçiminde bir ışığın jeneratöre vermiş olduğu enerji ile çalışmaktadır. Bilim adamları, bir gün dünyada veya ayda koskoca bir şehri aydınlatacak, sessiz, her türlü kirlenmeden uzak, dev bir müknaşın kutupları arasında supersonik hızla 4500 derecede plazma püskürten, yüzlerce megawat mertebesinde elektrik akımı üretecek bir sistem üzerinde çalışmaktadır.

Dünyanın dört bir köşesindeki araştırma merkezlerinde, bilim adamlarının yeni enerji kaynaklarını ve istenildiği zaman kullanıma yollarını aramakta oldukları bilinmektedir.

### BANT ÜSTÜNDE ENERJİ

Geliştirilmeye çalışılan projelerden bir tanesi, bantların üzerine işlenmiş enerji kaynağıdır. Bant Batarya diye isimlendirilen bu enerji kaynağının esa-

sı, bir yüzü anot ve diğer yüzü katot olarak bantın üstüne sürülen plastik bir film tabakasıdır. Plastik bantın bir yüzüne katot, diğer yüzüne de anot sürülmüş, elektrolit de bu sürülen madde içine binlerce küçük kapsül halinde yerleştirilmiştir. Bant, kaydedicinin ezici makaraları arasından geçerken, küçük kapsüllerden çıkan kimyasal maddeler, elektro-kimyasal bir reaksiyon meydana getirmektedir. Elde edilen enerji, radyo, vantilatör ve benzeri ufak elektrikli araçları çalıştıracak güce sahiptir. Potansiyel olarak, bant bataryalar, tüm ağırlıklarının her yarım kilosu için 245 watt/saatlik elektrik verebilecek kabiliyettedirler. Eğer normal bayartaların 100 watt/saatlik elektrik verdiği, korozyona dayanıklı olmadığı, belirli bir ömre sahip oldukları, sıcaklık ve nem'e karşı dirençsizlikleri göz önünde tutulursa, bant bataryalarının yarın için neler vadedebilecekleri ortaya çıkacaktır.