

BÖLÜM 4: GEÇKİ (GÜZERGAH) ARAŞTIRMASI

4.1 GİRİŞ

Geçki (güzergâh) bir yolun arazi üzerinde takip ettiği doğrultudur. İki noktayı bağlamak için farklı alternatifler bulunabilir. Bunlardan en uygununu seçme işi, geçki araştırmasıdır. Bu çalışma öncelikle bir ekonomik karşılaştırma gibi görünse de gerçekte pek çok değişkene bağlı olarak yapılan bir optimizasyon çalışmasıdır. Diğer bir ifadeyle geçki araştırmasında dikkate alınması gereken çok sayıda farklı parametre vardır. Bir geçki araştırması sırasında, ayrıntılı şekilde incelenip karşılaştırmalara esas teşkil edecek olan seçeneklerin aşağıda verilen koşulları sağlaması beklenir.

- Geçki, ana kontrol noktalarını birbirine bağlamalıdır. Bu noktalar genellikle yolun başlangıç ve bitiş noktaları ile aradaki büyük yerleşim merkezleri gibi yolun geçmesi zorunlu olan yerlerdir.
- Geçki, seçilen yol sınıfının gerektirdiği standartlara uygun olmalıdır. Örneğin yüksek standartlı ve proje hızı yüksek bir yol için çok büyük yarıçaplı kurplar gerekebilir.
- Geçki, yoldan geçmesi beklenen trafiğe, proje ömrü boyunca hizmet edebilecek nitelikte olmalıdır.
- Geçki, yolun ana kullanım amacına uygun olmalıdır. Sosyal, ekonomik, endüstriyel, ticari, turistik konularda istenen amacı yerine getirmelidir.
- Geçki, jeolojik açıdan uygun yerlerden geçmelidir.
- Geçki, toprak işi maliyetlerini düşürücü şekilde geçirilmelidir.
- Geçki, drenaj açısından problemlenmeyen yerlerden geçmelidir.
- Geçki, akarsu geçişlerinde köprü maliyeti açısından dik olmalıdır.
- Geçki, malzeme temini kolay yerlerden geçmelidir.
- Geçki, kamulaştırma maliyeti yüksek olmayan yerlerden geçmelidir.
- Geçki, bakım maliyeti yüksek olmayan yerlerden geçmelidir (kuzey-güney farkı gibi).

Geçkinin sıralanan şartların hepsini aynı anda sağlaması zordur. Bu şartlar çatışabilir. Önemli olan yukarıdaki şartları içeren mevcut seçeneklerden en uygununu bulmaktır.

4.2 GEÇKİ ARAŞTIRMASININ AŞAMALARI

Ana kontrol noktaları, standartları ve trafik karakteristikleri belirlenmiş bir yol için en uygun geçkinin araştırılması işi birbirini izleyen üç aşamalı bir çalışmayı gerektirir. Bu aşamalar aşağıda verilmiştir:

- İstikşaf (ön inceleme)
- Etüd
- Ekonomik karşılaştırma

Yol geçmesi planlanan bölgenin genel bir incelemesinin yapılarak ilk bakışta mümkün görülen seçeneklerin ortaya konması amacıyla yapılan çalışma **ön inceleme (istikşaf)** çalışmasıdır. **Etüd** aşamasında ise; ön inceleme sonucunda seçilen farklı alternatiflerin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi hedeflenir. Son aşama olan **ekonomik karşılaştırma** aşamasında; kesin geçkinin belirlenmesi amacıyla seçenekler son kez ekonomik faydaları bakımından kıyaslanır.

4.2.1 İstikşaf (Ön İnceleme)

Yolun geçeceği bölgenin genel olarak incelenmesiyle ilk anda mümkün görünen seçeneklerin ortaya çıkarılması işine **istikşaf** denir. Bunun için 1/25.000'lik eşyükselti eğrili harita ve 1/100.000'lik jeolojik haritalardan yararlanır. Haritalar üzerinde uygun görülen seçenekler araziye çıkılarak topografik, jeolojik ve geoteknik açılarından yerinde incelenir. Bunlara göre ilk elemeler yapılır. Buna göre; toprak işi ve sanat yapısı açısından maliyeti arttıran seçenekler, jeolojik açıdan mümkün olmayan seçenekler, topografik açıdan yüksek yapım ve bakım maliyetli seçenekler elenir. İstikşafın hassasiyeti yolun sınıfına göre değişir.

Çalışma sonunda elde kalan her seçenek için bir rapor hazırlanır. Hazırlanan bu raporlarda şu bilgilere yer verilir:

- Bölgenin topografik durumu
- Geçki boyunca jeolojik oluşum, geoteknik yapı ve heyelan durumu
- Yer altı ve yüzeysel suların durumu ile drenaj imkanları
- Yolda kullanılması muhtemel malzeme ocaklarının durumu
- Muhtemel sanat yapılarının yerleri, cinsleri ve yaklaşık boyutları
- Geçkinin toplam uzunluğu
- Kamulaştırma durumu
- Kaba bir metraj ve genel bir maliyet hesabı

Yol geçişini en kaba şekilde belirlemek üzere yapılan ilk iş, **sıfır çizgisi çalışmasıdır**. Eşyükselti eğrili harita üzerindeki zorunlu noktalar arasında yapılan bu çalışma, geçkinin seçilen standartlara uygun bir şekilde geçirilebilmesi için kılavuzluk vazifesi görür.

4.2.1.1 Sıfır Çizgisi Çalışması

A (başlangıç) ve C (bitiş) olarak kabul edilen iki zorunlu noktanın kotları biliniyor ve aralarındaki kuş uçuşu mesafe de yaklaşık olarak kestirilebiliyorsa, belirli bir eğimle bu iki nokta arasında yol yapılabilir.

Bu durumda elde edilecek eğim şu şekilde ifade edilir:

$$s_0 = \frac{\Delta h_{A-C}}{L_{A-C}} \cdot 100 \quad (4.1)$$

Burada; s_0 : Yolun boyuna eğimi (%)

Δh_{A-C} : Zorunlu noktalar arasındaki kot farkı (m)

L_{A-C} : Zorunlu noktalar arasındaki yaklaşık mesafe (m)

Ancak yol güzergâhının nereden geçeceği, sorusuna bu aşamada kesin bir cevap vermek mümkün değildir. Zira bu kararı etkileyen iki parametrenin, noktalar arasındaki mesafenin ve eğimin, değişimine göre çok sayıda seçenek ortaya çıkar. Ayrıca düz, dalgalı ve dağlık olmak üzere çeşitli arazi şekillerinin mevcudiyetine göre de seçenekler sonsuz sayıdadır. Esasen sıfır çizgi çalışması bu seçeneklerin sayısını değerlendirilebilir ve daha makul bir düzeye indirmek için yapılır.

Sıfır çizgisi, ardışık eşyükselti eğrilerinin arasına yerleştirilir. Sıfır çizgilerinin birleştirilmesiyle kırıklı bir çizgi (poligon) elde edilir. Bu şartlarda toprak işinin **sıfır** olacağı kabul edildiğinden bulunan poligona **sıfır poligonu**, yapılan işe de **sıfır çizgisi çalışması** adı verilmiştir. Sıfır poligonunun eşyükselti eğrilerini kestiği noktalardan yararlanarak bir boykesit çizilecek olsa, sabit eğimli düz bir çizgi elde edilir. Sıfır çizgisinin eğimi proje standartlarında ön görülen maksimum eğimden düşük olmalıdır ($s_0 < s_{maks}$).

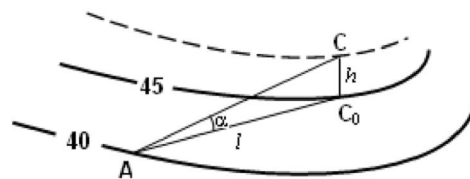
Bir sıfır poligonunun eğimi, normalde kendisini oluşturan sıfır çizgilerinin eğimiyle aynıdır. Yani bütünün eğimi sabit ise eşit uzunluktaki parçaların eğimleri de sabit ve aynı değerde olmak zorundadır. Buna göre ardışık iki eşyükselti eğrisi arasındaki eğim şu şekilde ifade edilir:

$$l = \frac{h}{s_0} \cdot 100 = \frac{h}{\tan \alpha} \quad (4.2)$$

Burada; l : Sıfır çizgisi uzunluğu (m)

h : Ardışık iki eşyükselti eğrisi arasındaki kot farkı (m)

α : Sıfır çizgisinin boyuna yönde yatayla yaptığı açı



Şekil 4.1: Ardışık iki eşyükselti eğrisi arasındaki eğim

Ardışık iki eşyüksekti eğrisi arasındaki kot farkı, haritanın ölçeğine göre değişir. Genellikle, 1/1.000 ölçekte 1 m, 1/2.000 ölçekte 2 m ve 1/5.000 ölçekte 5 m alınır. Daha küçük ölçekli haritalarda ise (1/10.000, 1/25.000 gibi) farklı değerler kullanılır.

Sıfır çizgisi çalışmasına yaklaşık bir eğimle başlanması tavsiye edilir. Başlangıçtaki eğimin maksimum eğime göre mertebesini belirlemek üzere, zorunlu noktalar arası mesafeyi kuş uçuşu olarak ölçmek veya ip poligonu ile kestirmek mümkündür. Hesaplanan sıfır çizgisi uzunluğunu haritaya işlemek için harita ölçeğine çevirmek gerekir. Harita ölçeğine çevrilen uzunluk, artık çalışmada kullanılacak pergel açıklığıdır. Belirli bir ölçekteki harita için pergel açıklığı (l_p) şu şekilde hesaplanır:

$$l_p = l \cdot (\text{ölçek}) \quad (4.3)$$

Sıfır çizgisi uzunluğu belirlendikten sonra pergelin bir ayağı yolun başlangıcındaki eşyüksekti eğrisine yerleştirilir diğer ucuyla da gidiş yönündeki bir sonraki eşyüksekti eğrisi kestirilir. Kesim noktasıyla başlangıç noktası cetvelle birleştirilir.

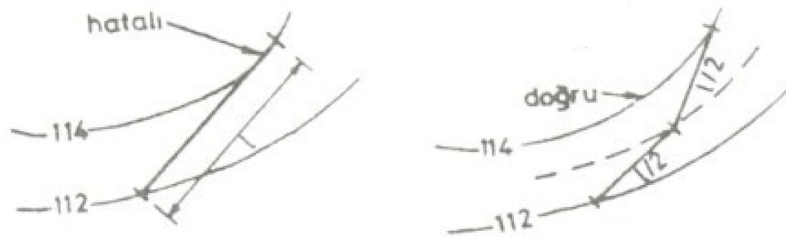
Bu işlem tekrarlı olarak aynı pergel açıklığıyla yolun sonuna kadar devam ettirilir. Ardışık işlemler sonunda elde edilen poligon **sıfır poligonudur**.

4.2.1.2 Sıfır Çizgisi Çalışmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Zorunlu noktalar arasında mümkün olduğunca tek eğim kullanılması önerilir. Gerek duyulduğunda sıfır poligonunun eğimi değiştirilip farklı kesimlerde birden fazla eğimle de gidilebilir. Ancak bu durumda mecbur kalmadıkça iniş ve çıkıştan kaçınılmalıdır.

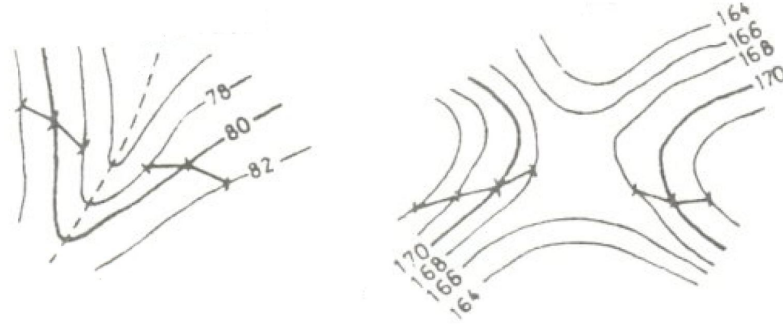
Hesaplanan pergel açıklığı ile ikinci zorunlu noktaya bağlanılamıyorsa seçilen eğim uygun değildir. Bu yüzden eğim değerini değiştirerek yeni pergel açıklığı hesaplanmalıdır. Pergel açıklığını arttırmak için eğim düşürülmeli; pergel açıklığını azaltmak için eğim yükseltilmelidir.

Sıfır çizgisi, eşyüksekti eğrilerini tek bir defada ve net olarak kesmelidir. Şayet sırt ve vadilerde teğet oluyor veya iki defa kesiyorsa ardışık eğrilerin arası ikiye (gerekirse dörde) bölünerek kademeli bir geçiş yapılmalıdır. Bu işlem sırasında ardışık eşyüksekti eğrileri arasında hayali eşyüksekti eğrileri olduğu kabul edilir. Kaç kademe uygulanıyorsa aynı oranda pergel açıklığı düşürülebilir. Örneğin, iki kademeli geçişte sıfır çizgisi boyu yarıya indirilir.



Şekil 4.2: Sıfır çizgisinin eşyüksekti eğrisine teğet olması

Vadi tabanlarında ve tepelerdeki boyun noktalarında aynı kotlu eşyüksekti eğrisi üzerinde atlama yapılabilir.



Şekil 4.3: Vadi tabanlarında ve tepelerde aynı kotlu eşyüksekti eğrisi üzerinde atlama

4.2.1.3 Geçki Ekseninin Belirlenmesi

Çok sayıda ve sıkça kırıklığın bulunduğu sıfır poligonundan oluşan bir geçkide taşıtların istenilen proje standartlarında, güvenle ve konforla seyretmesi mümkün değildir. Bu nedenle çok kırıklı sıfır poligonu, az kırıklı geçki eksenine haline dönüştürülmelidir. Zorunlu noktalar arasında geçki eksenini yerleştirildiğinde kaçınılmaz bir şekilde sıfır poligonundan ayrılmalar meydana gelecektir. Ayrılmaların derecesini yolun sınıfı ve proje standartları belirler. Düşük standartlı yollarda büyük ayrılmalara izin verilmez. Geçki sıfır poligonuna yakın geçirilerek, belirlenen yol standartlarına uymak şartıyla, toprak işi maliyetleri azaltılmaya çalışılır. Yüksek standartlı yollarda ise yüksek düzeyde ve iyi seyir şartları elde etmek için sıfır poligonunu takip hususunda tavizler verilebilir. Burada gözden uzak tutulmaması gereken nokta sıfır poligonundan uzaklaştıkça toprak işinin artacağı, yaklaştıkça toprak işinin azalacağı gerçeğidir. Geçki araştırması sırasında sıfır poligonundan ayrılmaların kaçınılmazlığına mukabil en azından toprak işlerini dengeleyici, yani yarmaların dolguları ekonomik taşıma mesafelerinde karşıladığı bir yol eksenini tasarlamaya çalışılmalıdır.

Geçki eksenini **doğru parçaları** ve **eğrilerden** meydana gelir. Doğru parçalarına **aliyman** adı verilir. Bu aşamada doğruların kesişmelerinden dolayı ortaya çıkan kırıklıkları gidermek için kullanılan daire yaylarına **kurp** denir. Çeşitli sebeplerle kullanılmasında yarar görülen diğer eğriler de **geçiş eğrileri (rakortman)** olarak adlandırılır. Bunlar özel eğriler olup genellikle kübik parabol, lemniskat, klotoid ve 2R yarıçaplı daire yayıdır.

4.2.2 Etüd

Ön inceleme sonunda amaca uygun görülen geçkilerin daha ayrıntılı incelenmesi işi, etüd aşamasını oluşturur. Bu aşamada genel olarak topografik etüd ve zemin etüdü yapılır. 1/25.000 ölçekli haritalarla uygulama projesi ve geçkinin yerinin belirlenmesi işi için yeterli hassasiyet yoktur. İstikşaf sonunda elde edilen geçki seçeneklerine ait daha büyük ölçekte topografik haritaların üretilmesi gereklidir. Yolun önem derecesine göre; şehir dışı yollarda 1/5.000 veya 1/2.000 ölçekli olarak 100-300 m'lik geçki şeritleri için eşyüksekti eğrili haritalar hazırlanır. Otoyollar için ölçek 1/1.000, arazi şeridi genişliği 700-800 m civarında alınır.

İstikşaf aşamasındaki geçkiler, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra hazırlanan yeni haritalara aktarılır. Haritalar üzerinde her geçki seçeneği için plan, boykesit ve enkesitler hazırlanır. Bu iş sonunda, bir nevi avan proje elde edilir. Bu haritalar üzerinde sanat yapıları, diğer yollarla kesişmeler, malzeme temin yerleri, yolla ilişkisi olan sabit tesisler ve özel mülkler de gösterilmelidir.

Zemin etüdüleri konusu da etüd aşamasında önemli bir yer işgal eder. Her geçki seçeneği için ayrıntılı jeolojik ve geoteknik etüd yapılır. Etüdüler sırasında belirlenen yerlerde ve aralıklarda sondaj kuyuları açılır. Alınan örnekler incelenmek üzere laboratuara gönderilir. Bu arada yer altı su seviyesinin de incelenmesi gerekir. Ayrıca yüzeysel suların durumu hakkında bilgi edinmek üzere 5, 10, 50, 100 yıllık hidrolojik kayıtlara göre yağış ve akış rejimi belirlenir. Sonuçların değerlendirildiği ayrıntılı raporlar her seçenek için hazırlanır.

Etüd aşaması sonunda derlenen verilere göre seçenekler arasında karşılaştırma ve gerekiyorsa da ikinci bir eleme yapılır. Böylelikle ekonomik karşılaştırma aşaması için üzerinde durulacak seçenekler de kesinleştirilmiş olur.

4.2.3 Ekonomik Karşılaştırma

Kesin geçkinin belirlenmesi amacıyla seçenekler arasında yapılan son karşılaştırma işine ekonomik karşılaştırma adı verilir. Bu aşamaya kadar toplanan veriler yardımıyla çeşitli yol maliyet kalemlerini hesaplamaya yarayan bilgiler elde edilmiştir. Bunların ışığında yapılacak ekonomik analizle en verimli geçki seçeneğini bulmak mümkündür. Bu iş için **net bugünkü değer, iç verimlilik oranı, fayda/maliyet oranı** gibi çeşitli ekonomik analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Karayolu yatırımlarının sosyal yönü de olduğu için genellikle **fayda/maliyet oranı** yöntemi tercih edilir. Bu yöntemler için temelde, çeşitli dönemlerdeki yol yatırımları ile yolun diğer fayda ve maliyetlerine ait eşdeğer miktarların hesaplanması benimsenmiştir. Bunun için tüm gelir ve gider kalemlerinin para olarak karşılıkları belirlenen bir dönemdeki değerine çevrilir. Yapılan bu işleme güncelleme (aktüalizasyon) adı verilir.

Ulaştırma yatırımlarının tabiatı gereği sosyal bir yönü de vardır. Kârın mutlaka eldeki nakit para cinsinden ifadesi gerekli değildir. Bir bölgenin sosyal, kültürel, endüstriyel gelişimi, karayolunun bu bölgeye sağladığı yatırım ve istihdam imkanlarının uzun vadede toplamı kâr olarak düşünülmelidir. Bu noktadan bakıldığında dolaylı ve dolaysız olmak üzere bir çok fayda ve maliyet kalemi mevcuttur.

Karayolunun ekonomik karşılaştırmasında en büyük fayda/maliyet oranını veren seçenek tercih edilir. Normal şartlarda bu oranın 1'den büyük çıkması istenir. Tercih 1'den büyük değerler arasındaki en büyük değeri veren seçenek yönünde kullanılır. Ancak bazı durumlarda bölgenin gelişimi için veya stratejik gerekçelerle fayda/maliyet oranının 1'den küçük çıktığı yatırım programlarının da uygulanması ihtimali vardır. Ülkemizde özellikle gelişmekte olan bölgeler için yatırım programına alınan karayollarında bu durumla karşılaşılmaktadır.

Ekonomik karşılaştırmada en çok dikkate alınan değerlendirme dönemi 20 yıldır. Hizmet ömrü konusunda da bahsedildiği gibi yolun istenen şartları sağlayarak en kötü ihtimalle bu dönemin sonunda ekonomik ömrünü tamamlaması istenir. Ekonomik ömrünü tamamlayan karayolu hizmet etmeye devam eder. Ancak son durumda ortaya çıkan düşük hizmet düzeyini giderebilmek için yolun geliştirilmesi, ilave tesisler yapılması gerekir.