

# Raylarda Gerilim Almanın Önemi

Ahmet BOZDAĞ, Gözde EKŞİ, Yrd. Doç. Dr. Gökhan GELİŞEN

## ÖZET

Metro, tramvay, monoray, demir yolları ve diğer tüm raylı sistem yapılarında bulunan ray kaynaklarında hızlı soğumadan dolayı ray başlarında istenmeyen gerilimler oluşarak rayların kristal yapısında bozulmalar olmaktadır. Günümüzde raylı sistem hatlarındaki gelişmeler doğrultusunda raylı sistem hatlarımızda dünya standartlarına ulaşabilmek için olası problemleri ve etkilerini minimuma indirmek ve sistemden en iyi şekilde verim sağlamak gereklidir.

Bu makalede raylarda gerilimin oluşum sebeplerinden bahsedilmiş daha sonra ise gerilimlerin nasıl alınabileceği konusunda bazı bilgiler verilerek konu aydınlatılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Raylarda Gerilim, Ray Gerilimi Kontrolü, Raylarda Sıcaklık Farkının Etkileri, Demiryolu Sistemleri ve Raylarda Bakım

## ABSTRACT

Metro, suburban train, monorail, railways and all other rail systems structures due to the rail weldings fast cooling is the cause of happening unwanted stressed which engenders breakdowns origin of the tracks crystal conformation at the head of the rails. Today according to the rail system developments, for reaching the worlds standarts we should try to decrease the potantial problems and affects minimum and get the best way to ensure the efficiency of the required system.

This article firstly mentions about the causes of the track budling and than try to illuminate the topic with giving some information about how to take stress from the tracks.

**Key Words:** Track Building, Rail Stress, Control in tracks, Effects of temperatures differences in tracks, Railway systems and its care systems.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizdeki raylı sistemler dediğimiz metro, tramvay, demiryolu ve diğer bütün raylı sistemlerde yapılan ray kaynaklarında Hızlı soğumada ray başlarında istenmeyen gerilmeler oluşarak kristal yapısında bozulmalar olmaktadır. Demiryolu idareleri buldukları kendi iklim bölgelerdeki nötür ray sıcaklıklarına bağlı kalarak thermit kaynakları veya alın kaynaklarının yapılmasını nötür sıcaklığına bağlı kalınarak (örneğin İstanbul için 28 °C ) nominal ray sıcaklığının nötür sıcaklığının 20 °C derece altında ve 15°C üstündeki sıcaklıklarda +/- 3 derece emniyet değerlerine uyularak bu çalışma aralığında kaynak yapmaları gereklidir. Demiryolu idareleri kendi ülkelerindeki bölgesel nötür sıcaklığını belirlemeleri çok önemlidir. Ray kaynak sıcaklık aralığının tespitinde önem arz etmektedir. Demiryolu idareleri ray döşeme sıcaklıklarını belirlenmesi ile 140 - 150 mt. geçen metrajlardan sonrasında ray gerilimlerinin alınması gereklidir.

Günümüzde raylı sistem hatlarındaki gelişmeler doğrultusunda raylı sistem hatlarımızda dünya standartlarına ulaşabilmek için olası problemleri ve etkilerini

minimumuna indirmek ve sistemden en iyi şekilde verim sağlamak gereklidir.

Hat yapımı ve bakım aşamalarında raydaki sıcaklık farklılıkları, rayların montajı, hattın yanal kayma direnci ve özellikle kurplu (viraaj) yol kesimlerinde uzun kaynak uygulamaları hat kayma direnci ve özellikle kurplu yol kesimlerinde yolun yanal stabilitesi açısından büyük önem arz etmektedir.



CGC - Railstress Test (Katalog Sayfa 1)

## 2. RAYLARDA GERİLMENİN NEDENLERİ

Raylı sistem tasarım ve uygulamalarında cebire (genleşme payını bağlayan demirler) ile eklenmiş raylar yerine uzun kaynaklı rayların kullanılması, yaygınlaşınca rayların ek yerlerinde meydana gelen dinamik etkiler, taşıt hat bakım masraflarını gürültünün azaltılmasına karşın, raylardaki ısısal genleşme olanağını kısıtlaması nedeniyle hat çerçevesinde yanal yönde oluşan gerilmeleri arttırmakta ve hattın yanal stabilitesini bozarak, yolun burkulmasına, dirseklenmesine ve kazalara neden olabilir. Zamanımızda işletme hızlarının ve dingil yüklerinde artışlarda dinamik etkileri ve burkulma olasılığını artırmakta, yanal stabilite bozulmasından kaynaklanan kazalar ve hat hataları meydana gelir.

En önemli nedenlerden biriside demiryolu yapım ve bakım aşamalarında raydaki sıcaklık farklılıklarında ve hattın yanal kayma direncine önem verilmemesidir. Özellikle balastlı (çakıl taşı) hatlarımızda güçsüz yanal kayma direnci zayıf kurplar. Demiryolu üst yapısında (raylar, traversler, balast veya betonarme plak) tren yüklerini alt yapıya (zemin, formasyon tabakası) emniyetle aktarır ve yayarak azaltır. Periyodik bakımların gerçekleştiği kısımdır. Demiryolu alt yapı zeminlerinin yetersiz kalması, bunun üzerine daha iyi bir zemin tabakasının serilmesinde çok fayda vardır, bu tabaka

formasyon tabakasıdır. Hat eksenine dik yönde eğim verilmiş olan ve alt balast kotuna kadar gelen temel tabakanın yeterli dayanıklılığa ve stabiliteye sahip olmalı ki iyi bir drenaj sağlayan yüksek hat kapasitesi, uzun dönem hat sağlamlığı yüksek tren yoğunluğunda bile az bakım gerektirmesi, işletme hızlarının ve dingil yüklerini arttırma imkânı sağlayan demiryolu hattına bütün bir sistem gibi bakılması gerekiyor.

Büyük yol hatası olan demiryolu hatlarının bozuk kesimlerinde, özellikle hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında rayların ısınması sonucu oluşan yüksek aksel basınç kuvvetleri, termal kuvvetler ile taşıt titreşimlerinin tetikleyici etkisi birleşince burkulmaların meydana gelmesi kaçınılmazdır.

Görüldüğü gibi demiryolu hatlarında fren demeraj (evresi) ve ısı gibi yatay kuvvetler altında ray ve hat arasındaki etkileşim sonucunda rayda oluşan ilave gerilmelerin belirli sınır değerlerinde tutulması için hattın yatay, düşey ve yanal yöndeki görelî deplasmanı sınır değerlerini aşılması durumunda raylarda deformasyonlar, balast tabakasında stabilitenin bozulması gibi istenmeyen durumlar meydana gelir. Bu durumlar da can ve mal güvenliğini tehlikeye sokan çok önemli sonuçlar çıkar (bak Resim1). Bu nedenle demiryolu hatlarında demiryolu üst yapısının etkileşimi mutlaka incelenmeli gerilmelerin ve deplasmanların sınır değerler içinde kalması ve ray gerilme değerlerinin sınır değerleri aşıldığı durumlarda ise destressing (ray germe ) genleşme aygıtları kullanarak gerilmelerin sınır değerler içinde tutulması sağlanmalıdır.



Milliyet Gazetesi (2010) Adana-Malatya 53272 sefer sayılı yük treni raydan çıkması

### 3. RAYLARDA GERİLMENİN DOĞURACAĞI SONUÇLAR

Görüldüğü gibi demiryolu hatlarında fren demeraj (evresi) ve ısı gibi yatay kuvvetler altında ray ve hat arasındaki etkileşim sonucunda rayda oluşan ilave gerilmelerin belirli sınır değerlerinde tutulması için hattın yatay, düşey ve yanal yöndeki görelî deplasmanı sınır değerlerini aşılması durumunda raylarda deformasyonlar, balast tabakasında stabilitenin bozulması gibi istenmeyen durumlar meydana gelir. Bu durumlar da can ve mal güvenliğini tehlikeye sokan çok önemli sonuçlar çıkar (bak Resim1). Bu nedenle demiryolu hatlarında demiryolu üst yapısının etkileşimi mutlaka incelenmeli gerilmelerin ve deplasmanların sınır değerler içinde kalması ve ray gerilme değerlerinin sınır değerleri aşıldığı durumlarda ise destressing (ray germe ) genişleme aygıtları kullanarak gerilmelerin sınır değerler içinde tutulması sağlanmalıdır.

Bağlantı yerinde yeteri kadar boşluk bırakılmamış tren rayları yazın genişince bozulur. Demiryolu yatağında yer değişmeleri fleş (kurp ve parabolde daire yayını kesen kiriş ile daire yayı arasındaki mesafe) bozulmaları deresaj (hattın ekseninden kaçması) ve nivelman (ray hattının kotunun kırmızı kotunun ) bozulmaları oluşur. Travers açıklığının büyümesi ve hat rijitliği bozulduğu gibi yanal direncin zayıflaması, demiryolu seferlerini aksatır ve hat kullanılamaz duruma gelir. Bu tür durumlar demiryolu hat bakım masraflarının artmasına neden olurlar. Bütün bu sebeplerden dolayı demiryolu bakım ve tamirlerinin kısa sürede gerçekleşmesi mümkün olmayacaktır. Bu durum işletme kayıplarını artırdığı gibi en önemlisi demiryolu güvenliğini zedelemektedir. Can kayıpları, işletme kayıpları, zaman kayıpları, yol ve tren hasarları, demiryolu üst yapısı hasarları, taşınan yüklerin hasarlanması işletme prestijinin kaybolması, taşınan yolcu sayısının düşmesi, demiryollarına olan güvenin kaybolması ve en önemlisi insan ölümleri ve bu kazada sakat kalan insanlar geride kalan aileleri acılar içinde bırakmıştır.

### 4. DEMİRYOLLARINDAKİ MEVCUT RAYLAR VE KULLANILAN YÖNTEMLER

Rayların ek yerlerinin kaynaklanması nedeniyle sanki yekpare (tek parça) uzun kaynaklı raylar elde edilir.

Bunların girişi ile beton traverslerin, ağır rayların, elastik bağlantı elemanlarının kullanımı ve gelişmiş ölçme teçhizatının girişi ile demiryolları sürekli bir gelişim süreci içine girmiştir. Trenlerin ağırlığı ve hızlarının daima artması ile ray ve makas imalatlarının gelişimi, yeni ve gelişmiş malzemeler, imalat ve bakım prosedürlerini değiştirmek zorunluluğunu getirmiştir. Bu da demiryolu yapımında ve bakımında kaynak prosesinin daha yaygın uygulanmasına öncülük etmiştir.

Demiryollarının yapımında spesifik bir kaynak prosesinin ilk önemli uygulaması muhtemelen kısa uzunlukta ki rayların birbirine bağlanması için termit kaynağının kullanılması ile gerçekleşmiştir. Çeşitli kaynak prosesleri demiryollarında değişik amaçlarla uygulamaya konulmuş ve uzun kaynaklı rayların imalatı ile birlikte elektrik yakma alın kaynağı uygulamaya girmiştir. Bugün kilometrelerce uzunlukta tek parça halinde sürekli kaynaklı raylar demiryollarında kullanılmaktadır.

### 5. RAYLARDA TERMAL KUVVETLER VE GERİLMENİN ALINMASI

Trenlerin ağırlığı ve hızlarının daima artması ile ray ve makasların imalatının gelişimi, yeni ve gelişmiş malzemeler, imalat ve bakım prosedürlerini değiştirmek zorunluluğunu getirmiştir. Bu durum zorunlu olarak demiryolu yapımında ve bakımında kaynak prosesinin daha yaygın uygulanmasına öncülük etmiştir. Böylece rayların genişmeden dolayı gerilmelerinin alınması gerekli duruma gelmesine neden olmuştur.

Boylamasına yer değiştirmeye karşı direnç, yol izgarasının hareket etmeden veya oturmadan boylamasına yönde hareket eden yüklere dayanma yeteneğini açıklar. Termal etkiler, ortam sıcaklığındaki değişimlerle (ve dolayısıyla ray sıcaklığındaki değişimlerle) birlikte mekanik etkilere, tren hareketine bağlı olarak boylamasına kuvvetler gelişir. Absorbe edilecek olan mekanik kuvvetler ivmeyle, çekme kuvvetiyle veya trenin yavaşlaması veya fren yapması sırasında gelişir. Boylamasına yönde hareket eden bu mekanik kuvvetler, genellikle 10 kN/raydan azdır . Ayrıca ray üzerinde çalışan trenler ek ray kaymasına neden olurlar. Bu kayma hareketi yoldaki birleştirmeler veya geçitler gibi sabit noktalarla engellendiğinde boylamasına yönde önemli basınç kuvvetleri oluşabilir. Ray bağlantıları, yolun anahtar noktalarına aktarımlarını önlemek için bu kuvvetlere dayanıklı olmalıdır.

Termal kuvvetler üzerinde yaptığımız çalışma ve araştırmalardır. Raylar üzerindeki biriken gerilmelerin termal yüklere dönüşmesi ile ray üzerinde bağlı olan ray bağlantı elemanlarını zorlamakta hatlarda, özellikle balastlı hatlarda, yanal direncin az olan zayıf kesimlerde hat sıcaklığın etkisi ile dirsekler yaparak tren seferlerinin yapılmasını engeller veya durdurabilir de; sert raylarda da conta kaynaklarının kırılmaları raylar, atmosferik değişimlerden dolayı sıcaklıklarda büyük değişimlere maruz kalırlar. Yüksek sıcaklıklarda uzamaya, düşük sıcaklıklarda ise büzölmeye meyillidirler. Bağlantılı yolun tersine uzun kaynaklı yol, uzunlukta ki değişimi absorbe edemez. Bu nedenle sıcaklıktaki herhangi bir değişim gerilmeye dönüştürölür. Yapılan kaynakları nominal sıcaklıkta yapmak gerekir. Nominal sıcaklık değeri İstanbul için 25 °C aslında kaynakları bu sıcaklık değeriine yakın derecelerde rayları birleştiren conta boşluklarını termit kaynak yapmak gerekirken, bu her zaman mümkün olmaz. Hava şartları, çalışma şartlarından dolayı bu bazen örneğin 10 °C -15C° derecede farklı ray sıcaklıklarında kaynaklar yapmaktayız. Farklı ray sıcaklık değerlerinde yapılan termit kaynakları kaynaklarda gerilmelere dönüşürler (bak Resim 2)



**Resim 3** İstanbul Ulaşım A.Ş. (2008) Yenibosna - Havalimanı arasında LRT hattında gerilim alma çalışması

### 5.1. RAYLARDA GERİLME ALINMAZ İSE DOĞACAK SORUNLAR

Sıcaklıktaki değişim, rayda aşağıdaki gerilim değişimine neden olur. Bu sebeple gerdirme ısısından farklı ray ısılarında ya bir itme gerilimi (yazın ) ya da bir çekme gerilimi (kışın ) meydana gelir. Bu kuvvetler neticesinde hatalı ray kaynak contalarında kırılmalar olabilir. Sıcaklık değişiminin bir şekilde karşılanması

gerekıyor. Ray gerdirme ile termal gerilmeler nötralize edilir. Rayları bir şekilde gerilimsiz konuma getirmek lazımdır

Ray boyunca ortaya çıkabilecek gerilmelerin alınmaması durumunda doğabilecek mahzurlar arasında aşağıdaki noktaları sayabiliriz.

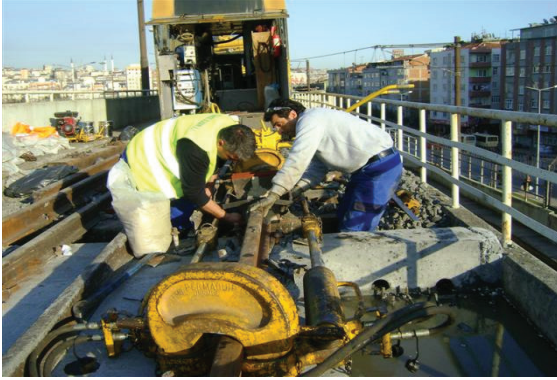
- Ray kırılmalarının çok olması bir kaynak maliyetinin yükselmesi,
- Hat yanal dirençlerin zayıf kısımlarında dirsek vermesi,
- Ray gerilimi, imalatında yapılmayan örneğin T4 hattında Habibler-Topkapı hattında 288 adet ray kırığının oluşması,
- Hattın yüklendiği gerilimin bilinmemesi
- Ekartmanı (iki ray arasındaki mesafenin mm olarak değeridir) zorlar. Normal değer 1435 mm dir.
- Hat boylamasına kuvvetler artacak, rejler (genleşme contaları) dil uzaması artacak açıklıklarda gevşemeler oluşacak,
- Kaynak contalarında gerilim yüklenmesi,
- Hat balast direncinin zayıf kısımlarında bozulmalar artar,
- Ray bağlantı malzemesinin fazla yüklenmesi ve zorlanması yük altında işletme yapılmasına neden olunur,
- Kaynak işlerinden sonra meydana gelen büzölme geriliminden oluşan boyuna kuvvetler bu sıcaklık değişimleri ile önemli miktarda boyuna kuvvetlerin çok yükselmesi ile hat stabilitesini bozar,
- Deraylar her an hatların kapanmasına ve işletme kayıplarına neden olacaktır,
- Yeni yapılan demiryolu veya hafif metro tramvay hatları işletmeye açılmadan önce raylarının gerilmelerinin alınması şarttır.

Derayların (trenin raydan çıkması) önüne geçilmesi bakımından hat gerilmelerinin bilinmesi yani ölçülmesi de gereklidir. Gerilim değerlerinin bilinmesi önlemlerin alınmasını gerekli kılar (bak Resim 3). Üzerinden geçen trenlerin dinamikleri ve beraberinde hava sıcaklık

larının ortaya koyduğu etkiler, rayları zaman içerisinde zorlamaktadır. Rayların gerilimlerin ölçümlerinin yapıp ray üzerindeki gerilimlerin alınıp gerilimsiz konuma getirilmeleri gereklidir (bak Resim 4).



**Resim 4** Raylarda gerilme ölçüm çalışmasından bir görünüm (Railstresstester BHP biliton Australia)



**Resim 5** İstanbul Ulaşım A.Ş. M1 hattı gerilim alma pompalarının çalışmasından bir görünüm

## 6. SONUÇ

Ülkemizdeki demiryolu hatları, hızlı tren hatları, metro ve hafif raylı sistemle, feniküler sistemler tramvay hatları bütün bu raylı sistemlerde ray üzerindeki işlemlerde tünel kesimlerde sıcaklık değerleri sabit ise sadece inşaat aşamasında gerilim alınabilir. Sıcaklık sabit kaldığı sürece problem teşkil etmez. Ancak sistemde sıcaklık değişimleri yükselmeler ve düşmeler varsa ray gerilimi alınmalı sistemi termal yüklerden korumak gerekir.

Tünel kesimlerinde yapılan sıcaklık ölçüm kontrollerinde rüzgâr esintileri veya hava akımları nedeniyle sıcaklık değişimleri yaşıyorsa gerilim oluşacağından rayların gerilimsiz duruma getirilmeleri gerekir. Rayların gerilimlerini almak için kullanılan yöntemleri öğ-

renmek ve demiryolu usta işçilerimize ray gerdirme yöntem ve uygulamalarını öğretecek eğitim ve uygulamalar ile gerekli bilgiler verilmeli. Hatlarımız gerilim yüklerinden kurtulması ve hatlarda aşınan rayların değiştirilmesi yapıldığında yeni raylar döşendiğinde rayların gerilmesi alınmalıdır. Maalesef ülkemizde bu konuda çok gerilerde kaldığımız aşikârdır. Ülkemizde metro ve tramvay hatlarının artması hızlı trenle birlikte hızlı bir değişim ve ilerleme yaşanmaktadır. Demiryollarında ray genişlemesinden dolayı oluşan tren kazalarının azaltılması ve demiryollarımızın güvenilirliği zedelenmemelidir.

Demiryolu alt üst yapısı proje hızlarında yük ve yolcu trenlerin güvenli seyir imkanlarını sağlamalı, yük trenlerinden gelen ağır yükleri taşıyabilmelidir. Hat bakım maliyetlerini azaltıcı stabilizasyon sağlayan bir demiryolu hattı olabilmelidir. Hattın servis ömrü boyunca demiryolu yükleri ve üst yapı ağırlığına dayanabilen bir demiryolu hattının elastik bağlantı istemi üzerinde kurulu yüksek bir balast kalınlığı ile iyi bir formasyon tabası üzerine oturtulmuş demiryolu hattının yanal dirençlerini karşılayabilen güçlü hat direnci ile düzgün hesaplanmış araçların akışı yüksek olan demiryolu hatlarında termal yüklerle karşı gerilimleri alınmış yüksek seyir imkanları sağlayan demiryolu hatlarımızın gelişimini ilerlemesini görmek insanlarımızın isteğidir.

## KAYNAKÇA

- A.Kish ,G.Samavedam, A.Purple, J.Schoengard December 1993 " Parametric Analysis and Safety Concepts of CWR Track Buckling " Us. Department of Transportation, Ferderal Railroad Administration
- A.Kish ,G.Samavedam Jan 2010, "Risk Analysis Based CWR Track Buckling Safety Evaluations"
- A.Kish , Gopal Samevedom ,March 2013 "Track Buckling Prevention:Theory, Safety, Concepts and Applications"
- Ahmet Bozdağ, Nisan 2014 "Raylarda Gerilim Alma"
- Bobby Magill, July 2014, "Derailments May Increase as 'Sun Kids' Buckle Tracks" Erişim: <http://www.climatecentral.org/news/climate-change-warp-railroad-tracks-sun-kinks-17470>

- Donald Plotkin (Federal Railroad Administration Office of Research and Development) Jan 2013 "The Influence Of Track Maintenance On The Lateral Resistance Of Concrete Tie Track"
- G.W. Ritter (Edison Welding Institute ), Leith Al-Nazer (Federal Railroad Administration) October 2015 "Quantification of the Effectiveness of Low Solar Absorption Coatings for Reducing Rail Temperature"
- Mahmood Fateh, June 2008 "Ultrasonic Monitoring of Longitudinal Rail Stress "
- US Department of Transportation, Federal Railroad Administration
- The FRA and Volge Centre , December 2014 "Track Buckling Research"
- Prof. Dr. Aydın Erel, Nisan 2009, "Raylı Sistemlerde Raylı Aşınma" Kent ve Demiryolu
- **İstanbul Ulaşım A.Ş. Saha Çalışmaları**
- Yapı Merkezi-Gia industri LRTS İnşaatı Çalışmaları



**Mim. Gözde EKŞİ**

Sayın Ekşi 1985 yılında İzmir’de dünyaya gelmiştir. 2009 yılında Bahçeşehir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünden mezun olduktan sonra bir süre Zeynep Fadilloğlu Design Ofis’de Mimar olarak görev almıştır. Daha sonra İzmir Büyükşehir Belediyesi Banliyö ve Raylı Sistemler Dairesi Başkanlığında Hatay -İzmirspor İstasyon yapım işi ve Göztepe-Fahrettin Altay İstasyon yapım işinde görev almıştır. Şu anda halen mimar olarak görevini sürdürmektedir. Aynı zamanda Bahçeşehir Üniversitesi Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yöntemleri Bölümünde Yüksek Lisans öğrencisidir.



**Ahmet BOZDAĞ**

1966 Tekirdağ doğumlu Yıldız üniversitesi İnşaat fakültesi demiryolu inşaatı ve işletmeciliği bölümü İktisat fakültesi ve Yıldız üniversitesi sürekli eğitim araştırma merkezi raylı sistemler uzmanlığı ve yüksek lisansı Bahçeşehir üniversitesi. Kentsel sistemler ve ulaştırma yönetiminde devam ediyor. İki kitap ve iki patenti bulunmakta ve YAPI MERKEZİ İNŞAAT VE SANAYİ A.Ş. 7 yıl Üst yapı inşaat sorumlusu 7 yıl çalışmıştır. 1996 dan bugüne Metro İstanbul’da çalışma hayatına devam etmektedir.



**Yrd. Doç Dr. Gökhan Gelişen, P.E., P.M.P., LEED AP BD+C, ENV SP**

Proje kontrol alanında uzmanlaşan Dr. Gelişen yaklaşık yirmi yıldır uluslararası mega inşaat projelerinde yöneticilik yapmakta ve Bahçeşehir Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi’nde araştırmalarını sürdürmektedir. Nev York, Nev Jersey ve Connecticut eyaletlerinde imza yetkili Profesyonel Mühendis olarak kayıtlı olan Dr. Gelişen Profesyonel Proje Yöneticisi, Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik Yeşil Üyesi ve Profesyonel Sürdürülebilirlik Planlamacısı görevlerini sürdürmektedir.

Çeşitli sosyal ve meslek kuruluşlarında yıllardır yönetici olarak görev yapmakta ve genç profesyonellerin yetişmesine katkıda bulunmaktadır. TED USA Alumni Association’ın kurucuları arasında yer alan Dr. Gelişen Türk Amerikan Dernekleri Federasyonu Başkan Yardımcılığı, Mimar, Mühendis ve Biliminsanları Derneği, ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mezunları Derneği Başkanlığı görevlerini yürütmüştür.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde lisans, Lehigh Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans, Columbia Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans ve Polytechnic Institute of NYU İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde doktora çalışmalarını tamamlamıştır.