

TASARIM PROJESİ DERS NOTLARI

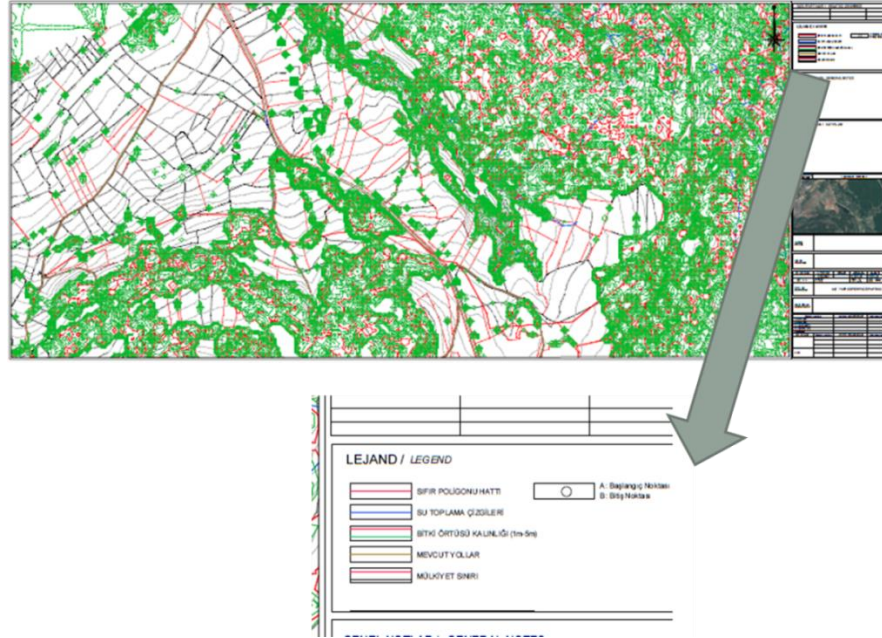
2.BÖLÜM

2.1 GEÇKİ VE PLAN

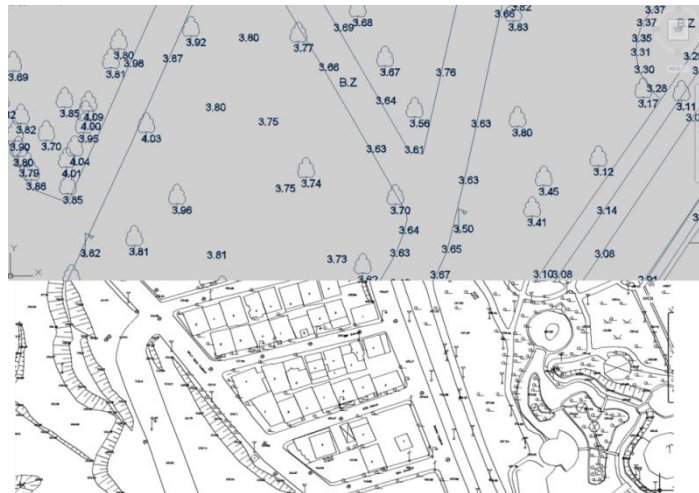
2.1.1 Tasarım Bileşenleri: Veriler

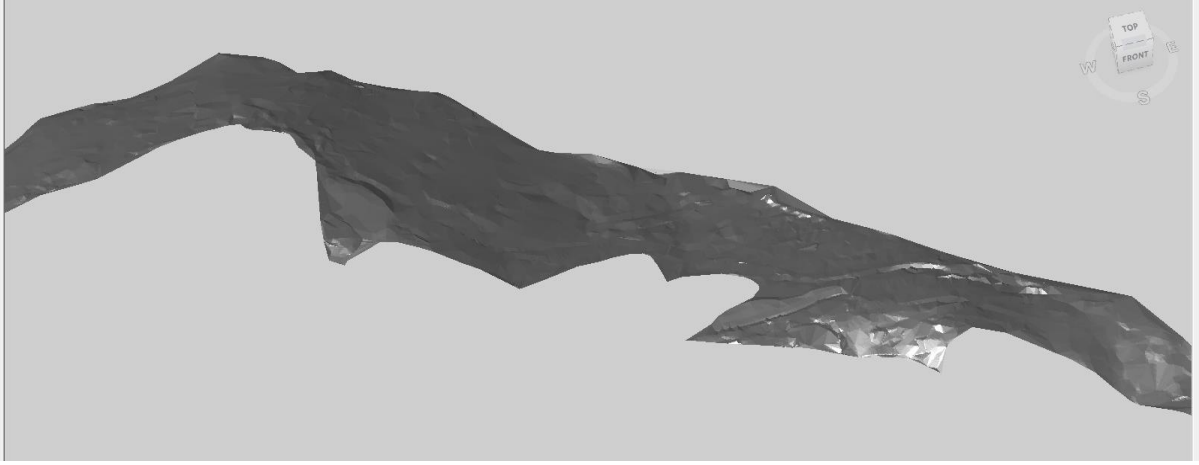
Tasarıma altlık olabilecek ve tasarımı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilecek tüm veriler bir araya getirilerek, geçki oluşturulurken göz önüne alınmalıdır. Yapılacak çalışmanın niteliğine, güzergâhın geçirildiği bölgenin özelliğine göre, farklı nitelikteki veri grupları bir araya getirilmeli ve en optimum güzergahın tasarlanabilmesi için doğru ve güncel veriler kullanılmalıdır. Her ne kadar genel bir sınıflandırma olarak, aşağıda sıralanan veriler dikkate alınsa da, bu sıralama genişletilebilir.

- Arazi Verisi (3B Veri)
- Su Toplama Çizgileri, Havza Alanları
- Bölgenin iklim koşulları, yağış verileri...
- İmar-Kadastral Durum Haritaları
- Mevcut Drenaj Hatları (Menfez)
- Bitki Örtüsü Haritası
- Jeolojik Durum/ Jeoloji Haritası
- Alt yapı Verisi
 - İçme suyu/Atık su/Drenaj Hatları
 - Elektrik, Enerji Nakil Hatları
 - Sabit İstasyonlar
 - Trafo
 - Mezarlıklar
 - Planlanan projeler
 - Mevcut Altyapıya esas olabilecek her türlü veri...
- Çevresel Veriler
 - Ağaç envanteri, yeşil alanlar, parklar...
 - Yaya Yolu Planlaması
- Gürültü Haritası



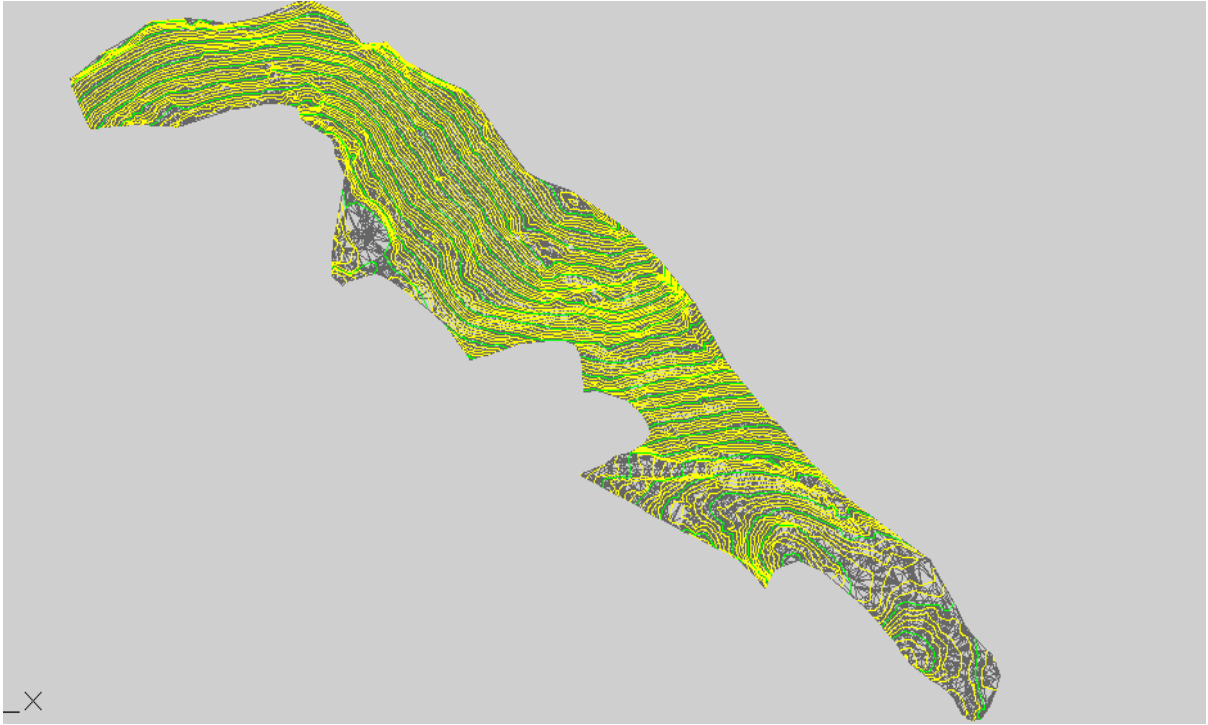
Örnek olarak Şekil 2.1' de, çalışma bölgesine ait mevcut veri altlıklarının bir araya getirilerek sunumu gösterilmektedir. Tüm verilerin aynı anda görülebilmesi karar vericilerin, tasarımı planlanan güzergâh hattına ait koridor çalışması yapabilmelerine olanak sağlar. Bu veriler dışında, en önemli veri grubu da arazi ölçmelerinden elde edilen halihazır haritalardır. Bu harita bilgilerinden yararlanılarak, güzergâhın arazi üzerindeki durumunu görebilmek ve toprakışını hesaplayabilmek için yolun geçirileceği arazinin sayısal arazi modelinin (SAM) oluşturulması gerekir. Sayısal arazi modeli, arazinin karakteristik özelliklerini ve topoğrafyasını yansıtan her detaya ait bilgiyi içermelidir. Tasarıma etki edebilecek veya tasarımı değiştirebilecek nitelikteki her özellik SAM üzerinde gösterilmeli ve yüzey modeli oluşturulmalıdır. SAM oluşturulurken farklı matematiksel fonksiyonları olan enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır.





Şekil 2.3 Araziye ait SAM

Şekil 2.2' de arazi ölçmelerinden elde edilmiş bir hazihazır harita görülmektedir. Halihazır harita üzerindeki 3 boyutlu noktalar kullanılarak, uygun bir enterpolasyon yöntemi ile SAM üretilmelidir (Şekil 2.3). Yol projelendirmede, elde edilen sayısal arazi modelinin gösterimi eşyükseklik eğrileri ile yapılmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Araziye ait eşyükseklik eğrili harita

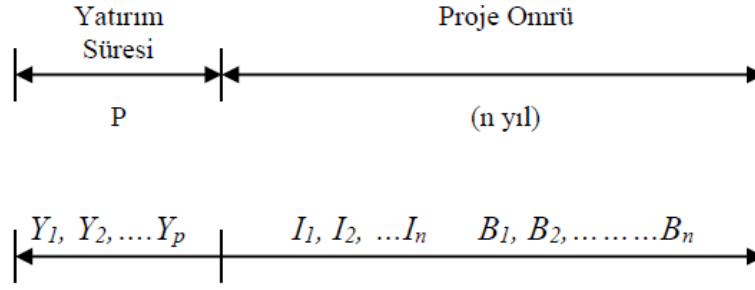
2.2 YOL GEÇKİSİ ve GEÇKİ ARAŞTIRMASI

Genel bir tanım olarak, ulaşım türlerinin eksen çizgilerinin arazi üzerindeki izdüşümleri **geçki** ya da **güzergâh** olarak adlandırılmaktadır. Arazi üzerinde alınan iki noktanın öngörülen uygun eğim değerine bağlı olarak birleştirilmesi işlemi geçki araştırmasıdır. Bu tanım dikkate alındığında iki noktanın birleştirilmesi işlemi sırasında çok fazla alternatifin oluşacağına öngörülmesine rağmen, bazı durumlarda alternatif olarak alınacak ikinci bir geçki bulunamamaktadır. Bunun nedeni, kısıtlar altında değerlendirilen geçki oluşturma çalışmalarının, bu kısıtlar nedeniyle daralmasıdır.

Bir geçkinin başlangıç ve bitiş noktaları ile aradaki büyük yerleşim merkezleri gibi geçmesi zorunlu olan yerlerine ana kontrol noktaları denir. Bu bağlamda, klasik yaklaşımda ana kontrol noktaları ile birlikte geometrik standartları ve/veya trafik karakteristikleri belirlenmiş **bir geçki hattının tasarlanması; ön inceleme (istikşaf), etüd ve ekonomik karşılaştırma** olmak üzere birbirini izleyen üç aşama gerektirmektedir.

- ✓ **Ön inceleme**, hattın geçeceği bölgenin genel bir incelemesinin yapılması ile ilk olarak mümkün görülen seçeneklerin belirlenmesi aşamasıdır. Ön inceleme aşamasında, eşyükseklik eğrili harita üzerinden geçkiye ait bölgenin topografik durumu göz önüne alınarak sıfır poligonu çalışması yapılmaktadır.
- ✓ **Etüd** aşamasında, hattın tasarlanması için öngörülen standartları sağlayan ve ön inceleme sonunda uygun görülen geçkilerin daha detaylı bir biçimde incelenmesi yapılmaktadır.
- ✓ **Ekonomik karşılaştırma olan son aşamada** ise kesin geçkinin belirlenmesi için seçenekler arasında ekonomik karşılaştırma yapılmaktadır.
 - Yatırım giderleri:
 - Altyapı (Toprak işleri, sanat yapıları)
 - Üstyapı (Kaplama, temel, alt temel tab teşkili) Malzeme + İşçilik+ Nakliye +Müth. Karı
 - İşletme giderleri:
 - Yolun hizmete açıldığı andan itibaren araçların yapmış olduğu tüm masraflar
 - Bakım-onarım giderleri:

Farklı yıllarda harcanan paraların aynı bir karşılaştırma yılına dönüştürülmesine güncelleştirme denir. Karşılaştırma yılı işletmeye açıldığı yıl olduğuna göre;



Karşılaştırma yılı işletmeye açıldığı yıl olduğuna göre güncelleştirme hesabı:

$Y_1, Y_2, \dots, Y_p$

$I_1, I_2, \dots, I_n$

$B_1, B_2, \dots, B_n$

$$Y = Y_1 * (1+i)^p + Y_2 * (1+i)^{p-1} + \dots + Y_p * (1+i)^1$$

$$I = \frac{I_1}{(1+i)^1} + \frac{I_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{I_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{I_n}{(1+i)^n}$$

$$B = \frac{B_1}{(1+i)^1} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{B_n}{(1+i)^n}$$

Fayda/Maliyet analizi yöntemi kullanılarak en uygun geçki seçilir.

Fayda: İşletme giderlerindeki azalma (ΔI)

Maliyet: ($Y+B$)

$$\text{fayda / maliyet} = \frac{\Delta I}{Y + B} \quad \text{En büyük olan seçilir.}$$

$$\text{Mevcut Yol Yoksa: } \frac{I_1}{Y_1 + B_1} \text{ ve } \frac{I_2}{Y_2 + B_2}$$

$$\text{Mevcut Yol Varsa: } \frac{I_{\text{mevcut}} - I_1}{Y_1 + B_1} \text{ ve } \frac{I_{\text{mevcut}} - I_2}{Y_2 + B_2} \text{ belirlenir.}$$

Geçki araştırması, genel anlamda ana kontrol noktalarını birbirine bağlayan, seçenekler arasında en uygun olanını bulmak için yapılan bir çalışmadır. Birbirini izleyen aşamalardan oluşan bu araştırmanın esası; birden fazla seçenek arasında yapılan bir ekonomik karşılaştırmadır. Bu koşulların bir kısmı istenen fakat sağlanmasında kesin zorunluluk olmayan ve duruma göre vazgeçilebilen niteliktedir. Buna göre, geçki araştırmasında dikkate alınacak hususlar, ulaştırma türleri ve onun özelinde kara ulaştırması türleri için genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilirler:

- ✓ İlk koşul olarak geçkinin, ana kontrol noktalarını birbirine bağlaması beklenmektedir. Ayrıca, çalışma alanı dahilinde mevcut olan diğer ulaşım türleri ve yerleşim merkezleri ile bağlantının yapılması istenen durumlarda en uygun bağlantı noktaları ana kontrol noktası olarak alınmalıdır.
- ✓ Geçki olarak kabul edilen hat kara ulaştırma türlerinden birisi ise yolun sınıfına ilişkin proje standartlarının kolaylıkla uygulanmasına olanak vermelidir. Bir yolun standartları yolun sınıfına bağlı olarak seçilmektedir. Ancak, seçilen bu standartların uygun sayılabilecek ekonomik sınırlar içinde kalmak suretiyle sağlanabilmesi büyük ölçüde başlangıçta yapılan geçki seçimindeki isabet derecesine bağlıdır. Bu seçim iyi yapılmışsa standartların sağlanması kolay ve ucuz olur. Seçim iyi yapılmamışsa büyük harcamalar gerekebilir ve mühendislik yönünden istenmeyen sonuçlar ortaya çıkar.
- ✓ Geçki, yoldan geçmesi beklenen trafiği, yolun hizmet ömrü boyunca, öngörülen hizmet düzeyinde ve işletme yönünden güvenli, ayrıca ekonomik bir şekilde geçirebilmelidir. Bu arada, trafiğin miktarı ve cinsi hakkında yapılacak bir yanılma durumunda kolaylıkla ve ekonomik bir şekilde iyileştirmeye olanak vermelidir.
- ✓ Geçki, yolun ana kullanım amacına uygun olmalıdır. Her yol ulaşım hizmet amacı ile inşa olunursa da bu sırada yani ilk karar aşamasında öngörülen bir ana amaç vardır. Belli noktalar arasındaki ulaşımı ya da bir bölgenin sosyal ve ekonomik gelişimini hızlandırmak, bir turistik potansiyeli harekete geçirmek gibi. Buna göre, geçki araştırması sırasında bu temel amaçtan ayrılmamaya özen gösterilir. Ulaşım hızını artırmayı öngören bir yolda, ana kontrol noktalarını birbirine bağlayan doğrultudan sapmaların az tutulması normal olacağı gibi, turistik amaçlı bir yolun da buna olanak veren yerlerden geçirilmesi doğaldır. Aynı şekilde, sosyal ve ekonomik gelişmeyi amaçlayan bir yola ait geçkinin, uzunluğunun artması pahasına da olsa mümkün mertebe fazla nüfusun faydalanması bakımından çok sayıda yerleşim merkezinden geçmesi istenir.
- ✓ Geçki, jeolojik oluşum yönünden kararlı ayrıca, daha az kalınlıkta üstyapıya olanak verecek taşıma gücü yüksek, sağlam zeminli yerlerden geçmelidir. Bu hususlar inşa maliyeti yanında yola ait sanat yapılarının ömrü, şev stabilitesi, yoldaki muhtemel oturmalar ve bakım masrafları açısından da önemlidir.
- ✓ Geçki, yolun sınıfına uygun olarak, toprak işi mümkün olduğunca az, ortalama taşın mesafesi küçük ve kazı ile dolgunun birbirini dengeleyebileceği yerlerden geçmelidir. Bu husus, özellikle toprak işinin zor ve pahalı olduğu dağlık ve kayalık bölgelerde önem taşır. Normalin üzerinde yer altı suyu veya yüzey suyu etkisinde kalan yollarda bozulma çabuk olur. Ayrıca bakım masrafı büyük ölçüde artar. Bu sebeple, geçki araştırması sırasında, yer altı ve yüzey suyuna karşı doğal drenaj imkânı en iyi olan yerlerden geçilmesine çalışılmalıdır. Örneğin, yağış halinde kolaylıkla su altında kalabilecek vadi tabanları yerine yamaçlardan gidilmesi tercih edilmelidir. Akarsu geçişleri daha küçük maliyete olanak vermesi bakımından mümkün mertebe dik açı altında yapılmalı, büyük köprülere ait kenar ayaklar sağlam zeminli yerlere oturtulmalıdır. Bu gibi geçişlerin trafik güvenliği açısından kurbada yapılmamasına çalışılmalıdır. Yolun alt ve üstyapısına ayrıca her çeşit sanat yapısına ilişkin ana yapım

gereçleri kum, çakıl, taş ve su olduğuna göre bunların temini kolay ve ucuz olan geçkiler tercih edilmelidir.

- ✓ Özellikle kent içi ve yakınlarında arazi pahalı olduğu için buralarda yapılacak yollarda kamulaştırma bedeli toplam maliyet içinde önemli yer tutar. Bu itibarla boş ve nispeten ucuz yerlerden geçilmeye çalışılmalıdır.
- ✓ Kırsal yollarda ise tarım yönünden elverişli arazi kısımlarına en az zarar verilecek şekilde geçmeye özen gösterilmelidir.
- ✓ Yolun hizmete açılmasından sonraki işletme maliyeti içinde bakım maliyetleri önemli bir yer tutar. Bu nedenle geçki araştırması sırasında bakım yönünden fazla zorluk çıkarmayacak yerlerden geçmeye çalışılmalı, bakım masrafı az olan geçkiler tercih edilmelidir. Örneğin, dağlık bölgelerde kar toplamayan ve çığ tehlikesi olmayan yerlerden geçilmesi uygun olacağı gibi, bir tepenin aşılması sırasında daha fazla güneş gören, dolayısıyla buzlanma ve kar birikmesi zor olan güney ve batı yamaçlar tercih edilmelidir. Bu hususlar bakım masrafları yanında yolun güvenliği yani trafik kazaları bakımından da son derece önemlidir.
- ✓ Geçki araştırması sırasında vurgulanması gereken en önemli nokta, bir geçkinin yukarıda sıralanan koşulların hepsini birden sağlamasının zor olduğudur. Çoğu zaman koşullar arasında çatışma olur. Örneğin, özellikle dağlık bölgelerde, boyuna eğimi düşük tutabilmek için geçki uzunluğunu arttırmak ya da toprak işindeki artışa belirli bir ölçüde tölere etmek zorunda kalınır. Burada önemli olan sıralanan koşulların çoğunu içeren ve mevcut seçenekler içinde en uygun olanının bulunmasıdır.

Klasik olarak yapılan geçki hattı yatay geçki tasarımı ve düşey geçki tasarımı olmak üzere iki aşamalı olarak oluşturulmaktadır. Yatay geçki tasarımı, geçki hattının iki boyutlu yatay düzlemde izlediği yolun amaca uygun olarak tasarlanması işlemi yapılırken, düşey geçki tasarımı ise yatay elemanları bulunan hattın düşey geometrik elemanları planlanmaktadır.

2.3 SIFIR GEÇKİSİ

Ana kontrol noktalarını birbirine bağlayan, kırık çizgi halindeki açık poligona; sıfır poligonu veya sıfır çizgisi denir.

- **Sıfır poligonu** çalışması, belirli bir eğim dâhilinde, birbiri ardınca alçalan ya da yükselen eş yükseklik eğrilerinin başlangıç noktasından itibaren hesaplanan daire çapına bağlı olarak çizilen yay ile teorik olarak kesiştiği noktaların bütünüdür. Sıfır hattı geçirmek için, boyuna eğim, etüt paftasının ölçeği ve yükseklik eğrileri arasındaki kot farkları dikkate alınarak, pergel açıklığı tespit edilmektedir. ***Geçki ekseninin sıfır poligonunu takip ettiği var sayılırsa, bu poligonun her noktası araziye uygulandığı zaman kazı ve dolgu işi olmayacak yani toprak işi sıfır olacak demektir.*** Bu anlamda, sıfır poligonu, kesin geçki hattını belirlememekle birlikte, arazinin topografik durumuna göre önceden belirlenen eğim değeri dikkate alınarak hattın nereden geçebileceğini gösterir nitelikte bir öncül bilgi vermektedir. Etüd aşamasında, hattın tasarlanması için öngörülen standartları sağlayan ve ön inceleme sonunda uygun görülen geçkilerin daha detaylı bir biçimde incelenmesi yapılmaktadır. Son aşamada ise kesin geçkinin belirlenmesi için seçenekler arasında ekonomik karşılaştırma yapılmaktadır.

Dalgalı ve dağlık arazide (eğriler sık, eğim fazla olduğundan dolayı); %2~3,

Düz arazide ise; %1~2, eğim azaltması yapılabilir.

2.3.1 Sıfır Poligonu Araştırmasında Dikkat Edilecek Durumlar

- İki kontrol noktasını birbirine bağlarken tek eğimle geçme zorunluluğu yoktur. Arazi durumuna göre gerekli yerlerde eğim değiştirilebilir.
- Hesaplanan pergel açıklığı ile iki tesviye eğrisini geçmek mümkün olmuyorsa, bu durum seçilen eğimin arazi eğimine göre fazla olduğunu gösterir. Bu durumda, eğim küçültülmelidir.
- Poligon kenarları tesviye eğrilerini net bir şekilde kesmelidir.

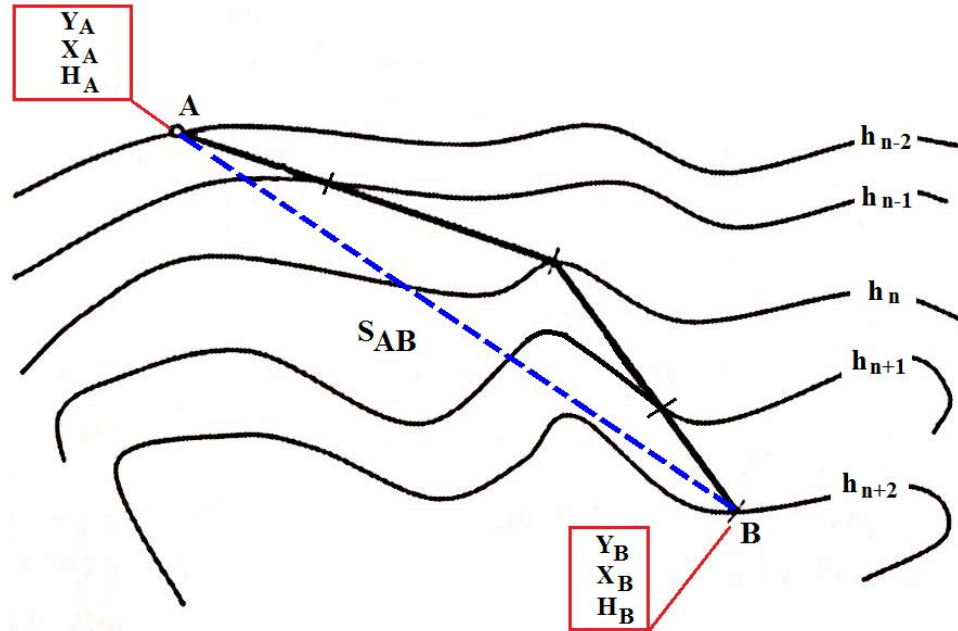
2.3.2 Geçki Tasarımı İşlem Adımları:

- Geçki yatay geometrisi tasarlanır. Bu tasarımda, büyük ölçekli (1/500; 1/1000; 1/2000), güncel topoğrafik haritalar altlık olarak kullanılır ve arazinin topoğrafik yapısı yanında ulaştırma yapısı için ilgili standartlar dikkate alınır.
- Standartlar ve tasarlanan yatay geometri dikkate alınarak geçki düşey geometrisi projelendirilir.
- En uygun çözüme ulaşılan dek yatay ve düşey geometride gereken düzeltmeler yapılır.
- İki zorunlu nokta arasında ancak bir sıfır poligonu çizilebiliyorsa bu poligondan yararlanılır.
- İki zorunlu nokta arasında birden fazla sıfır poligonu geçirilebiliyorsa bunlardan kısa ve fazla kırıklı olmayanı seçilir.

2.3.3 Pergel Açıklığı hesabı:

- A ve B noktaları arasındaki izdüşüm uzunluğu ölçülür ya da başlangıç-bitiş noktalarının koordinatları yardımı ile iki nokta arasındaki yatay mesafe hesaplanır.

$$S_{AB} = L = \sqrt{(Y_B - Y_A)^2 + (X_B - X_A)^2}$$



Şekil 2.5 Başlangıç-Bitiş noktalarına dayalı pergel açıklığı hesabı

- İki nokta arasındaki kot farkı hesaplanır.

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A$$

- İki nokta arasındaki mesafe ve kot farkına göre boyuna ortalama eğim değeri hesaplanır.

$$\%S = \frac{\Delta H_{AB}}{L}$$

- Hesaplanan ortalama eğim değerine göre pergel açıklığı belirlenir. Pergel açıklığı hesabında, iki nokta arasındaki eğim değeri ($\%S$) sabit alınır. Buna göre, eğriler arasındaki kot farkı kullanılarak;

$$\%S = \frac{\Delta h}{l_p} \rightarrow l_p = \frac{\Delta h}{\%S}$$

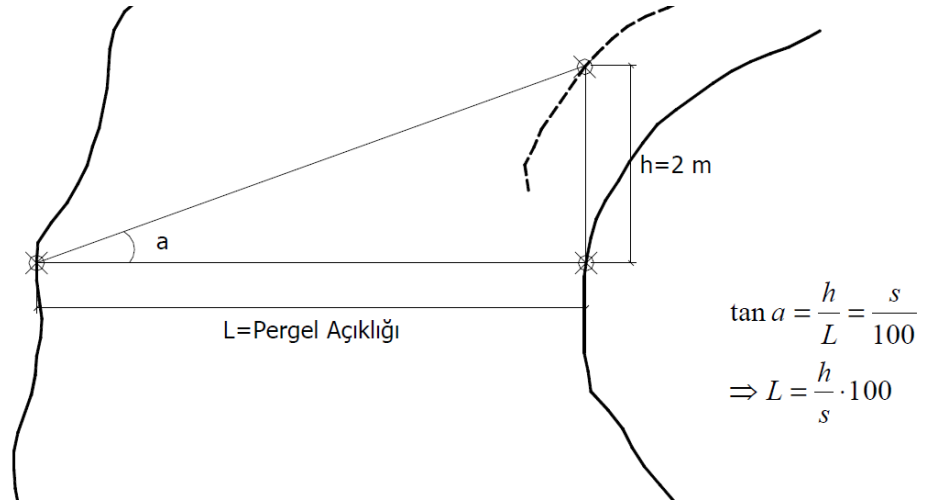
eşitliği yazılır.

Burada,

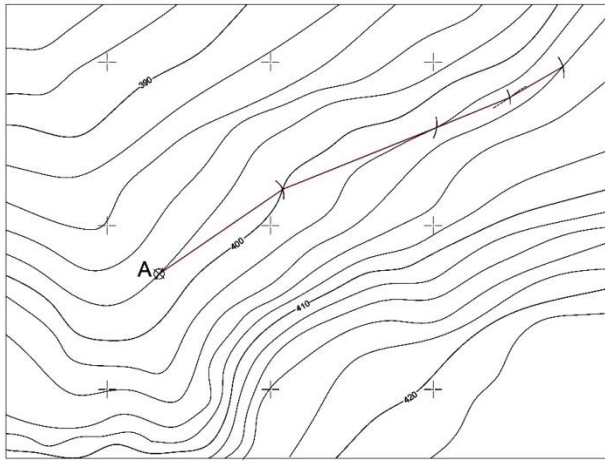
%S= Başlangıç-Bitiş noktaları arasındaki uygun ortalama boyuna eğim değeri;

Δh = Eşyüksekti eğrili haritada iki eğri arasındaki kot farkı;

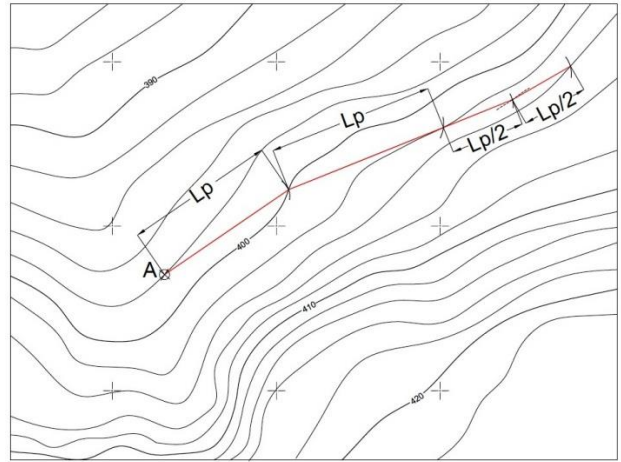
l_p = Pergel açıklığı' dır.



- Hesaplanan pergel açıklığına dayalı olarak, başlangıç ve bitiş noktaları arasında sıfır poligonu hattı çizilir.



a.



b.

Şekil 2.6 a. Pergel açıklığı kullanılarak eğri atlama **b.** Pergel açıklığı mesafesinin gösterimi

Örnek: 1/1000 ölçekli haritada; başlangıç A ve bitiş B noktaları arasında sıfır poligonu çalışması yapılacaktır. Tabloda verilen değerleri kullanarak pergel açıklığının değerini verilen ölçek dahilinde ölçekli pafta için hesaplayınız.

Nokta No	Sağa Değer (m)	Yukarı Değer (m)	Yükseklik (m)
A	406452.4521	4543512.2541	75.582
B	405002.7850	4544152.1542	115.033

$$S_{AB} = L = \sqrt{(Y_B - Y_A)^2 + (X_B - X_A)^2}$$

$$S_{AB} = L = \sqrt{(405002.7850 - 406452.4521)^2 + (4544152.1542 - 4543512.2541)^2}$$

$$S_{AB} = L = \sqrt{(-1449.6671)^2 + (639.9001)^2}$$

$$S_{AB} = L = \mathbf{1584.6157\ m}$$

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = 115.033 - 75.582 = \mathbf{39.451\ m}$$

$$\%S = \frac{\Delta H_{AB}}{L} = \frac{39.451}{1584.6157} = 0.024896 \cong \mathbf{\%2.49}$$

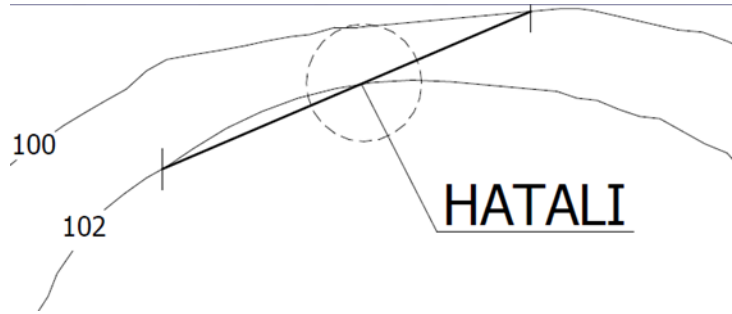
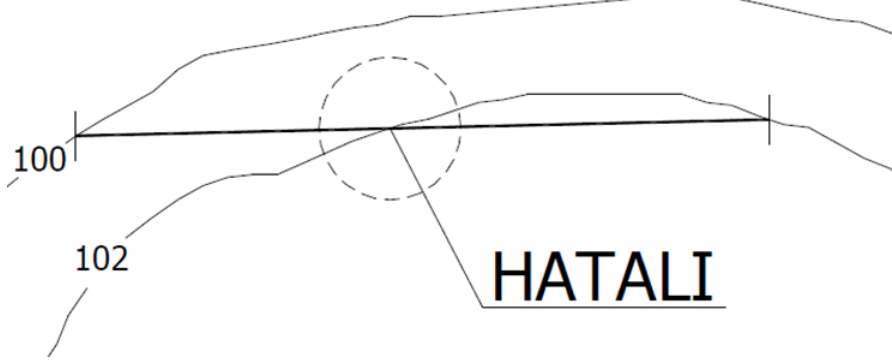
$$* \frac{1}{1000} \text{ ölçekli haritada eğri aralıkları } 1\ m' \text{ dir.}$$

$$l_{p(m)} = \frac{\Delta h}{\%S} = \frac{1\ m}{0.0249} = \mathbf{40.17\ m}$$

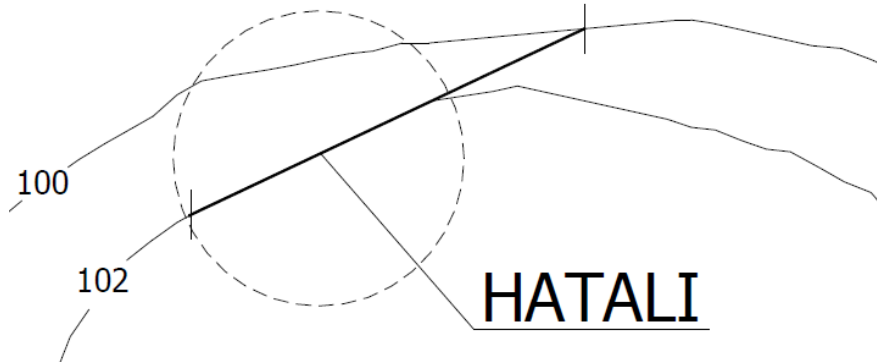
$$l_{p(cm)} = \frac{l_{p(m)}}{\text{Ölçek}} \times 100 = \frac{40.17}{1000} \times 100 = \mathbf{4.017\ cm}$$

2.3.4 Sıfır Poligonu Geçirilirken Dikkat Edilmesi Gerekenler:

1. Pergel açıklığı ile çizilen çizgi bir sonraki eşyükseklik eğrisini **iki yerde** kesemez.



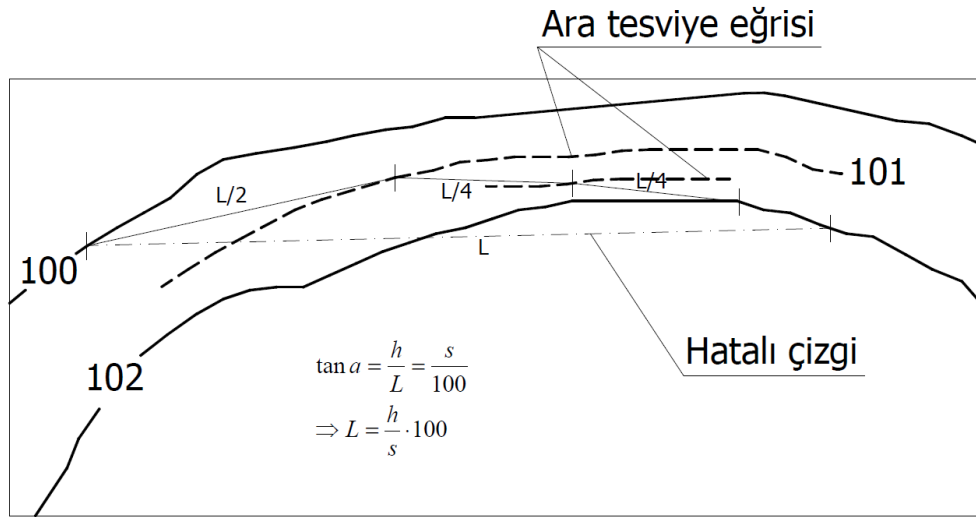
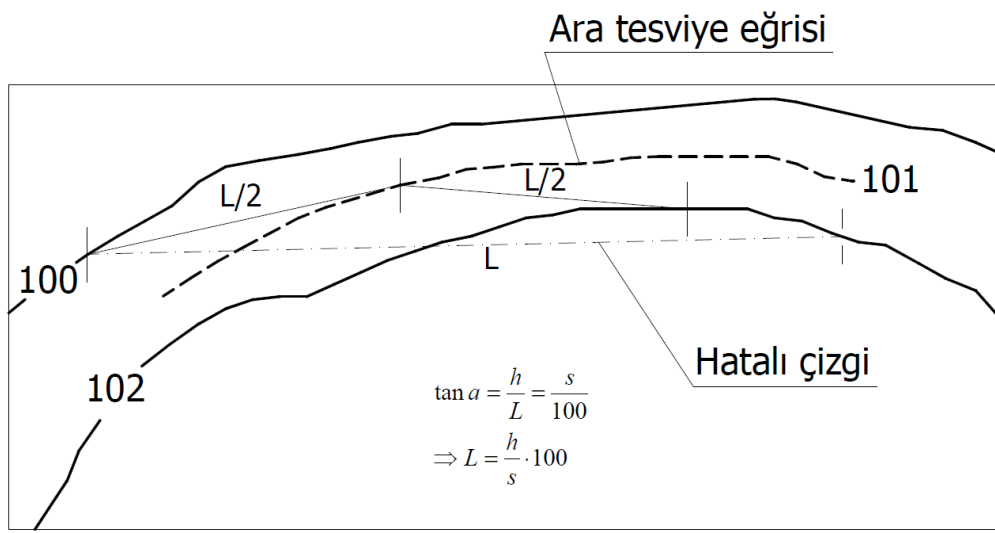
2. Pergel açıklığı çizgisi eşyükseklik eğrisine belirli bir mesafede **teğet olarak** kesemez.



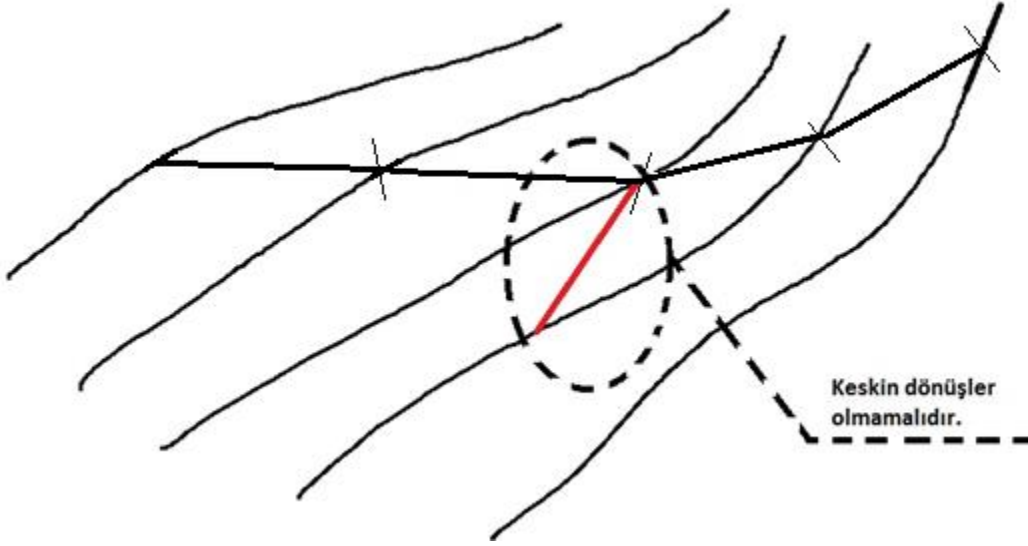
3. İki eğri arasında pergel açıklığı mesafesi bir sonraki eğriyi iki yerde kesiyor ise, ara eğri uygulaması yapılır. İki eşyükseklik eğrisi arasına hayali bir ara eğri geçirilerek, hesaplanan pergel açıklığının yarısı kadar bir mesafe ile bu ara eğri yardımıyla geçiş yapılır. Bu sayede, iki nokta arasında hesaplanan boyuna eğim değiştirilmeden, bir sonraki eğriye geçiş sağlanır.

Pergel açıklığının bölünmesi işlemi $L/4'$ e kadar yapılabilir. Eğimin değişmemesi için, geçilmeye çalışılan iki eğri arasındaki yükseklik farkı da dörtte bir oranına kadar düşürülmeli ve hayali eğriler bu kot değerlerine bağlı olarak çizilmelidir.

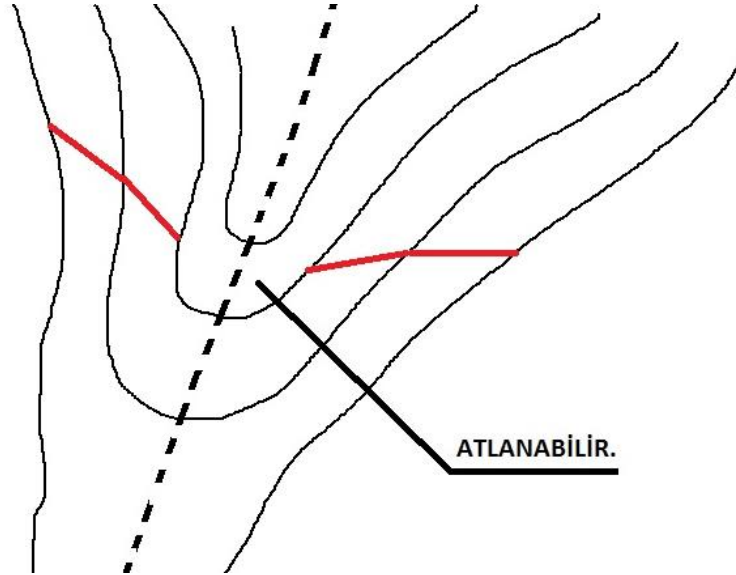
Pergel açıklığının düşürülmesi işlemi dörtte bir oranına kadar yapılabilir. Eğer, sırasıyla L/2 ve L/4 oranına kadar pergel açıklığının düşürülmesi rağmen yine de bir sonraki eğriye geçiş yapılırken, eğriyi iki yerde kesme veya teğet geçme durumu varsa, son gelinen nokta ile bitiş noktası arasında yeni bir pergel açıklığı hesaplanmalıdır.



4. Ardışık olarak artan ya da azalan eşyükseklik eğrileri arasında çizilen sıfır poligonunda yönelim bitiş noktasının olduğu tarafa yapılmalıdır. Geçki üzerinde keskin bir dönüş yaratacak şekilde geri dönüşlerden kaçınılmalıdır.



5. Boyun bölgelerinde/ vadi geçişlerinde aynı eşyükseklik eğrisine atlamak koşulu ile geçişler yapılabilir.



6. Eğimin ani ve büyük miktarda değiştiği dağlık arazilerde, geçişin doğrudan yapılması toprakışı maliyetini arttırmaktadır. Bu gibi arazilerde, boyuna eğim değerini azaltmak için tepenin dolaşarak geçilmesi uygun olmaktadır.
7. Dağlık arazi geçişlerinde, soğuk iklimin yaratacağı don etkisi/kar birikmesi gibi olumsuz koşullardan kaçınmak için dağın kuzeye bakan yamaçları tercih edilmemelidir. Nemli iklim koşullarının hakim olduğu bu tip arazilerde ise güney ve doğu yönlerindeki yamaçlar; sıcak iklimlerin hakim olduğu kesimlerde ise kuzey ve batı yönlerindeki geçişler tercih edilmelidir.

Kaynakça:

- Görmüş, K.S., *Yol Bilgisi-Karayolu Mühendisliği Ders Notları*.
- Kühn, W., *Fundamentals of Road Design*, WIT Press, UK, 2013
- Macpherson, G., *Highway and transportation engineering and planning*, Harlow: Longman Scientific and Technical, 1993
- Soycan, A., *Kara yolu proje elemanlarının yapım maliyetine etkilerinin incelenmesi*, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006
- Tunalıoğlu, N., *Yol geçkisi tasarımında alternatif yaklaşımlar*, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011
- Yayla, N., *Karayolu Mühendisliği*, İstanbul-2013