

ENERJİ NAKİL HATLARINDA KULLANILAN OPT-GW KOMPOZİT İLETKENİNİN TASARIMI VE İMALAT TEKNİKLERİ

Sedat KARABAY
Dr. Müh., Alüminyum İletken Fab. Türkkablo AO.

Yusuf TAYŞI
Elekt. Müh., Alüminyum İletken Fab. Türkkablo AO.

Muharrem YILMAZ
Doç. Dr., Mekatronik Müh. Fak. Kocaeli Üniv.

GİRİŞ

enerji iletim hatlarının en basit işlevi, bir üretim merkezinden beslenen elektrik enerjisini oldukça uzaktaki bir veya birçok dağıtım merkezine nakletmektir denilebilir. Enterkonnekte şebekelerin oluşması ile de birçok üretim ve dağıtım merkezi, birbirleri ile elektriksel ve fonksiyonel olarak bağlanmaktadır. Böyle karmaşık ve büyük bir sistemin koordineli bir şekilde çalışabilmesi için merkezler arası iletişimin sağlanması önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bugüne kadar bu iletişim, faz iletkeni üzerinde yapılan konuşmaların tüm şebekede aynı anda duyurulduğu bir sistem ile gerçekleştirilmekteydi.

Günümüz elektrik iletim teknolojisinde gerekli olan unsurlardan başlıcaları ;

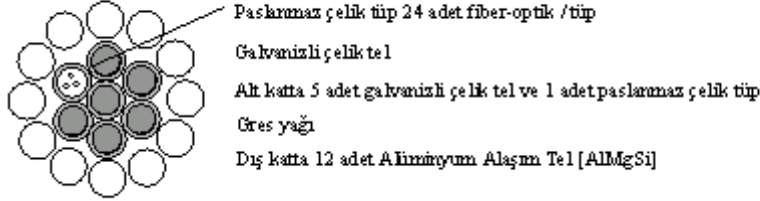
- 1- şebekenin korunması,
- 2- şebekenin kontrolü,
- 3- şebeke elektrik ölçümlenmeleri,
- 4- elektrik şebekeleri üzerindeki fiziksel çalışmaların monitor üzerinde takibi,
- 5- bakım ekibi ile telefon teması,
- 6- yönetsel çağrılar ve veri aktarımı.

Fiber optik kabloların getirdiği yeni iletişim olanakları, tüm ülkeyi baştan başa kateden enerji iletim hatlarındaki bu gereksinimleri karşılamak için aranan çözümleri sonunda OPT-GW dediğimiz optik fiberli koruma toprak tellerinin imalatıyla bulmuştur. Böylece mevcut iletim direklerine çekilen OPT-GW toprak iletkeniyle; elektrik şebekeleri yıldırım gibi dış etkilere ve kısa devrelere karşı korunmakla birlikte, şebekelerin daha güvenli, emniyetli ve kontrollü işletilmesi sağlanmıştır. Ayrıca fiber optikli iletkenlerin kullanılması ile çok büyük bir iletişim kapasiteside yaratılmış olmaktadır. Hatlarda kullanılmayan bu fazla kapasiteler, şehirler arası telefon şebekelerine kiralanabilmekte veya satılabilmekte ve böylece ek bir ekonomi yaratılmaktadır.

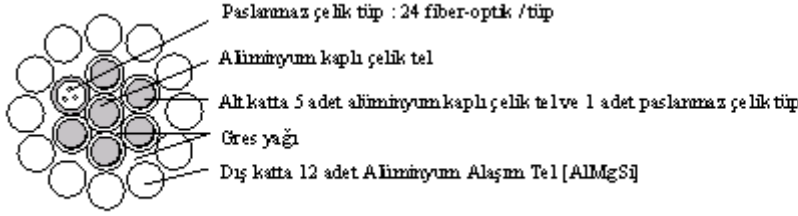
OPT-GW tasarımları incelendiğinde, ülkelere ve ülkelerin şartlarına göre değişim gösterdiği kolaylıkla görülebilir. Bunlar o ülkenin iklim şartları, iletişim ve data transferleri için düşündüğü alt-yapı yatırım projeleri, mevcut direklerin konumları ve enerji nakil hatlarının yönetim şekilleri gibi sıralanabilir. Burada tespit edilecek tasarımın istenilen tüm özelliklerden en çoğunu sağlayabilen olacağı açıktır.

Bu tip mamüller genel olarak pahalı olduklarından tatbik edilecek mekanik ve elektriksel testlerden geçmiş en sağlam ve en uzun ömürlü olarak değerlendirilen tiplerin tercih edilmesi kaçınılmazdır. Ayrıca bu tip ürünlerin yurt içi imalat olanakları değerlendirilerek mevcut özel sektör kuruluş veya kuruluşlarında üretilebilir olması, uluslararası ihalelerde fiyatların kontrollerinde önemli bir rekabet ve pazarlık olanakları sağlayabilir.

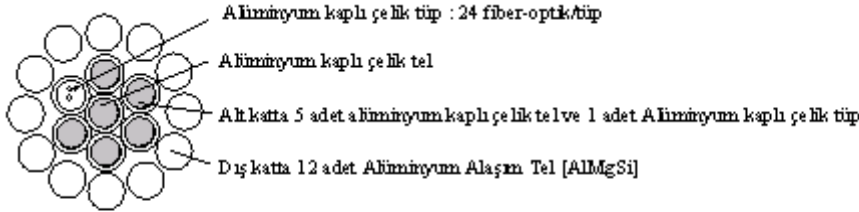
OPT-GW TASARIM TİPLERİ ve KOMPOZİT YAPIDA KULLANILAN MALZEME TÜRLERİ



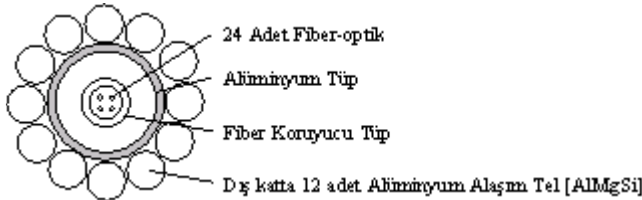
Şekil 1. AA/GSW-SST Malzemelerin Kombinasyonundan Oluşan 88/44 mm² Kesitli, 15.25 mm Çaplı OPT-GW Tasarımı. Malzemelerin Diğer Fiziksel Özellikleri İçin Tablo-1'e Bakınız.



Şekil 2. AA/ACS-SST Malzemelerin Kombinasyonundan Oluşan 88/44 mm² Kesitli OPT-GW Tasarımı. İletken Çapı 15.25 mm'dir.



Şekil 3. AA/ACS-ACST Malzemelerin Kombinasyonundan Oluşan 88/44 mm² Kesitli OPT-GW Tasarımı. İletken Çapı 15.25 mm'dir.



Şekil 4. AA/AT Malzemelerin Kombinasyonundan Oluşan OPT-GW Tasarımı.

OPT-GW İLETKENLERİN TASARIMINDA TEMEL DEĞİŞKENLER

Enerji nakil hatlarında kullanılan OPT-GW tasarımlarını genel olarak iletkenin kopma yükü (kar, rüzgar ve buz ile iletkenin birim ağırlığının yarattığı yüklerin toplamı) ve kısa-devre akım taşıma kapasitesi belirler. Bu değerlere bağlı olarak iletkenin çapı, elektriksel direnci ve iletkende kullanılacak malzemelerin tipleri, müşteri isteklerine göre ve standartların öngördüğü kurallara göre tayin edilirler. Bu iki değer sağlanabilmesi için genellikle iletkenin alt katlarında alüminyum

kaplı çelik tel (Aluminium Cladded Steel Wire) ve üst katlarda da alüminyum alaşımlı (Aluminium Alloy) tel kullanılır (Şekil-2-3). Bu sayede daha düşük çaplı, elektriksel direnci düşük ve daha hafif OPT-GW imal edilmiş olur. İletkenin kopma mukavemetini, kompozit yapının oluşturulmasında kullanılan malzemelerin mukavemet değerleri belirler. Kullanılan malzemelerin iletkenliği ne kadar yüksek olursa kısa-devre akım taşıma kapasiteside o kadar yüksek ve direncide o kadar düşük olur. Bu nedenle OPT-GW iletkenlerde kopma yükünü arttırmak için alüminyum kaplanmış çelik tel kullanmak bir noktada mutlak zorunluluk yaratır, ancak tabii ki şartta değildir zira çok yüksek mukavemetli galvanizle korunmuş çelik tellerde iyi bir alternatif olarak kabul edilmelidir (Şekil-1). Çelik tellerin alüminyum kaplı olması, çelik telin iletkenliğini %8.9 IACS (International annealed copper standard)'den %20.3 IACS değerine çıkartarak OPT-GW kısa devre akım taşıma kapasitesinin artırılmasında önemli bir etkindir [1-2-3-4]. İletkenin dış kat hariç iç katların birinde içinde fiber optiklerin bulunduğu tüp veya tüpler bulunur. Bu tüp eğer şerit halindeki paslanmaz çelikten laser kaynağı ile imal edilirken fiberlerin yerleştirilmesi ile oluşturulmuşsa bunlar minimum 2 mm çapa kadar imal edilebilmektedirler. Bu tüpler genellikle OPT-GW tasarımında kullanılan tel çaplarına göre belirlenirler (Şekil-1-2). Tasarımda, dönele ekstrüzyon yöntemi (continuous forming by rotary extrusion) ile alüminyumdan tüb imal edilirken içine aynı anda yerleştirilen fiber optikli borular kullanılırsa bunların çapları ekstrüzyon oranının kısıtlaması nedeniyle 5.5 mm az olamamaktadır. Dolayısı ile bu tür tasarımlarda fiber optikli alüminyum borular zorunlu olarak merkeze konulmaktadır (Şekil-4). Fiber optiklerin yerleştirildiği paslanmaz çelik tüpler veya alüminyum borular fiber optikleri dış yüklerle karşı korumaktadır. Son zamanlarda paslanmaz çelik boruların üzerleri alüminyumla kaplanmaya başlanmıştır. Bu sayede alüminyum ve çelik etkileşimleri ile oluşabilecek etkiler ortadan kaldırılmıştır (Şekil-3). Eğer OPT-GW tasarımında farklı metallerin etkileşimleri dolayısıyla korozyon tehlikesi varsa nötr karakterli gres mutlaka kullanılmalıdır. Şayet tüp alüminyum kaplı ise yağ kullanmaya gerek yoktur.

İletkenin kısa devre akım taşıma kapasitesi IEC-724 standardında aşağıdaki formül ile belirlenir.

$$(1) I_k \sqrt{t} = K_c A$$

$$(2) K_c = 10^{-4} \sqrt{\frac{c}{\alpha_{20} \cdot \rho_{20}} \ln \{1 + \alpha_{20} (T_e - 20)\} / 1 + \alpha_{20} (T_a - 20)}$$

I_k : kısa devre akımı (A)

t : zaman (s)

K_c : kısa devre sabiti (A. $s^{1/2}/mm^2$)

A : iletkenin kesiti (mm^2)

c : birim hacimdeki ısı sabiti (J/k.m³)

r_{20} : 20°C deki elektriksel direnç (W. m)

α_{20} : elektriksel direncin sıcaklık katsayısı (K⁻¹)

T_a : kısa devreden önceki çevre sıcaklığı (°C)

T_e : kısa devreden sonra izin verilebilir maksimum sıcaklık (°C)

Tablo 1'de yukarıda verilen temel kriterler esas alınarak kompozit yapıyı oluşturan muhtelif malzemelerin kombinasyonu ile tasarlanan OPT-GW 'nun temel parametreleri sunulmuştur[1-2-3].

Tablo 1. Değişik Tipte Malzemelerle Oluşturulan 88/44 mm² Kesitli OPT-GW Tasarımının Teknik Değerleri .

OPT-GW tipleri		AA/GSW	AA/ACS	AA/ACS
OPT-GW iletken çapı	mm	15,25	15,25	15,25
Tüp tipi		SST	SST	CST
Tüp sayısı	no.	1	1	1
Tüp çapı iç/dış	mm/mm	2,60/3,00	2,60/3,00	2,60/3,00
Fiber optik tipleri		G.652	G.652	G.652
Fiber optiklerin sayısı	no.	24	24	24
Tasarımda kullanılan tellerin çapları				
Alüminyum alaşım (53,0 %IACS)	mm	3,05	3,05	3,05
Alüminyum kaplı çelik teller	mm	--	3,05	3,05
Galvaniz kaplı çelik teller	mm	3,05	---	---
Tasarımda kullanılan tellerin sayıları				
Alüminyum alaşım teller (53,0 %IACS)	No.	12	12	---
Alüminyum kaplı çelik teller	No.	--	6	6
Galvaniz kaplı çelik teller	No.	6	---	---
Kesit alanları				
Alüminyum alaşım teller (53,0 %IACS)	mm ²	87,7	87,7	---
Alüminyum kaplı çelik teller	mm ²	--	43,8	43,8
Galvaniz kaplı çelik teller	mm ²	43,8	---	---
İletkenin 20 °C 'deki DC direnci	ohm/km	0,342	0,313	0,312
Kısa devre kapasitesi 20/180 °C	(1s)kA	11,45	12,50	12,51
İletkenin kopma yükü	kN	96	87	87
Elastisite modülü	kN/mm ²	74,7	92,0	92,0
Isıl genişleme katsayısı	1/°C	17,4x10 ⁻⁶	17,8x10 ⁻⁶	17,8x10 ⁻⁶
İletkenin birim ağırlığı	kg/km	609	558	558
Gres yağı ağırlığı	kg/km	8,9	8,9	0
Min eğilme çapı, β < 120 °'de	mm	229	229	229
Min eğilme çapı, β ? 120 °'de	mm	191	191	191
Makarının başlangıç sarım çapı	mm	760	760	760

OPT-GW tasarımının oluşturulmasında kullanılan temel parametreler.

AA : Alüminyum alaşım (AA-6101 veya AA-6201)

GSW : Galvaniz kaplı çelik

ACS : Alüminyum kaplı çelik

SST : Paslanmaz çelik tüp

CST : Alüminyum kaplı çelik tüp

MUHTELİF OPT-GW TASARIMLARININ İMALAT TEKNİKLERİ

Günümüzde enerji nakil hatlarının işletilmeleri ve korunmaları, gelişen teknolojilere bağlı olarak ortaya çıkan kompozit yapıdaki OPT-GW iletkenler ile yapılmaktadır. Dolayısı ile çoğunlukla atıl durumda olan eski klasik topraklama iletkenleri Türkiye'de de yerlerini süratle OPT-GW'ya bırakmaktadır.

Sanayimiz açısından bakıldığında bu gibi ürünlerin yapılması hiç zor gözükmemektedir. Ancak bu konu ile ilgilenen firmaların geçmişlerinde AlMgSi alaşımları ile çalışmış olmaları ve işlemin gerektirdiği ekipman ve makinalara sahip olmaları gerekmektedir. Bugünkü küreselleşme-eğilimi içinde hızla ilerleyen ticari ve teknik ilişkiler çerçevesinde kompozit yapıdaki OPT-GW'nun elemanlarını üretmek için pek çok alternatif mevcuttur.

AlMgSi alaşımından imal edilmiş filmaşınlar yurt dışındaki pazarlardan temin edilebilirler. Yurt dışından temin edilen ve 6xxx serisinin muhtelif kombinasyonlarını ihtiva eden bu tür alaşımlar, genel olarak sürekli döküm hatlarında üretilirler. Ayrıca bu alaşımlar, 6 m kütükler halinde, ekstrüzyon preslerinin alıcıların kapasitelerine göre dökülüp "billet+billet" basım tekniğine göre ekstrüde edilerek genel olarak 9.5mm çapında sürekli-filmaşın elde etme usulu ile de işlenebilirler. Ekstrüzyon presi ile filmaşın eldesi sürekli döküm hatlarından elde edilenlere göre biraz daha fazla maliyetli olmasına rağmen pek çok avantajlarından dolayı kullanılan bir imalat usulüdür zira Türkiye'de 6xxx serisi alaşımları sürekli döküm yöntemi ile üreten firma mevcut değildir [5].

AlMgSi alaşımları zamana bağlı olarak sertleşen malzemelerdir. Bu tür alaşımları yurt dışından ithal ederken ticari gereklerden dolayı belli miktarların altında ithal edebilme olanakları yoktur. 6xxx serisi filmaşınların nakilleri esnasında geçen sürelerle bağlı olarak filmaşınlerde oluşan doğal yaşlanmalardan dolayı istenilmeyen sertleşmeler oluşmaktadır. Bu süreler 4-5 haftayı bulunca filmaşınlerden tellerin çekilmesi çok büyük sorunlar yaratmaktadır. Yurt dışından ithal edilecek 6xxx serisi filmaşınlere, imalatçı firmalar doğal-sertleşme (natural aging) özelliği dolayısıyla, filmaşınlerine standartların öngördüğü elektriksel ve mekaniksel özellikler açısından %100 garanti verememektedirler. Bu nedenle, eğer varsa yurt içi alaşımlı-filmaşın imalatçıları, teknik bilgi ve tecrübeleriyle pazara cevap vermek durumundadırlar.

Ayrıca filmaşınlerin ithalatına müteakip uygulanan tel çekme işlemlerinden sonra tellere uygulanacak ısıl işlem teknikleri de çok önemlidir. Zira yapılacak işlem yanlışlıkları ile ciddi miktarlarda hurdaların oluşmasına sebebiyet verilebilmektedir.

Bütün bu temel bilgileri esas alınarak, OPT-GW koruma ve haberleşme iletkeninin yurt içi olanakları ile imal edilmesinde uygulanabilecek teknikler aşağıda sunulmuştur ;

1- Genel olarak Türkiye'de tercih edilen ve imal ettirilerek kullanıma alınan OPT-GW tipi Şekil-2'deki tasarım gibidir. Burada fiberlerin bulunduğu paslanmaz çelik tüp şerit banttan laser kaynak yöntemi ile imal edilmiş olup hazır olarak yurt dışından temin edilmesi mümkündür. Ancak imalatçı burada yurt içi olanakları ile yapmak istiyorsa 1.5-2 milyon \$ başlangıç yatırımına katlanmak zorundadır. Fiber malzemeleri imal etmek oldukça pahalı bir teknoloji olmakla beraber yurt içinde imalatını gerçekleştiren birkaç firma mevcuttur. Fiberli çelik tüp ve çelik teller muhakkak boru-tipi makinada veya planetary tip bir makinada ön şekillendirme başlığı kullanılarak imal edilmelidir. Hatlarda genel olarak bu bloklardan 12/18 ve 24 beşikli olmak üzere üç blok bulunur.

2- OPT-GW üretimini, bir işlemde aynı bükme makinasında yapmak en doğrusudur. Ancak makina olanaksızlıkları nedeniyle farklı OPT-GW katların farklı makinalarda bükülmesi gerekebilir. Bu durumda ; OPT-GW tasarımında kullanılacak AlMgSi tellerin çapı 2.5 mm'nin

altında ise bu tip teller Rijit-Tip [bükülecek tele ön-burulma veremeyen] bükme makinası ve özel olarak makinaya göre tasarlanmış ön şekillendirme başlıkları kullanılarak fiberli çelik tüp ve çelik tellerden oluşan birinci kat bükümün üzerine AlMgSi teller bükülebilir. Ancak merkez katın yaylanma rijitliği çok yüksek olduğundan muhakkak boru-tipi veya plenary bir makinada ön-şekillendirme başlığı kullanılarak şekillendirilmiş olması gerekir.

3- Ön şekillendirmede kullanılan başlıktaki ayna üzerinde dizili rolelerin aralıkları, AlMgSi tellerin dış tabakasındaki hatveye göre $9(\text{hatve uzunluğu})/2$ katında olmalıdır. Ön şekillendirme başlıkları genel olarak üç kademeli yapılı ve şekillendirdikleri telleri koni biçiminde toplayarak bükme noktasına verirler.

4- Kullanılan planetary bükme makinasındaki tel yüklü makaraların frenleri, merkezi bir noktadan kontrol edilebilir olmalıdır. Ayrıca makaralardaki tel yükü azaldıkça bununla orantılı olarak da makaranın frenleme dozajıda azalan yönde otomatik olarak değişmelidir.

5- Fiberlerin bulunduğu çelik tüpe verilecek frenleme dozajı, makinanın çalışma düzeni ile çok yakından ilgilidir. Buradaki en önemli hususlardan biriside, sadece fiber-optikli tüpe mahsus tatbik edilecek frenleme dozajıdır. Bu değer olması gerekenden fazla ise tübün ve fiberlerin kopması ile sonuçlanır. Buna karşın bu değer olması gerekenin altında ise bu sefer AlMgSi tellerden oluşacak katın bükülmesi esnasında tüp geriye doğru bükme noktasında polyamid kalıp vasıtasıyla sıkılacağı için sinüsoidal olarak kabarıp ve neticede katlanarak kırılır ve kullanılamaz hale gelir. OPT-GW imalatları en az 4 km olarak gerçekleştirildiğinden tüpün bu imalat hatalarından dolayı kopması veya hasar görmesi demek yaklaşık "10.000\$/mamül makara" hurdasına maruz kalmak demektir.

6- AlMgSi tellerin oluşturdukları tabakaların bükülmesinden önce, tellerin çekilmelerine müteakip ısıt işlemleri tamamlanmış olmaları ve çekme mukavemeti, iletkenlik ve % uzama değerleri ilgili standartlara göre %100 kontrol edilmelidir.

7- EC (electrical conductor grade) alüminyum tellerin bükülmesi esnasında ön şekillendirme gereksizdir. EC alüminyum grubuna giren malzemelerin saflık dereceleri %99.6'den başlayarak %99.7'ye kadar uzanan aralık olarak tarif edilebilir.

Planetary olarak çalışan bloktaki beşik içinde tel yüklü makaraya tatbik edilecek frenleme yükleri; AlMgSi alaşımlı tellere, galvanizli ve alüminyum kaplanmış çelik tellere göre değişiklik gösterir ve bu genel olarak 250 ± 20 N mertebesindedir. Bu değer esas alınarak tam ayarlamalar, makinanın karakteristiklerine ve çalışma tecrübelerine göre tayin edilirler.

8- OPT-GW imalatında kullanılacak bükme makinasının kabıştayınlarının çapı min. 1500 mm, genişliğinin 150 mm olması gerekir. 12 ve 18 bloklu planetary bükme makinası kabıştayınının çekme kuvveti 5000 N ve üç bloklu makinanın çekme kuvvetinin mertebesi 9000 N olması asgari tercih nedenleridir.

9- Bilindiği gibi enerji iletim direklerinin doruk noktalarına asılan bu iletkenler, ısınma ve soğuma etkileri ile uzama-kısalma tekrarlı hareketini iklim koşulları değiştikçe sürekli olarak yapmaktadırlar. Bu nedenle iç sürtünmeleri azaltmak için iletkenin iç boşluklarına nötr gres yağı tatbik edilir. Bu aynı zamanda korozyon içinde önemli bir engelleyici veya geciktirici bir unsurdur. Tasarımda alüminyum, alüminyum alaşım [AlMgSi] ve alüminyum kaplı çelik teller ve alüminyum kaplı fiber tüpü kullanılacaksa korozyon tehlikesi doğal olarak ortadan kalkar. Ancak galvanizli çelik tel veya fiber optiklerin yerleştirildiği paslanmaz çelik tüpün

üzeri alüminyum ile kaplanmamış alternatif tasarımına alınmışsa o zaman korozyon tehlikesi vardır ve gres yağı tatbiki muhakkak yapılmalıdır.

10-OPT-GW tasarımlarında galvanizli çelik teller kullanılacaksa, bu teller TS-730 (IEC/60888) standardına göre belirlenecek "çok yüksek mukavemetli çelik teller" gurubundan olmalıdır. Bu çeliklerin ise, ön-şekillendirme kafasından hatve formunu alırken kırılma ihtimalleri oldukça yüksek olduğundan, imalata almadan önce muhakkak burulma test kontrollerine tabi tutularak malzemenin yüksek dereceden burulma taşıyıp taşıyamadığına bakılmalıdır. Aksi taktirde çelik tellerden biri veya birkaçının imalat esnasında kopması sorunuyla karşılaşılması kaçınılmazdır ve bu ise fiber-optikli tüpün mutlaka hasar görmesi anlamına gelir.

11-Şekil-4 'de görüldüğü gibi merkezde bir alüminyum boru ve içinde fiberlerin olduğu bir OPT-GW tasarımı imal edilecekse, diğer tiplerde karşılaşılan bükmedeki sorunlar %50 civarında azalacaktır. [5]. Burada makinanın mutlaka elektrik kesilmelerinden etkilenmeyecek şekilde donatılarının yapılmış olması gerekmektedir. Bu şart tüm OPT-GW tiplerinin imalatı için mutlak zorunluluk gerektirir. Bu tür OPT-GW imalatlarında, alüminyum alaşımlı tellerin alüminyum boru üzerine bükülmesi daha evvel belirtildiği gibi mutlaka ön şekillendirme başlıkları kullanılarak yapılmalıdır. Zira AlMgSi alaşımlı tellerin büküldükten sonra tekrar eski formlarına dönme kabiliyetleri vardır. İşte bu artık elastik gerilmeleri tamamen pasifize ederek plastik hale dönüştürülmesinde ön şekillendirme başlığı esas işlevi görür. Ön şekillendirme başlığına ihtiyaç duyulmayan saf alüminyum teller için bir zorunluluk yoktur.

ENERJİ NAKİL HATLARINDA KULLANILAN OPT-GW'NUN GETİRDİĞİ AVANTAJLAR

1- OPT-GW kompozit ürünün enerji nakil hatlarına bağlanmaları ile konvansiyonel koruyucu iletkenlerin ana işlevleri olan yıldırım düşmeleriyle oluşan ani yükleri ve oluşacak elektrik kaçaklarını toprağa indirme görevlerini devam ettireceklerdir. Ancak içlerinde taşıdıkları fiber optikler sayesinde ki bunlar ışık dalgaları ile çalıştıklarından yıldırımdan etkilenmemektedirler. Bu ana işlevlerinin yanında önemli derecede veri aktarımı ve iletişim olanakları yaratarak bu alanda yeni kullanım imkanları ortaya koyacaklardır.

2- Kurulacak merkezi haberleşme organizasyonu ile ülkenin hangi enerji iletim hattında arıza olduğu merkezi bir noktadan süratle tespit edilip müdahale edilebilecektir. Hatlara yerleştirilen kameralar vasıtasıyla fiziki olarak hatların durumları görüntülenip, nerelere hangi ekipmanla müdahale edileceği tespit edilebilecektir [6-7].

3- Türkiyede de enerji nakil hatları yakın bir gelecekte kontrol ve yönetim merkezinde toplanan datalar ile yönetileceğinden, enerji tüketimi açısından yoğun olan bölgelerdeki enerji tedarik sürekliliği sorunları OPT-GW'nun sağladığı kontrol olanakları ile daha iyi idare edilebilecektir [6-7].

4- Hatlardaki OPT-GW haberleşme donatıları teknolojik olarak gelişmiş ve gelişmekte olan firmaların iletişim ve data nakilleri için kiralama yollarına imkan verebilecektir [6].

5- Bu tür hatların sağladığı olanaklar yanında, bakımları oldukça kolay ve maliyetleri ise düşüktür.

6- OPT-GW'dan oluşturulan hatlarda, data transferi ve iletişim minimum hata ile çalışırlar. Bu tip hatlarda data transferleri uzun mesafelerde yapılmasına rağmen zayıflama kayıpları minimumdur.

7- OPT-GW hatlarında yapılacak iletişim ve data nakilleri manyetik alan etkileşimlerine asla maruz kalmayacaktır.

8- OPT-GW ile donatılan hatlar her türlü iklim koşullarında çalışmalarını sürdürebilecektir zira bu yeni ürünün yüksek ve düşük sıcaklıklara tahammül seviyesi oldukça fazladır.

SONUÇ

Türkiyede kurulu elektrik ve alüminyum sanayine yönelik makina parkı ile sürekli ekstrüzyon yöntemi kullanılarak AlMgSi alaşımlarından 9.5 mm çapında filmaşın üretmek onlarca atıl durumda olan presler için sorun değildir. Ancak "billet+billet" yönteminde, pres alıcısı içinde billetlerin dolayısı ile filmaşınların sıcak kaynağı işlemin bir gereği olarak gerçekleşir. Dolayısı ile 1600-2000 ton'luk presler ve onlarda kullanılan billetler bu işler için en uygun aralığı oluştururlar [5]. Daha küçük basınç kapasiteli preslerde daha küçük billetler kullanılır dolayısıyla daha fazla kaynak noktası oluşur. Çok kesin olmamakla birlikte her kaynak noktası, tel çekme operasyonlarında sorun yaratma açısından önemli bir potansiyeldir ancak bu konu pek tabii olarak ekstrüzyon kalıplarının tasarımları ve imatları ile de yakından ilgilidir. Türkiye'de AlMgSi filmaşınlarını sürekli döküm ve haddeme yöntemi ile üretebilecek herhangi bir firma mevcut değildir. Ancak dünyadaki AAAC kullanımları arttıkça ve Türkiye'de de kullanıma alındıktan sonra bu tür hatlarında çalıştırılması verimli hale geleceğinden gerekli makina parklarının bu süreçlerde oluşacağını öngörmekteyiz. Bilgi ve becerilerin birikimleri ve küçük ve orta büyüklükteki münferit işlerin yapılmasında "sürekli ekstrüzyon yöntemi" kullanılabilir bir olanaktır.

Bunu izleyen planetary makina parkları da Türkiye de çok yaygın değildir. Zira bükme işlemleri genel olarak rijit tip makinalarlada yapılabilmektedir. Ancak AAAC [All Aluminium Alloy Conductor], OPT-GW, ACAR [Aluminium Conductor Alloy Reinforced] gibi iletken ve haberleşme ürünlerine dünya pazarları ve çok yakın gelecekte de Türkiye pazarı için faaliyet gösterilecekse planetary hatlarının ilgili imalat merkezlerinde bulunması AlMgSi teller için mutlak zorunluluktur.

KAYNAKÇA

1. Kimata, R., Yoshida, K., Schehade, T.A., Varga, L., ve Dr. Günter, O. "Development of an Application Program to Calculate Short-Circuit Temperature Rise in OPT-GW", CIGRE SC22-WG12 Sedai Meeting.1997.
2. **Kimata, R.**, "The current Rating of OPT-GW Under Fault Condition", CIGRE SC22-WG12 Sedai Meeting.1997.
3. **Tsuji, T., Namekawa, Y., Fukasawa, T and Momomoto, S.** "New OPT-GW With Aluminium-Covered Stanless Steel Tube". Hitachi Cable Review No.18, 2001, pp.73-78.
4. **Itou, H., Takahashi, T., Namekawa, Y ve Takagi, H.** "Development of Thermo-Resistant Wrap-on type OPT-GW". Hitachi Cable Review No.18, 1999, pp.13-18.
5. **Karabay, Sedat., Zeren, M.** "AAAC iletkenlerin imalatında, %3 AlB2 Alaşımı ile Aşılınmış AA-6201 Billetlerden Ekstrüzyon Yöntemi ile İmal Edilen Filmaşınların Kullanılabilirliklerinin Araştırılması". Metal Dünyası. Mayıs, 2003., pp.51-56.

6. Barlett, A.D., Carlotto, G., Carter, c.n. "The Design and Application of Optical Cables into Overhead Lines up to 150 kV". International conference on overhead line design and construction: Theory and Practice (up to 150 kV) , 28-30 November 1988. pp.166-172.

7. Saotome, H., Yoshioka, M., Okada, K., ve Urasawa, K. "Technology for Replacing Ground Wires With Multi-Core OPT-GW". International conference on overhead line design and construction: Theory and Practice (up to 150 kV), 28-30 November. pp.161-165.1988.