

DÜNYAYI KÜÇÜLTEN BİR TELGRAF HATTI

A Cable to Shrink the Earth *

Robert O. Woods**

Bir Telgraf göndermek için on altı saat mi? 1858 yılı için bu bir teknolojik devrim sayılırdı.

15 Ağustos 1858'de Kraliçe Victoria Başkan Buchanan'a bir telgraf göndermiştir. Telgrafında, transatlantik bir telgraf hattını başarıyla tamamladıkları için başkanı tebrik etmekteydi. Bu hat Amerika - İngiliz ortak çabası olup, Amerika tarafında yorgunluk nedir bilmeyen finansör Cyrus West Field, İngiliz tarafında ise bir telgraf şirketi öncülüğünde tamamlanmıştır. Doksan sekiz kelimelik mesaj on altı buçuk saatte ulaştırılmıştır.

Dünyada cep telefonu olan her kişinin dünya üzerindeki herhangi bir kişiyle iletişim kurabildiği bir çağda, bir mesajın iletiminin saatler alması bize tuhaf ve önemsiz bir olay gibi gelebilir. Bugün, bu mesajın dünyayı sarsan etkisini hayal etmek güçtür.

19. yüzyılın ortalarında, bu telgraf hattı kurulmadan önce kıtalararası doğrudan iletişim olanağı bulunmamaktaydı. Hiç bir mesaj, Amerika ile Avrupa arasındaki deniz yolculuğunu tamamlamak için 10 güne ihtiyaç duyan en hızlı buhar gemilerinden daha hızlı yol alamazdı. Deniz altından geçen bu telgraf hattı iletişim zamanını günlerden saatlere düşürmüştü. Sonsuz görünen



"Bunlar büyük günler": 1858'de ilk telgraf hattının tamamlanması üzerine Jonathan Birader ve John Bull.

dünya bir gecede insan boyutlarına indirgenmişti.

20. yüzyıldaki uzay programı gibi Atlantik telgraf hattı o zamanın teknoloji sınırlarını genişletmiştir. Yine uzay programında olduğu gibi, projenin Amerikan tarafı devletin en üst düzeyinde yetkilendirilmiştir. Başkan Franklin Pierce, Atlantik Telgraf Hattı Akti'ni 1857'de görev döneminin son günü imzalamıştır.

Devletin telgraf hattını desteklemesi, 19. yüzyılda kıtalararası demiryolu hattına verilen federal desteği andırmaktaydı. İki gemiden fazlası yetkilendirilmemişti ve bir dönem için yıllığına 70 bin dolar yüklenici firmaların kârına olacaktı. Programın sonuç olarak kazanç sağlayacağı açıktı ve bu nedenle devlet desteğinin gerekliliği ortadan kalkacaktı.

Bu iyi bir yatırımdı. Mühendisliğin,

* *Mechanical Engineering (The Magazine of ASME) dergisinin Ocak 2011 sayısında yayımlanan bu yazı Yeliz Demir tarafından dilimize çevrilmiştir. Yazının orijinaline http://memagazine.asme.org/Articles/2011/January/Cable_Shrink_Earth.cfm bağlantısından ulaşılabilir.*

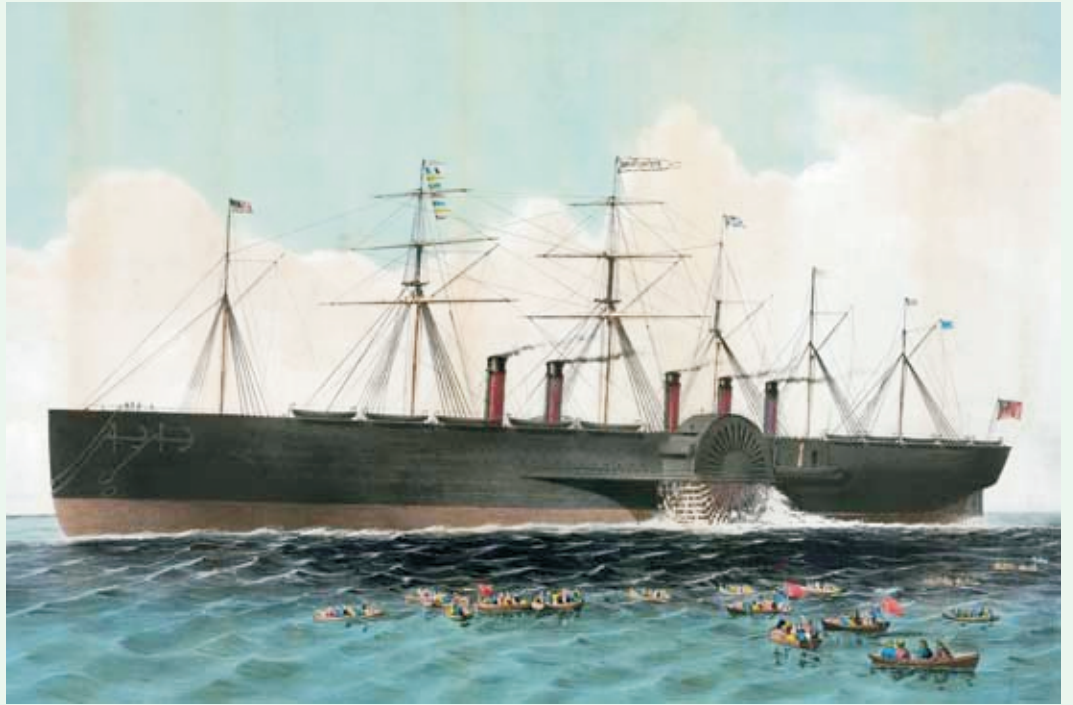
** *Robert O. Woods Makina Mühendisliğine sık sık katkıda bulunan bir ASME dostudur. İleri sınıf radyo amatörü olarak Woods oldukça iyi bir Mors kodu bilgisine sahiptir. Uluslararası Gaz Türbini Enstitüsünün üyesi ve eski başkanıdır.*



bilimin ve matematiğin sınırları sarsılmıştı; elektronikte ve fizikte yankıları günümüzde bulunan gelişmeler kaydedilmişti.

Atlantik telgraf hattı, uzunluğu açısından eşsizdi. Su altı kabloları Morse'un 1852'de deneylere başlamasından itibaren araştırılmaktaydı. 1858 itibarıyla geniş sayıda kısa mesafeli sualtı telgraf hattı kullanıma sokulmuştu. Körfezler, limanlar, göller ve diğer geniş su kütleleri bu ağlarla çoktan kaplanmışlardı. Bu ağlar transatlantik telgraf hattı ile sonuçlanan gelişmelerin ara aşamaları olarak nitelendirilebilirdi.

Transatlantik telgraf hattında bu iş için biçilmiş kaftan olarak görünen "gutta percha" adı verilen doğal bir ürününden yararlanılmıştır. 20. yüzyıl başlarında ortaya çıkan sentetik polimerler yerini alıncaya dek bu ürün, elektrik yalıtımında kullanılmaya devam etmiştir.



The Great Eastern gemisi 1860'larda İrlanda ve Nova Scotia arasındaki bağlantıyı sağlamak için tüm telgraf hattını taşıyan tek gemiydi.

Victoria'nın tebrliğini ileten telgraf hattı, Atlantik'in ortasındaki bir birleşme noktasından (53 derece kuzey, 32 ½ derece batı) başlayarak iki bölüm halinde döşenmiştir. İki adet dönüştürülmüş savaş gemisi, kargolarını birleştirmiş ve telgraf hatlarını döşemek üzere ayrılmışlardır; İngiliz hükümeti tarafından görevlendirilen *Agamemnon*

İrlanda'nın doğusuna, Amerikan *Niagara* ise Newfoundland'ın batısına doğru dümenlerini çevirmişlerdir.

Gemilerin sürecin ilk aşamalarındaki pek çok çabalarında hat kopmuş ve kaybolmuştur. Her defasında işe yeni baştan başlamak zorunda kalmışlardır. Tekrarlanan arızalardan sonra projeyi

bırakmayı reddetmek Cyrus Field'in kararlılığının takdire değer göstergesiydi.

Her iki gemi de limana ulaşmayı başarmıştı ve ilk telgrafi iletmek için kullanılan telgraf hattı Ağustos 1858'de tamamlanmış oldu. Bu, o dönemde iletişim alanında kaydedilmiş olan en büyük başarıydı ve önemi transatlantik iletişimi sağlayan ilk araç olmasından gelmekteydi. Ancak bu telgraf hattının ömrü uzun olmadı.

İlk aşamalarda orta düzeyde voltaj kullanılmıştı. Sonrasında, sinyal gücünü artırmak için daha yüksek voltajlar uygulanmaya başladı ve hat yalıtımı çökerek arıza yaptı.

Bir sonraki telgraf hattının döşenme hikayesi, dönemdeki en dev boyutlara sahip bir gemiyle ilgiliydi.

Victoria dönemi mühendisliği hakkında her konuşulduğunda Isambard Kingdom

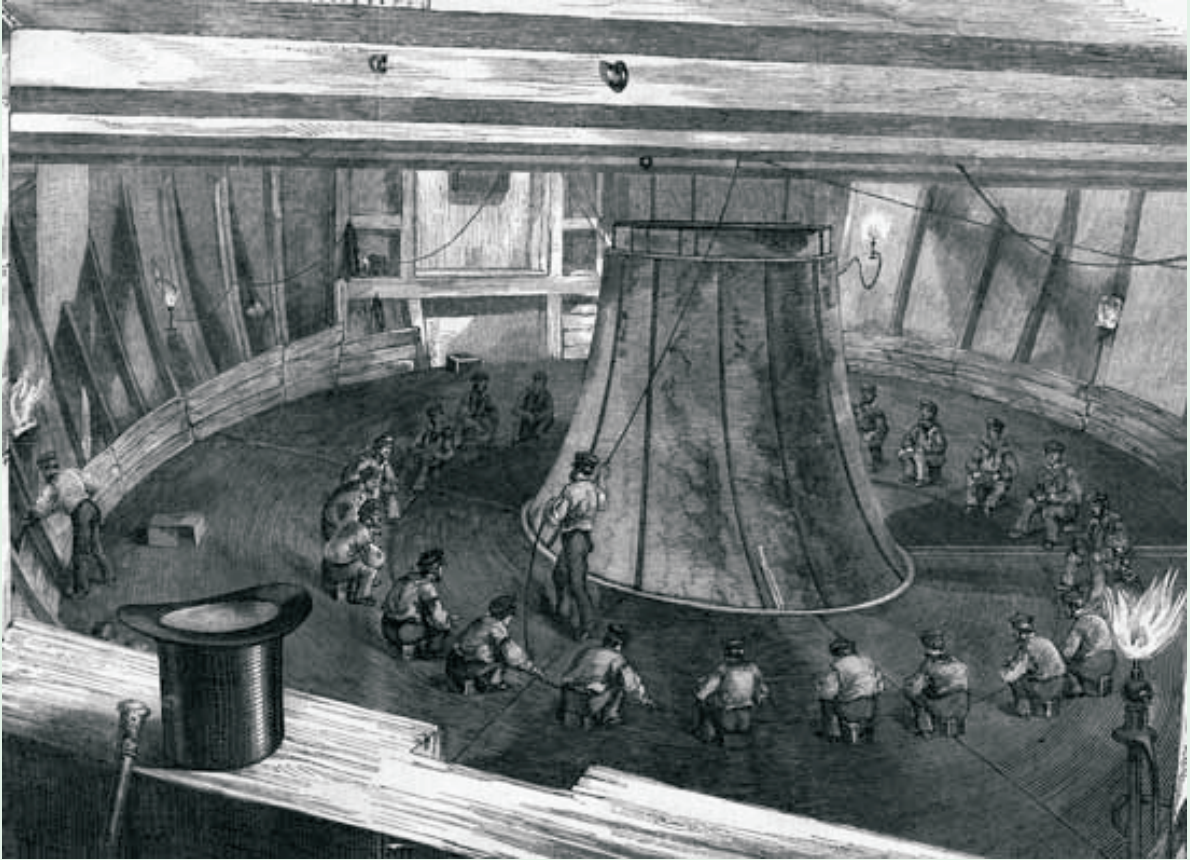
Brunel'den bahsetmek kaçınılmazdır. Orta adı farklı çağrışımlara sahip olsa da aslında annesinin kızlık soyadından farklı bir anlam içermeyen Brunel, o dönemde mühendislikte çığır açan dalganın somut bir örneği olmuştu.

Kariyerine, babasının onu Londra Metrosunun Thames Tüneli kolunun yapımını denetlemekle görevlendirmesiyle, yalnızca 18 yaşındayken başlamıştı. Kariyerini tamamlaması ise o zamana kadar üretilen en büyük demir geminin inşaatı ile olmuştu. 700 fit uzunluğundaki taşıtı 300 fit mesafesinde enine olarak aşağı doğru hareket ettirmek başlı başına herkül kuvvetinde bir mühendislik gerektirmekteydi; Brunel'i, burada ortaya konulan aşırı çalışmanın öldürdüğü ileri sürülmektedir.

Yapımı esnasında ortaya konulan muazzam demir işini ifade edercesine *Great Eastern* olarak adlandırılan gemi,

boyutundan avantaj sağlanması ve yeniden yakıt yüklemek için durma gereksinimi olmadan İngiltere'den Avustralya'ya yapılan seferi tamamlamaya yetecek miktarda kömür yakıtını taşıyabilmesi amacıyla devasa bir ölçekte yapılmıştı. Faturalar genellikle 4.000 adet ikinci ve üçüncü sınıf yolcu sayesinde ödense de, gemi başlangıçta esas olarak birinci sınıf lüks yolcuların taşınması amacıyla tasarlanmıştı. Geminin ilk seyahati Eylül 1859'da, Brunel'in ölümünden birkaç ay sonra düzenlendi. Bu seyahat esnasında, o dönemde kullanılan boylerlerde alışıldık bir durum olan büyük bir buhar patlaması meydana geldi. Trajik *Sultana* olayının önemli bir örnek teşkil ettiği bu tip buhar patlamaları ASME tarafından boyler yönetmeliğinin hazırlanmasında direkt etkili olmuştur.

Yolcu gemisi olarak hiçbir zaman büyük finansal başarı sağlayamayan



Bağlantının doğu yarısını döşeyen telgraf tellerinin HMS Agamemnon gemisine sarılması 1858'de yapılan hazırlıklar arasındaydı.

Great Eastern transatlantik telgraf hattının tamamını taşıyabilecek kapasitede olan tek gemiydi ve 1863 yılında radikal bir dönüşüme uğradı. Yolcu tesisleri ortadan kaldırılıp çapları 50 ile 75 fit arası değişen üç adet tankın kurulumu yapıldı. Bu tanklar 7.000 ton ağırlığında ve 2.490 deniz mili uzunluğundaki telgraf hattının taşınması için kullanıldı.

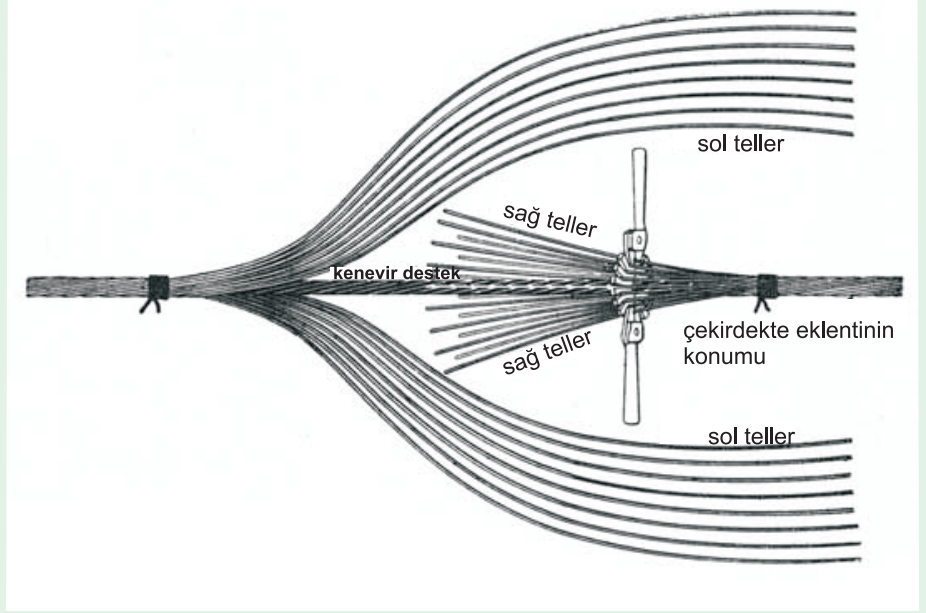
Proje, telgraf hattını tutması için geminin baş ve arka tarafına vinçlerin monte edilmesini gerektiriyordu. Ayrıca telgraf hattını denizin dibine demir kancayla tutturmak ve gösterge şamandıralarını döşemek için yardımcı donanımın kurulumu yapıldı. Telgraf hattının bazen 3 mil kadar derinlikten çıkarılması gerektiğinden, oldukça yüksek kapasiteye sahip vinçlere gereksinim duyulmuştur.

Geminin 1865'te telgraf hattını ilk çekme girişimi başarısızlıkla sonuçlandı. İlk transatlantik telgrafın gönderilmesinden sekiz yıl sonra 1866'da *Great Eastern*, İrlanda'nın Valentina kentinden Newfoundland'da Heart's Content adıyla anılan bir limana kadar uzanan telgraf hattını döşemiştir. Böylelikle daha önce 2 gemi gerektiren işi tek başına başarmıştır.

Yapım ve Ekleme

Bugün temelde çok fazla bilinmeyen bir malzeme olan gutta percha bu telgraf hattını olanaklı hale getirmiştir. Kauçuğa benzer özellikler göstermektedir. Ancak, deniz suyuyla temas halinde bozulmaya uğrayan kağıtın aksine bu madde böyle çevrelerde başarı sağlamaktadır.

Bunun yanı sıra başka bir eşsiz özelliği daha vardır. Ortalama bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında bir süre daha plastik halde kalmaktadır ve elle kalıplanabilmektedir. Gutta percha Avrupa'ya ilk kez 1847 yılında tanıtılmıştı ve bunun hemen akabinde kablo yalıtımında kullanılmaya



Telgraf hattı eklemesinin şematik gösterimi: Bir ekleme aleti, kaplama tellerini koruyucu bir spiral içerisine sokmaktadır

başlamıştı. 1848'de Charles Hancock, bu maddeyi, sınırsız uzunluktaki yalıtılmış kabloyu kalıptan geçiren bir makinanın patentinde kullanmıştır. Bunun öncesinde su altı kablolarının pratik uzunluğu sınırlı idi. Diğer şeylerin yanında yalıtımı kauçuk emprenyeli pamukla yapılmış ve kurşundan yapılmış borular içinden geçirilen teller kullanılmaktaydı. Transatlantik ölçeğinde ise bunun pratik olmayacağı açıktı.

Büyük miktarlarda gutta percha telgraf hattı yapımında kullanılmaya başlandı. 2.500 deniz mili uzunluğundaki bir telgraf hattı, 340.000 mil uzunluğundaki telin yanı sıra, 300 ton gutta percha içermekteydi. Başlangıçta gutta perchanın ithal edilmesi, sadece Borneo'da 26 milyon ağacın talan edilmesine neden olmuştur. Daha sonraları ürün özsuyunun ağaçlara zarar vermeden toplanması zorunlu hale gelmiştir.

İnsanlık tarihine böylesine hizmet etmiş olan bu maddenin bugün unutulmuş olması ironiktir. Şu anda kullanımının önemli ölçüde devam ettiği tek alan, dolgu yapımında bu maddeden yararlanılan diş hekimliğidir.

Telgraf hattına ekleme yapılabilmesi genel işleyiş açısından önemliydi. Hat, ekleme yapılacak bölümler halinde gemiye yüklendi. Hattın döşenmesinin akabinde kusurlu olan kısımların değişimi için ekleme yapılması şarttı.

Gemiden yer istasyonuna geçişte arızalar tespit edildi. Bunların yerleri gelişmiş bir ommetre kullanılarak belirlendi. İletken ve koruyucu arasında oldukça sık olarak rastlanan kısa devre durumunda, iletken ve her bir birime ait koruyucunun ortak direncinin bilinmesi arızanın yerinin kolay bir yöntemle tespit edilmesine olanak tanımıştır.

İletkende kırılma olması durumunda, izolasyon yoluyla, iletken ile örgü arasındaki iletkenliğin hassas ölçümünün yapılması gerekmekteydi. Bu sanıldığı kadar kolay bir iş değildi ve deniz suyunun varlığı daha fazla güçlük yaratıyordu.

Lord Kelvin ve James Clerk Maxwell gibi önde gelen deneyicilerin bu işte yer almalarının geçerli bir nedeni vardır. Telgraf hattının bir kısmını değiştirmek veya tamir etmek ilkel veya oldukça gelişmiş kancalar yardımıyla onu denizin dibinden geri çıkarmayı

gerektirmekteydi. Bazı durumlarda kancalar hattı sadece kavramamış aynı zamanda kesmiştir. Böylelikle diğer bir uç daha sonra çıkartılmak durumunda kalmıştır.

Ekleme işi karmaşık bir işlemdi. Telgraf hattı, gutta percha yalıtımıyla kaplanan ve kalkan görevi gören bir örgülü çelik tel ile çevrelenen örgülü bakır bir iletken içermekteydi. Bu örgülü çelik telin kendisi de ek yalıtım ve kalkan tabakalarla korunmaktaydı. Tabakaların sayısı çevreye göre belirlenmekteydi. Ekstra kaplamalar genellikle, su altı yaşamına bariyer oluşturan düz demir şerit içermekteydi. Tüm bunlar iletkenin kendisine ulaşılmadan önce açılması gereken bir zırh oluşturmaktadır.

14.000 poundluk güç transferini gerçekleştirmek ve bunu yaparken kaplamadaki gerilimin iletkene iletimini engellemek amacıyla mekanik bağlantıya ihtiyaç duyulmuştur.

Böyle bir bağlantıyı kurmak yoğun bir insan gücü gerektirmekteydi. Erkekler arasından seçilen işçilerin bu konuda becerikli olması gerekmekteydi, bu nedenle işçiler aynı görevi telgraf hattı fabrikalarında yapan kişiler arasından seçilmişti.

Bağlantının yapımında 90 fit uzunluğundaki telgraf teli güverteye çıkarıldı. İletkenin kendisi, telin her iki tarafında bir ya da iki inçlik alalığa sahip yiv açılarak ve bir havya yardımıyla lehimlenerek birleştirilmişti. Havya, rüzgârda güvertede çalışan bir şalüme içinde ısıtılan demir aletti. Bağlantı ince tel ile kaplandı ve ikinci defa lehimlendi.

Bundan sonra gutta percha yalıtımı yenilendi. Gutta perchanın modelleme çamuru gibi kalıplanabilme ve monolitik bir kütle içerisine kaynak yapılabilme kapasitesi bunu olanaklı



Londra Bilim Müzesi'ndeki (Science Museum) bu kutu transatlantik telgraf hattında kullanılan tellerden örnekler sunmaktadır.

kılmıştır. Bir teknisyen, levha şeklinde sarılmış halde bulunan yeni parçayı elle şekillendirebilmekteydi. Bunun amacı yatılımlı içerisinde görülmez bir bağlantı noktası oluşturmaktı. Yük taşıyıcı örgüde kesintilere neden olmamak için ve bakırın su geçirmezliğinin devamlılığını sağlamak için bağlantının pürüzsüz yapılması çok önemliydi.

Elektrik bağlantısı yapıldıktan sonra ekleyiciler, makrame bir sepet örmeye benzer işlemlerle yük taşıyıcı telleri yeniden örmüştür. Tüm süreç iki saat gibi kısa bir süre içerisinde tamamlanmıştır. Yük dağılımını başarılı bir şekilde gerçekleştirmek için 60 fit uzunluğunda bir örgü yapılması gerekmiştir.

Elektrik İletimi

Telgraf, Victoria'nın mesajını gönderdiği dönemde henüz gelişmekte olan bir teknolojiydi. Beş yıldan kısa bir zaman sonra, Amerika'daki İç Savaş dönemindeki kritik iletişimin sağlanmasında kullanıldığında olgunluk dönemine erişmişti. Verilerin 2.000

deniz milinden daha uzun bir hat yoluyla iletilmesinin, kısa mesafeli karasal iletişim yoluyla iletilmesinden çok daha karmaşık bir problem olduğu görüldü.

Bu problemin çözümüyle uğraşmak o dönemde en çok saygı gören bilimsel beyinleri cezbedetti. Maxwell Denklemleriyle tanınan James Clerk Maxwell bu işte yer alan isimlerden oldu. Probleme tasasız bir şekilde yaklaştığı görülmekteydi. "Atlantik Telgraf Şirketi'nin Şarkısı" adını verdiği yergili bir balat besteledi.

Daha sonraları Lord Kelvin adıyla anılacak olan William Thompson daha ciddi bir yaklaşım benimseyerek ilk aşamalarından itibaren sürecin içerisinde yer aldı. Telgraf hattının yaşamını sürdüreceği ortamı iyi tanımak için gerekli olan derin deniz sondaj çalışmalarında rol aldı. Aynı zamanda, sistemin temel parçası haline gelen aynalı galvanometre gibi yeniliklere imza attı.

İlginçtir ki, teori konusunda zayıf ancak sezgileri oldukça kuvvetli, zeki bir deneyci olan Thomas Edison bu çabaya katkı sağlamamıştır.

Doğrudan akım darbesinin hattın dağıtılmış kapasitans yoluyla iletilmesi sorunuyla baş edebilmek, iyi bir elektronik bilgisini gerektirmekteydi.

Birçok yeni teknoloji üretilmişti. Örneğin Wheatstone köprüsüne dayalı akıllı devreler kullanılarak mesajların her iki yöne kesintisiz olarak iletilebileceği saptanmıştı.

Sadece bir devreyi oluşturmak ya da kırmak hissedilebilir bir darbe iletimini sağlamak için yeterli değildi. Bir devrenin kapatılması, bin mil uzunluğunda bir kapasitörün, en uç noktadan hissedilebilecek kadar yüksek bir voltajda şarj edilmesini gerektirmişti. Kapasitör şarj edildikten sonra, yeni bir darbe iletimi için kullanılmadan önce tekrar boşaltılmalıydı.

“Curb sending” adı verilen bazı durumlarda zıt polariteye sahip daha kısa bir darbe, bilgiyi taşıyan darbenin arkasından otomatik olarak iletilirdi. Aynı zamanda noktaların bir kutuptan tirelerin diğer kutuptan iletildiği bir sistemin kullanımı yaygın hale geldi.

Daha kısa karasal hatlarda ileti, darbeler başlarken ve biterken alıcı tarafından çıkartılan klik sesleri arasındaki boşluğu dinleyen bir operatör vasıtasıyla çözümlenmektedir. Böylesine doğrudan bir yaklaşım transatlantik telgraf hattında olanaklı değildi. Alım, başlangıçta hassas bir galvanometre kullanılarak yapılmaktaydı. Bu galvanometre üzerinde bulunan iğnenin yönü gelen darbenin kutbuna bağlı olarak bir ya da öbür yöne doğru kaydırılmaktaydı. Bu konudaki ilk çalışmalar 1839'da Cooke ve icat ettiği köprü devresi kendi adıyla anılan Wheatstone tarafından yapılmıştı.

Bu iğne kısa zamanda Kelvin

galvanometresiyle değiştirilmiştir. Kelvin galvanometresinde yön değişimini daha kolay görebilmek için bir ayna, optik kaldıraç olarak kullanılmıştır. Bu sistem, devamlı mürekkep akışı içeren hipodermik iğne şeklindeki bir “sifonun” darbe yönüne doğru kaydırılmasıyla daimi kaydın hareketli bir kâğıt şerit üzerine basıldığı daha gelişmiş bir sisteme dönüştürülmüştür.

Akıllı makinaların yokluğunda kişinin eli kolu bağlanır. Daimi kaydın hareketli bir kâğıt şerit üzerine basıldığı daha gelişmiş bir sisteme dönüştürülmüştür. Karasal bir telgraf hattında telgraf operatörü dakikada en fazla sekiz kelime iletebilmekteydi. Buna karşılık, ilk zamanlarda birkaç nokta ve tireden oluşan basit bir Mors kodunu iletmek 2 dakika kadar süre almaktaydı.

Donanım bugün radyo amatörleri tarafından el üstünde tutulan düz anahtara pek benzemese de veriler elle anahtarlar yoluyla girilmekteydi. Bu durumda iki ayrı anahtar veya bileşik tek bir anahtarın kullanılması alışılmadık bir durum değildi. Bileşik anahtarda belli bir yöndeki defleksiyon bir kutupta darbe yaratırken diğer bir yöndeki defleksiyon ters kutupta darbe yaratmaktaydı. Bazı durumlarda bir anahtar nokta diğer anahtar ise tire üretmekteydi.

Gerçekten kullanılmaya başlanmadan önce telgraf hattı toprak zeminde tutuldu ve toprağın geri kazanımında kullanılabileceğini erken keşfetmek önemli bir gelişmeydi. Başlangıçta bunun farkına varılmamıştı.

Güç üretimi bir dizi kurşun-asit hücresi ve bununla beraber başka egzotik tabaka ve elektrolit kombinasyonları yoluyla sağlandı. Victoria döneminde yaygın olarak kullanılan bir türü 1799'da Volta tarafından üretilmişti. Tuzlu suya batırılmış pedlerle birbirlerinden ayrılan değişken bakır ve çinko diskler içermekteydi.

Gelişmenin ilk aşamalarında 500 civarında voltajlar kullanılmıştır. Daha sonraları 60 voltun yeterli olduğu anlaşılmıştır. Voltaj düşürülmesinin olanaklı olması talihli; fakat hattın yapımını üstlenen kimselerce geç fark edilen bir buluştu.

1858'deki telgraf hattında meydana gelen arızada yalıtım sistemi fazla voltaj nedeniyle çökmüştü. Belki 2000 volta kadar çıkan daha yüksek voltaj, adı akıllıca düşünülmüş; ama kısa sürede değiştirilmiş elektrik başteknisyeni Wildman Whitehouse tarafından denenmişti. Geliştirme çalışmalarında doğal bir durum olan mantık tuzağına kapılmıştı. Eğer biraz voltaj iyiye çok fazlası çekici görünür; ama bu daha iyidir anlamına gelmemelidir.

***Yazarın notu:** Çinli Rimpex Rubber firmasından Mr. Lin, yazarın bilgilenmesini sağlamak amacıyla bir gutta percha örneğini sunma nezaketini göstermiştir. ■*

Daha Fazla Bilgi İçin

Atlantik telgraf hattıyla ilgili bilinmesi gereken her şey İngiliz elektronik mühendisi Bill Burns tarafından bir web sitesine aktarılmıştır. Burns şu anda bilgisayar danışmanlık şirketine sahiptir. 1980'lerde klasik iletişim donanımlarını toplamaya başlamış ve 1994'ten beri de denizaltı iletişimi konusunda uzmanlaşmıştır. Burns'un sitesi 850'nin üzerinde sayfa içermektedir. Bu sayfaların çoğuna URL'lerinden direkt olarak ulaşmak mümkündür. Bu bilgi kaynağına ulaşımı sağlayan web adresi şudur: <http://atlantic-cable.com>. Burns, telgrafla ilgili geniş bir pul ve kapak koleksiyonuna sahip olan ünlü pul koleksiyoncusu Bill Glover'in, karasal telgrafın tarihçesi üzerine çalışmaları olan Londralı araştırmacı Steve Roberts'in ve telgraf endüstrisinde çalışan kişilerin ilk ağızdan görüşlerini bir araya getiren emekli telgraf şirketi çalışanı Jim Jones'in katkılarına bu sitede yer vermektedir.