



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİĞİ KULLANARAK ENERJİ NAKİL HATTI (ENH) GÜZERGAH SEÇİMİ

Ayşegül BAŞLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİĞİ KULLANILARAK ENERJİ NAKİL HATTI (ENH) GÜZERGAH SEÇİMİ

Ayşegül BAŞLAK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Musa AYDIN

2013, 79 Sayfa

Jüri
Doç.Dr. Musa AYDIN
Yrd.Doç.Dr. Ahmet SARUCAN
Yrd.Doç.Dr. Nurettin ÇETİNKAYA

Günümüzde artan elektrik enerjisi tüketimine cevap verebilmek için yeni enerji nakil hatlarının tesisi ve güzergâhlarının belirlenmesi büyük önem kazanmıştır. Yerleşim alanlarının büyümesi, tarım arazilerinin azalması, çevre bilincinin artması ve ekonomik kaygıların gittikçe çoğalması sonucunda enerji nakil hatlarının tesis edilmesi optimum güzergahın bulunmasını zorunlu hale getirmiştir.

Teknoloji ve yeni tekniklerin işin içerisine katılması, ENH'larının güzergah optimizasyonunda kolaylıklar sağlamaktadır. Yeni teknoloji ve teknikler ise, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uydu görüntüleri, çok kriterli karar verme teknikleri olarak sıralanabilir. Bir ENH güzergah tespitinde mühendislik, coğrafi yapı, doğal çevre gibi pek çok alanların parametreleri kullanılmaktadır. Kullanılan parametre sayısı arttıkça da doğru sonucun elde edilebilmesi için optimizasyon teknikleri kullanmak bir zorunluluk haline gelmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında çok kriterli karar verme teknikleri yardımıyla ENH güzergah optimizasyonu iki ayrı uygulama üzerinde gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon için Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminin uygulanabilmesi için gerekli anket çalışmasında Delphi Process Tekniği kullanılmıştır. Ayrıca üzerinde araştırma yapılan ilk örnek için MatLAB'de yazılan yazılım yardımıyla optimizasyon yapılarak AHP'den elde edilen optimizasyonun sağlaması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), Enerji Nakil Hattı (ENH), Delphi Proses

ABSTRACT

MS THESIS

THE POWER TRANSMISSION LINE(PTL) ROUTING SELECTION USING MULTI CRITERIA MODELS

Ayşegül BAŞLAK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ELECTRICAL - ELECTRONICS ENGINEERING

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Musa AYDIN

2013, 79 Pages

Jury
Assoc.Prof.Dr. Musa AYDIN
Asst.Prof.Dr. Ahmet SARUCAN
Asst.Prof.Dr. Nurettin ÇETİNKAYA

Nowadays, to be able to respond increased consumption of electrical energy, installation of the new power transmission lines and determination of the power line routes have gained great importance. As a result of the growth of residential areas, the reduction of agricultural land, increasing of environmental awareness, and proliferation of economic concerns, installation of overhead transmission lines has become mandatory finding the optimum route.

Participation in the work of new techniques and technology, route optimization of energy transmission lines provides the conveniences. And also, the new technology and techniques can be sorted as Geographic Information Systems, satellite images, Multi Criteria Decision Making Techniques. Parameters of many fields such as engineering, geographical structure and the natural environment have been used to determinate the power transmission line routes. Optimization techniques have become a necessity in order to achieve the right results, due to the increasing of the number of parameters.

This thesis, with the help of Multi Criteria Decision Making Techniques route optimization of energy transmission lines carried out on two separate applications. AHP method that is one of the Multi-Criteria Decision Making Techniques was used for optimization. To apply AHP method, Delphi Process technique was used in the the required survey work. In addition, for the the first research sample, ensuring of optimization obtained from AHP was carried out by performing the optimization with the help of software written in MatLAB.

Keywords: Analytical Hierarchy Process (AHP), Energy Transmission Lines, Delphi Process

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, gerekli araştırma ve geliştirme çabalarımda yardımlarını esirgemeyen danışmanım Doç.Dr. Musa AYDIN'a, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Yrd.Doç.Dr. Ahmet SARUCAN'a ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Ayşegül BAŞLAK
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **6**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **12**

3.1. Makro Koridor Üretimi 16
3.1.1. Makro koridorlarda karmaşık yüzey alanının oluşturulması 17
3.1.2. Nümerik analiz 18
3.2. Alternatif Koridor Üretimi 18
3.3. Alternatif Yol Üretimi 27
3.3.1. Alternatif yol için mevkii analizi 28
3.3.2. Nicel exper yargısı 28
3.3.3. Tercih edilen yolun seçimi 28

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **30**

4.1. Uygulama I İçin 32
4.1.1. Makro koridor araştırması 32
4.1.2. Alternatif koridor araştırması 35
4.1.2.1. Alternatif koridor analizinde mühendislik perspektifi araştırması 43
4.1.2.2. Alternatif koridor analizinde doğal perspektif araştırması 45
4.1.2.3. Alternatif koridor analizinde beşeri perspektif araştırması 46
4.1.2.4. Alternatif koridor analizinde karma perspektif araştırması 46
4.1.2.5. Alternatif koridorların seçimi 47
4.1.3. Alternatif yol araştırması 48
4.1.3.1. Alternatif yol analizinde mühendislik perspektifi araştırması 49
4.1.3.2. Alternatif yol analizinde doğal perspektif araştırması 52
4.1.3.3. Alternatif yol analizinde beşeri perspektif araştırması 56
4.1.3.4. Alternatif yol analizinde karma perspektif araştırması 58
4.1.3.5. Exper raporu 59
4.1.3.6. Optimum yol seçimi 61
4.2. Uygulama II İçin 62

5. ALTERNATİF ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ: MATLAB OPTİMİZASYONU **70**

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **74**

6.1. Sonuçlar 74
6.2. Öneriler 75

KAYNAKLAR **77**

EKLER 80

ÖZGEÇMİŞ 100

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AHP : Analitik Hiyerarşi Prosesi
ARCGIS : GIS Verileri Taşıyan Dinamik İçerikli Harita Paylaşım Programı
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi
ENH : Enerji Nakil Hattı
EPRI : Electric Power Research Institute
EPRI-GTC : Havai Elektrik İletim Hattı Yerleşimi Metodolojisi
GIS : Geographical Information Systems
GPS : Konum Belirleme Sistemi
GTC : Georgia İletim Anonim Şirketi
MEDAŞ : Meram Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
NETCAD : Harita Çizim Programı
RI : Rassallık İndeksi
TO : Tutarlılık Oranı
TEDAŞ : Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

1. GİRİŞ

Günümüzde artan elektrik enerjisi tüketimine cevap verebilmek için yeni enerji nakil hatlarının (ENH) tesisi ve güzergâhlarının belirlenmesi büyük önem kazanmıştır. Yerleşim alanlarının büyümesi, tarım arazilerinin azalması, çevre bilincinin artması ve ekonomik kaygıların gittikçe çoğalması sonucunda enerji nakil hatlarının tesis edilmesinde optimum güzergahın bulunması zorunlu hale gelmiştir.

ENH güzergahın önemi ve görevi, elektrik enerjisi iletimi ihtiyacını emniyetli, ekonomik, estetik bir biçimde sağlamaktır. Enerji alış noktasından enerjinin temin edileceği bölgeye kadar çeşitli etkilere karşı en uyumlu, en faydalı şekilde ulaşmak amaçlanmaktadır. Bir enerji nakil hattı tesisinde ortaya çıkabilecek problemler; tesisi doğa şartlarına uyumlu hale getirme, mühendislik tekniği ve ekonomik açıdan en uygun güzergahın seçilmesi, altyapı ve üstyapı problemleridir. Bu açıdan, ENH tesisine başlamadan önce sahanın incelenmesi ve güzergah araştırması yapılması zorunludur. Bu tez çalışmasında, belirlenmiş iki nokta arasında elektrik enerjisi iletimi için tercih edilecek güzergah seçimi ile alakalı yapılması gereken çalışmaların açıklanması amaçlanmıştır.

Teknoloji ve yeni tekniklerin işin içerisine katılması, ENH güzergah optimizasyonunda kolaylıklar sağlamaktadır. Yeni teknoloji ve teknikler ise, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uydu görüntüleri, Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri olarak sıralanabilir. Bir ENH güzergah tespitinde mühendislik, coğrafi yapı, doğal çevre gibi pek çok alanların parametreleri kullanılmaktadır. Kullanılan parametre sayısı arttıkça da doğru sonucun elde edilebilmesi için optimizasyon teknikleri kullanmak bir zorunluluk haline gelmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında çok kriterli karar verme teknikleri yardımıyla ENH güzergah tespitinin optimum olarak bulunması amaçlanmıştır. Yine bu tez çalışması, örnek üzerindeki uygulamalar ile seçim işleminde tercih edilen Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri'nden AHP yönteminin tanıtımından, kullanılan yöntem datasının oluşturulmasından ve uygulanmasından, karar verici uzmanlar tarafından seçimin analizlerin yapılmasından, bilinen diğer yaygın tekniklerden biri ile sonuçların kıyaslanmasından oluşmaktadır.

Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile problem çözümü geniş bir kullanım alanına sahiptir. Petrol-gaz borularının güzergah etüdü, kargo araçlarının güzergah seçimi, karayolu inşası, ENH güzergah seçimi bunlardan bazılarıdır. Karar verme

tekniğinin probleme uygulanması sürecinde, problemin çözümüne katkı sağlayacak parametrelerin tespit edilmesi, parametrelere etki derecelerine göre birer ağırlık verilmesi gerekir. Problem türüne göre parametre sayısı değişkenlik gösteriyor olsa da çözümün hiyerarşik yapısında benzerlikler söz konusudur.

Bu tez çalışmasında kullanılacak Çok Kriterli Karar Verme Tekniği olarak belirlenen yöntem Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'dir. AHP metoduyla seçimi yapılan, optimum ENH güzergâh tespitinde pek çok faktör ve bu faktörlere ait parametreler dikkate alınmak zorundadır. Bu çalışmada seçim faktörleri;

- Doğa Faktörleri
- Beşeri Faktörler
- Mühendislik Faktörleri

şeklinde üç ana başlık altında toplanmıştır.

Selçuk Üniversitesi Kampüs Yerleşkesi, üzerinde çalışılacak plot bölge olarak seçilmiştir. Kampüs ana girişinde başlayacak ve kampus lojmanlarında bitecek enerji nakil hattı ile enerji iletmeyi amaçlayan bir problem oluşturulmuştur. Problem temel sahası Şekil 1.1 de gösterilmiştir.

Problem üzerinde çalışma yapabilmek için ihtiyaç duyulan saha datası çok çeşitli yöntemlerden elde edilebilir. Yer şekilleri veya yapılaşma mevkileri ile ilgili detayların elde edilmesi için; uydu fotoğraf temini, verilerin işlenmesi, yer şekillerinin oluşturulması ve sayısal haritaların çıkarılması bu yöntemlerden bazılarıdır. Daha kısa mesafeli alanlar için GPS ölçüm cihazları kullanılabilir. GPS ile alınan yer şekillerinin koordinatları NetCAD gibi çizim programlarında işlenerek arazinin profil detayları oluşturulabilir veya ArcGIS gibi gelişen sayısal harita yöntemleri kullanılabilir. Çok geniş alanlarda yapılan çalışmalar için doğal ve beşeri faktörleri, lineer alt yapı özelliklerini temin edebilmek adına Devlet Metoroloji Enstitülerinden, Devlet Karayolları Müdürlüklerinden, DSİ Müdürlüklerinden, Devlet Orman İşleri Müdürlüklerinden, Devlet Demiryolları Müdürlüklerinden, TEİAŞ ve TEDAŞ Müdürlüklerinden, Devlet Tarım ve Ziraat Müdürlüklerinden, yerel sahalar için Belediyelerden ve İl Özel İdaresi Müdürlüklerinden bilgi talep edilebilir. Çalışılacak bölge ihtiyacına göre; rüzgar – buzlanma haritaları veya karayolları, sulama kanalları, ağaçlandırma sahaları, demir yolları, yüksek gerilim hatları için bakım ve yatırım programları hakkında bilgi alınabilir. Arazinin, tarıma elverişli olup olmadığına, lineer alt yapısının tamamlanıp tamamlanmadığına göre güzergah seçimi şekillendirilebilir. Bu şekilde coğrafi ve beşeri veriler toplanarak bilgisayar ortamına aktarılabilir.



Şekil 1.1. Çalışma için seçilen plot bölge ve ENH başlangıç – bitiş noktaları

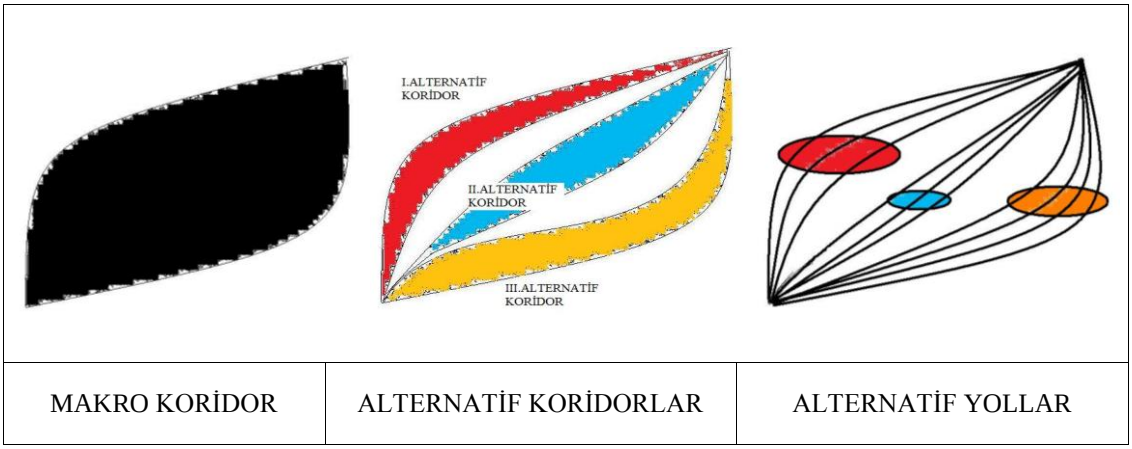
Ayrıca, bu veriler bilgisayar ortamında depolanabilir, ihtiyaç haline göre bilgilerin işlenip analiz edilmesi ve sunulması kolaylaştırılabilir.

Problem çözüm metodolojisi, planlanan ENH başlangıç ve bitiş noktası arasındaki mesafenin aşamalı olarak koridorlar ile sınıflandırılması ve her bir koridorun karar verme tekniği kullanılarak daraltılması, nihai seçim ile optimum güzergahın oluşturulması prensibi üzerine kuruludur. Benzer karakteristiğe sahip bölgeler aynı koridor içerisinde tanımlanmış olup, geniş coğrafi alanlardan başlayarak daraltılan koridor alanlarına sırasıyla makro koridor, alternatif koridor ve alternatif yol isimleri verilmiştir. Çok geniş sahaya yerleşmiş, pek çok coğrafi ve beşeri özelliklere sahip olan koridor, makro koridor şeklinde tanımlanmıştır. Koridor sınıflandırılmasında birinci aşama makro koridorların elde edilmesidir. Daha lineer alanlardan oluşan ve benzer karakteristikli dar sahaları barındıran koridorlar alternatif koridorlardır. Koridor sınıflandırmasında ikinci aşama alternatif koridorların elde edilmesidir. Alternatif koridorlar makro koridorların AHP yöntemi ile kıyaslanması neticesinde şekillendirilecektir. Koridor sınıflandırmasında üçüncü aşama, alternatif koridorların

AHP yöntemi ile kıyaslanması, böylece alternatif yolların elde edilmesidir. Alternatif yolların AHP yöntemi ile kıyaslanması ve yollar arasında seçim yapılmasıyla problemin nihai sonucu olan optimum yol belirlenecektir.

Bu çalışmada ENH metodolojisi 3 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler;

- Geniş coğrafi alanlar için makro koridorların oluşturulması,
- Makro koridorlarda yer alan lineer alanların doğal, beşeri, mühendislik gereksinimlerine göre kıyaslanması ile alternatif koridorların oluşturulması,
- Alternatif koridorlar içerisinden, yapısı en uygun olan güzergahı tercih edecek alternatif yolların oluşturulmasıdır.



Şekil 1.2. Koridorların elde edilmesi ve eliminasyonu

Şekil 1.2, Makro koridorlardan elde edilen alternatif koridorları ve alternatif koridorlardan elde edilen alternatif yolları sembolize etmektedir. Makro koridorlardan üç farklı alternatif koridor elde edilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere, bu sembolik örnek için, birinci alternatif koridordan 3 farklı alternatif yol, ikinci alternatif koridordan 3 farklı alternatif yol, üçüncü alternatif koridordan 4 farklı alternatif yol türetilmiştir.

Bu tez çalışması, EPRI ve kaynak aldığı Ian McHarg analizine dayanmaktadır. Analiz için üç önemli perspektif belirlenmiş ve her perspektifin makro koridor, alternatif koridor ve alternatif yol seçiminde değerlendirilmesi ile modellemenin hiyerarşi yapısı oluşturulmuştur. Yapılan tez çalışması, bu özelliği ile EPRI tarafından gerçekleştirilmiş çalışmayla benzerlik göstermektedir. Analiz yöntemi sayesinde, coğrafi dataların detaylandırılması ile oluşturulan alternatif yolların bir tanesi ENH için

en uygun yol olarak seçilmiş ve bu seçim ile çalışmanın sonucunda profesyonel kriter ayarlı yol analizi sonlandırılmıştır. Bina yoğunluğu, su havzaları, karasal özellikler, uygun ENH güzergah seçimi için araştırılacak faktörlerden sadece bazılarıdır. Bu tez çalışmasında, EPRI' nin gerçekleştirdiği çalışmadan farklı olarak, modelleme kriterleri çalışma alanına uyumlu hale getirilmiştir. Ayrıca, Delphi Proses ile araştırma yapılarak karar verici bir teknik grup oluşturulmuştur. Anket çalışması, bir kısmı resmi kurumlarda çalışmakta olan ve ENH optimizasyonun proje safhasında görev alan kişilerden, diğer bir kısmı ise proje tasarım ve arazi uygulama safhasında çalışan kişilerden oluşan, alanında uzman 25 kişilik katılımcı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Anket katılımcılarının en genç olanı, sekiz yıllık mesleki tecrübeye sahip olup, ENH' ları planlama, projelendirme ve arazi inşası aşamalarında aktif rol oynamaktadır.

Doğal kaynaklar ve kaynakların korunumu, arazi şartları ve bu şartlara ilişkin data temini, elde edilen dataların ağırlıklandırılması çalışmaları AHP metodu ile gerçekleştirilmiştir. Ağırlıklandırma çalışmaları, çevre modelleme işi yapan ve gerekli teknik gelişime sahip ArcGIS gibi modelleme programlarıyla da yürütülebilir. Modelleme teknolojisi sayesinde koridorların üretilmesi, yolların elde edilmesi, grafiksel tasvir ve rapor üretimi gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmanın analiz aşamasında, data katmanları arasındaki farklar, seçim kriterleri açısından ağırlık, rank gibi analiz yöntemi ile sayısallaştırılmıştır. Data katmanları arasındaki farklar birbirleriyle kıyaslanmış ve üretilen koridorlar resimlerle örneklendirilmiştir. EPRI çalışmasından faklı olarak, iki ayrı uygulama üzerinde gerçekleştirilen çalışma ile başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki alternatiflerden seçilen en uygun yol tasvir edilmiş, ana araştırma çalışması örnek çalışmalarla desteklenmiş, elde edilen sonucu geliştirme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Araştırma yapılan ilk örnek için MatLAB'de oluşturulan yazılım yardımıyla optimizasyon yapılarak AHP'den elde edilen optimizasyonun sağlaması yapılmıştır.

ENH optimizasyonu karar metodoloji, karar modellemesindeki seçim kriterlerine, seçimin dayandığı pek çok bilgi ve nesnelere dayanmaktadır. Yapılandırılan doğal metodoloji ile proje, güzergah ve modelleme için tutarlı uygulama kazanmak amaçlanmaktadır. Ayrıca, bilgi ve tanı yol seçiminde daha az uygun olandan daha çok uygun olana doğru ilerleyen bir yöntem kullanılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Elektrik üretim tesisleri ile transformatör merkezleri ve son tüketici arasında elektrik enerjisi iletimini sağlayan sistemlere enerji nakil hatları denir. Enerji nakil hattı elektrik santralinde kontrollü ve planlı olarak elde edilmiş elektrik enerjisinin, santrallerden dağıtım hatlarına iletilmesini sağlayan hatlardır. Elektrik hatlarının tesis edilmesinde maliyet, iletim hattının güzergâhı, arazi durumu ve arazinin coğrafik yapısı, hattın emniyetli oluşu gibi hususlar incelenir.

Artan nüfus ve gelişmekte olan teknoloji sebebiyle oluşan elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanabilmesi için yeni üretim tesislerinin kurulumu ve elde edilen elektrik enerjisinin iletildiği ya da dağıtıldığı enerji nakil hatlarının organize edilmesi gerekli hale gelmiştir.

Enerji nakil hattı güzergâhının belirlenmesinde amaç en az maliyetle, mümkün olan en kısa mesafeden ve doğal çevreye zarar vermeden bir güzergâhın seçilmesidir. Sosyal, mühendislik tekniği, çevresel özellikler, mali problemler gibi pek çok faktörün bir arada değerlendirilmesinden dolayı güzergâh optimizasyonu en karmaşık mühendislik problemlerindendir. Problemin çözümünde en kısa yol çözümü her zaman optimum sonuç vermediğinden, enerji nakil hattı güzergâhı belirlenirken bahsedilen konulardaki faktörler göz önünde bulundurularak en uygun yolun seçilmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, enerji nakil hatları için optimum güzergahı oluşturacak modelleme kurularak, Konya Selçuk Üniversitesi Kampüs Yerleşkesi için bir enerji iletim hattı üzerinde çalışılmıştır. Yine aynı modelleme ile, Konya İli Beyşehir İlçesi Yeşildağ Kasabasına bağlı Dumanlı Köyü mevcut enerji nakil hattının taşınması çalışması gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan AHP tabanlı modelleme çalışmasına ilaveten Matlab kullanarak alternatif optimizasyon yöntemleri uygulanmış, bulunan sonuçlar karşılaştırılmış, iki çözümün avantajlı ve dezavantajlı yönleri ortaya konulmuştur. Bu tez çalışması için aşağıda belirtilmiş kaynaklar incelenmiş ve literatür taraması yapılmıştır.

Yıldırım ve Nişancı (2010) çalışmaları ile ekonomik, çevresel ve zaman maliyeti minimizasyonu amaçlanan güzergahın görüntü-temelli CBS modelini oluşturmuş, modelin uygulamasındaki avantajları belirtmişlerdir.

Önüt ve arkadaşları (2010), İstanbul üzerinde uygulamaya yer veren çalışmalarında, yoğun trafik, bağımsız merkezler, insanların ilgisi ve diğer özelliklere

göre planlanan alış veriş merkezinin ihtiyaç duyulan yerleştirme bölgesini, çok kriterli karar verme teknikleri kullanarak analiz etmişlerdir. Çevresel ve insan kaynaklı pek çok engelleri barındıran bir bölgede optimum mekan seçimini örnekledikleri çalışmalarında AHP, fuzzy gibi farklı çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmışlardır. Tanımladıkları problemin akabinde değişkenlerin sayısal değerlerini atamışlar ve karar metodolojisi ile yaklaşımlarını hesaplamışlardır. Buldukları sonuçları yorumlamışlar ve geliştirme çalışmaları için önerilerde bulunmuşlardır.

Sumper ve arkadaşları (2010), kentsel bölge içindeki yüksek gerilim hatlarının etkileri hakkında yargıya varabilen bir metodoloji üzerinde çalışmışlardır. Üzerinde çalıştıkları metodoloji algoritmasını adım adım açıklamışlar ve gerilim hatlarının yarar ile zararlarını tartışmışlardır. Alçak gerilim, orta gerilim ve yüksek gerilim faktörlerini, hattın çevreye ve sosyal yaşam alanındaki insanlara olan etkilerini göz önünde bulundurarak analiz yapmışlardır. Havai hatları, yer altı kablolarını elektriksel ve magnetik özellikleri açısından değerlendirmişler ve alternatif hatlar üzerinde tartışma yapmışlardır.

Fung Yuen (2010) çalışmasında, AHP uygulamalarını geliştirmek üzere araştırma yapmış, araştırmasında AHP ile uzman seçimi yaklaşımına ağırlık vermiştir. Bu yaklaşım uygulamasıyla AHP metodolojisini basamaklandırmış, her bir basamakta logaritmik, geometrik veya fuzzy yöntemlerinden biri ile türetilen formüllerle kriter kıyaslaması yapmış ve sayısal örneklerle geliştirdiği formül sonuçlarını kıyaslamıştır.

Schmidt (2009) çalışmasında, EPRI-GTC Elektrik Nakil Hattı Konumlandırma Metodolojisi'nden yararlanarak GRE iletim-konumlandırma modeli geliştirmiştir. Çalışma, GRE metodunun oluşturulması safhasında yapılan analizler ve sonuçları içermektedir.

Demircan (2009) yaptığı çalışmada, coğrafi bilgi sistemleri tabanlı enerji nakil hattı güzergâh optimizasyonunu gerçekleştirmiştir. Matlab ortamında, Çoklu Etmen Sistemlerinin Q-Öğrenme Algoritması kullanılarak güzergâhı etkileyen kriterleri incelemiş, Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı üzerinde gerçekleştirdiği uygulamasıyla optimum güzergahı belirlemeye çalışmıştır.

Kandakoğlu ve arkadaşları (2009), gemi yoluyla yapılan taşımacılık alanında benzer bir yöntem ile çalışma yapmışlardır. Ticari ve teknik bilgilerle, karar verici mekanizmanın bilimsel örneklerini bir araya getirmişlerdir. Endüstriyel gereksinimlerin nicel metodolojileri ve analitik gereçlerini ortaya koyarak daha başarılı bir taşımacılık sistemi elde etmeyi amaçlamışlardır. Gemi nakliyesinin temel özelliklerinden

bahsetmişler, analiz çalışmasını temellendirmişlerdir. Taşımacılık sistemi için, kriterleri ikili matris olarak birbirleriyle kıyaslamış, ağırlıklandırmış ve öz vektörleri elde etmişlerdir. Normalize edilen kriter değerlerinin pozitif ve negatif ideal çözüme yakınsaklığını kullanarak çözümü analiz etmişlerdir.

Azadeh ve arkadaşları (2008), demiryolları sistemlerini iyileştirmek ve optimizasyonu sağlamak amacıyla AHP kullanılan bir modelleme oluşturmuşlardır. Nicel ve nitel özellikleri kullanarak alternatifler içerisinden optimum olan seçeneğin seçilmesini ve uygun mekanizmanın geliştirilmesini arayan simülasyon programı geliştirmişlerdir. Bu simülasyon programı ile kargo ve yolcu trenleri gibi farklı alternatifler için örnek uygulamalar yapmışlardır.

EPRI (2007), Georgia İletim Anonim Şirketi (GTC) ve Photo Science A.Ş. havai elektrik iletim hattının yerleşimi için standart bir yöntem geliştirmiştir. EPRI 2006 Şubat ayında yayımladığı rapor ile EPRI-GTC Havai Elektrik Dağıtım Hattı Yerleşimi Yöntemi çalışmasını bildirmiştir. Bu yöntemin temel yararı, güzergah seçimi sürecinde göz önünde bulundurulması gereken toplumsal girdilerin nicelik olarak değerlendirilmesidir. Yerel Kentucky Şirketleri tarafından desteklenen bu proje için Lexington'da bir atölye tutulmuş ve atölye çalışmaları hızlandırılmıştır. Bu çalışmalar, dağıtım hatlarında alternatif koridorları geliştirmek için kullanılan kriterleri, göreceli önem ve uygunluk parametreleri içerisinde elde edebilmek için yapılan hazırlık çalışmalarıdır. Bu nedenle atölyede elde edinilmiş sonuçlar, Kentucky İletim Hattı Yerleştirme Yöntemi denemelerini tanımlamaktadır. Daha sonraları Georgia'da uygulan bu çalışma yöntemi, Louisville Gaz - Elektrik Şirketi ve Doğu Kentucky Güç Şirketi projelerinde de uygulanmıştır.

Georgia İletim Anonim Şirketi (GTC)'nde çalışma yöntemi hakkında yapılan genel grup toplantısında, katılımcılar üç kırılma noktasında hem fikir olmuşlardır. İnsani yapı faktörleri, doğal arazi yapı faktörleri, alandaki mühendislik aktiviteleri bahsedilen kırılma noktalarıdır. Bu kırılma noktaları ile yeni tasarlanacak hattın insanlara ve doğal yaşama, bitkilere, hayvanlara, yer altı kaynaklarına karşı kötü etkisi minimize edilmeye, iletim hattının yapısındaki teknik ve fiziksel sınırları belirlenmeye çalışılmıştır. EPRI-GTC' de (2006), havai iletim hattı yerleşimi metodolojisinin ve optimum yol seçimi ile ilgili örnek iletim hattı projelerinin sunumu gerçekleştirilmiştir.

Bu metodolojide çalışma yapan ekip, geniş alanlı bölgeleri makro koridorlara, makro koridorları daha az genişlikteki alternatif koridorlara, alternatif koridorları ise daha dar alanda parçalayarak alternatif yollara bölmek suretiyle analiz yapmıştır. Analiz

için kademeli gerçekleştirilen ölçeklendirme, coğrafi veri tabanları kullanarak sağlanmıştır. Bu sayede, yeni bir coğrafi bilgi sistemi modeli geliştirilmiş ve model grafiksel gösterimlerle desteklenmiştir.

Uygunluğu fazla olan ve kaçınılacak alanlardan oluşan kapsamlı birleşik yüzeyler kullanılmış ve bu yüzeyler ile modelde konum belirleme sistemi (GPS), coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve görsel simülasyon teknikleri bir araya getirilmiştir. Sistem çalışmasının temel dayanağı olan özellikler belirtilmiş, veri katmanları, 400 kişilik arazi ve proje katılımcılarının görüş birliği ile ağırlıklandırılmıştır. Bahsedilen görüş birliğini sağlamak amacıyla Delphi Süreci kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci ise katılımcıların ortak görüşlerinden elde edilen sayısal dataları ağırlıklandırma aşamasında uygulanmıştır.

Mamat ve Daniel (2007), fakülte için akademik personel alımı üzerinde bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışma, kriter karması ve kriter rank tutarlılığı arasında, kriterlerin AHP yaklaşımlı, ikili değer kıyaslaması yapılan istatiksel bir analizdir. Yapılan analiz çalışmalarında geliştirilen matematiksel ve bilgisayar modellemeleri AHP yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Araştırmacılar, çalışmalarında AHP yönteminin genel diyagramına yer vermişler, bu diyagrama dayanarak üzerinde çalıştıkları problem için minimizasyonu amaçlayan formül üretip, problem çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Akademik personel adaylarının özelliklerini grafiksel olarak betimleyerek AHP' ye yaklaşımlarını ifade etmişlerdir.

Gerdsri ve Kocaoğlu (2007), teknolojik tasarımlar için stratejik çatı yapısını oluşturan bir AHP uygulaması üzerinde çalışmışlardır. İş hayatı ve üretim alanında geliştirilen teknolojik üretimler için yapılan bu çalışma, teknoloji stratejisi geliştirme, modelleme haritalaması oluşturma, araştırma fırsatları geliştirme, kaynak ihtiyacını planlama amacı taşımaktadır. Bu araştırmada dinamikliğe, problemlere karşı esnekliğe ve modelleme işlevlerine sahip bir çalışma yapma hedeflenmiştir.

Jewell (2006) yapmış olduğu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) araçları kullanılarak genişletilen yeni bir yöntem sunmuştur. Bu yöntemin amacı, enerji nakil hattı rotalamasında kamusal birliği sağlamaktır.

Tolle ve Evers (2006) çalışmalarında, Battelle bölgesinde kullanılan farklı tür yeni dağıtım direklerini karşılaştırmak için, üç değerlendirme grubu ile yirmi altı adet kriter tanımlamışlar ve bu kriterleri değerlendirmek için karar araçları kullanmışlardır. Oluşturulan yirmi altı adet kriterin değerlendirmesi teknik, performans, maliyet

açısından yapılmıştır. Ağaç, galvanizli çelik ve beton dağıtım direklerinin değerlendirmeleri AHP ve Expert Choice yazılımları ile gerçekleştirilmiştir.

Vajjhalaa ve Fischbeck (2006) çalışmalarında, ABD'nin iletim hattı konumlandırma sistemini geliştirmişlerdir. Çalışmada, konumlandırmanın zorluğu ve zorluğa neden olan sebeplerin nicelik değerlendirmesi sunulmuştur. Konumlandırma problemlerinin yaygın sebepleri ve yerel etkileri dört konumlandırma göstergesi ile oluşturulmuştur. Bu kümelenmeye dayanan çalışma, ülkede konumlandırma zorluğunu ortaya koymakta ve zorlukları endüstri uzmanlarının bakış açısından ele almaktadır. Ayrıca çalışma, Bölgesel Transmisyon Organizasyonunun uzun vadeli başarısı için öneriler taşımakta ve serbestleşmiş endüstride konumlandırma profesyonelleri arasında bilgi transferini meydana getirmektedir.

Welter (2006), kamusal ihtiyaçlarına göre değişiklik yapılacak elektrik hizmetleri üzerinde geliştirilen bir tekniği tartışmıştır.

Keçeci (2006) tarafından yapılan çalışmada, problem olarak bir fabrikanın malzeme tedarikçi seçimi belirtilmiş, seçim için analitik hiyerarşi süreci kullanılmıştır. Delphi Süreci ile geliştirilen çalışma kriterleri kıyaslanmıştır. Anket aracılığıyla puanlandırılmış kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Anket analizi sonucu elde edilen sayısal değerler paket programlar aracılığıyla çözümlenmiş ve sonuç ortaya konulmuştur.

Gill (2006) çalışmasında elektrik iletim hattını mühendislik bakış açısından değerlendirmiştir. İletim hattı inşası en karmaşık mühendislik problemlerinden biridir ve hat güzergah planlaması kamu altyapı yerleşimine dayandığı için sistem zaman ve sonuç bakımından istenilen kriterlere sahip değildir. Bir ENH tasarımı aşaması kısa süre alırken, projenin tesisi aşamasında yaşanılan arazinin konumsal sorunları ve kurumsal onay gibi diğer işlemler tesis inşasının gecikmesine neden olurlar. Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) iletim hattı tasarımcıları tarafından sınırlı alana sahiptir, bu nedenle yeni bir metod geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yeni metod, hat tasarımı konusunda çalışan mühendislerin işlemleri kolaylaştıracak, toplumsal gereklilikler ortaya koyarak proje inşa süresinin hızlandıracak beklentilere cevap verebilmelidir.

Gill ve arkadaşlarının (2006) yaptığı çalışmada, iletim hattı rotalamasında arazi özellikleri incelenmiş, ızgara tabanlı coğrafik bilgi sistemi vasıtasıyla görüntüleme yapılmış, halkın projeye katılımını hızlandıracak ve hattın halk tarafından kabul şansını büyük ölçüde arttıracak özellikler "peyzaj kararı" içinde birleştirilip hesaplanmıştır.

Joskow (2005), özendirici düzenleme mekanizmaların tasarımını kontrol etmek için, düzenleme mekanizmaları uygulamalarının yer aldığı konuları incelemiş ve uygulamalar ile modern teori prensiplerini tartışmıştır. Özendirici düzenleyici mekanizmaların gerçek hayattaki uygulama örneklerini, iletim ve dağıtım hattı için performans bakımından kanıt olarak değerlendirmiştir.

Nepal ve Park (2004) yaptıkları çalışmada, ulaşım ağı planlama ve ulaşım ağı tasarımı alanında gereklilikleri formüle etmek için ve en kısa yol problemlerini çözmek için etkin bir algoritma sunmuşlardır. İlan çalışmadaki çözüm yaklaşımı, üç gerçekçi hedefe dayalıdır. Yatırım maliyeti, bütün ağın seyahat zamanı (OTTEN) ve toplam geçiş ücreti geliri etkili bir çözüm algoritmasının hedefleridir. Bu etkili çözüm algoritması, kriter uzayı ve çözüm uzayındaki sezgisel etiketlemeye, kapsamlı arama tekniklerine dayalıdır. Tur maliyeti açısından her bir nokta etiketlenir, elverişsiz patikalar silinir. Daha sonra baskın yollar çözüm uzayındaki bir grup pareto optimali tanımlamak için silinir ve yaklaşım böylece, baskın olmayan amaç vektörüne dayalı olarak Pareto optimalı çözümünü önerir. Bu şekilde yaklaşım, uygulamalar boyunca özel amaçlı son karar için, karar vericiye son kararı bırakır.

Coulston (2003), özellikleri belirtilen noktaların maliyetlerinin birlikte bağlantı kurularak minimize edilmesi amaçlanan çalışmasında, altılı hücreler içerisinde her bir hücre için çapraz geçiş maliyeti üzerinde kaliteli çözüm üreten genetik algoritma yardımıyla amaca ulaşmaya çalışmıştır.

Yu (2002) çalışmasında, grupsal kararların çözümünü fuzzy ve AHP metodları kullanarak incelemiştir. AHP ile yaptığı çalışmalarında ortaya koyduğu problemin matematiksel modelini oluşturmuş ve uygun çözüm yöntemi geliştirmiştir. Grupsal kararların analizini sayısal formüllerle ve grafiklerle örneklemiştir.

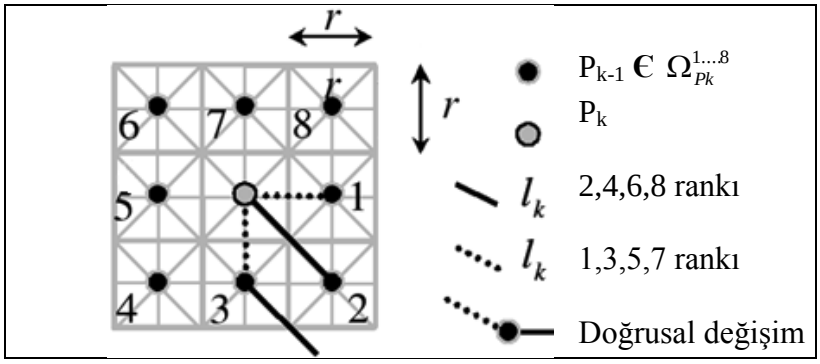
Eynon ve arkadaşlarının (2000) çalışmasında, Kuzeydoğu Amerika'nın farklı dört bölgesinde bulunan mevcut iletim hatlarının, artan ticarete etkin bir şekilde cevap verme yetenekleri incelenmiştir. Artan elektrik satış potansiyeli güç akış modeli kullanarak analiz edilmiş, hattın zorlanmaları, maliyeti, uygunluğu belirlenmiştir. Bölge ve iletim özelliklerinin elektriğin maliyeti üzerindeki etkileri incelenmiştir. New York - New England' ta bölgesel analizler yaparak, Ulusal Enerji Modelleme Sistemi'nde iletim servislerinin belirli tıkanıklık kısıtları içermesi gerektiğini önermişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasının amacı, ENH güzergah seçimini standartlaştırmaktır. İlaveten, iyileştirilme çalışması yapılacak alanların ya da tesislerin detaylı incelemesini, karar metodolojisinin mahal ve mevkii çalışmasını gerçekleştirmektir.

Geliştirme tasarımları ve potansiyel tavsiyeler içeren karar metodolojisinin majör özellikleri, kültürel, ekolojik ve biyolojik kaynaklara karşı hassasiyet gösterilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu metodolojide majör özellikleri adresleyebilmek için üç önemli safhada çalışılmıştır. Bu üç araştırma safhası aşağıda anlatıldığı gibidir (EPRI 2006).

Makro koridorlar diğer safhalara göre en geniş yüzey ölçümlü araştırma safhası olduğu için bünyesinde, eğim, yollar, ENH'ları için teknik kusurlar gibi pek çok özelliği barındırmaktadır. Bu nedenle, çalışılan bölgenin genel yüzey ölçümüne uygun ebatta birim karelere bölünmesiyle, yüzey parçalarını küçültme ve bağımsız hücreler halinde araştırma yöntemi tercih edilmektedir. Şekil 3.1, bu yüzey parçaları üzerindeki çalışmayı anlatmaktadır. Çalışılan bölge yüzeyi, benzer özellik gösteren parçaların aynı hücrede yer alması prensibiyle karesel hücrelere bölünür ve her bir hücre için önem derecesine göre 1'den 9'a kadar puanlandırma yapılır. Şekil 3.1, yapılan puanlandırma işlemi için sayısal örnek içermektedir. Bu şekilde nümerik analiz sonucu, en az risk bulunan hücreye geçiş yapılabilinir. Küçük yüzey genişliklerine sahip çalışmalar için makro koridor analizinde 30'lu karesel hücreler düşünülebilirken, bu değer çalışma yüzeyi genişliğinin artması ile 40, 50 vb. artırılabilir. Bu sayede, ENH'larının paralellikleri veya birbirleriyle kesişimleri gibi lineer özelliklere dayalı veya kaçınılması gereken arazi şartlarına bağlı limitler oluşturulur. Bu limitler ile makro koridor analizi, optimum güzergah seçiminde en geniş kapsamlı araştırma safhasıdır.



Şekil 3.1. Karesel hücreler metodu

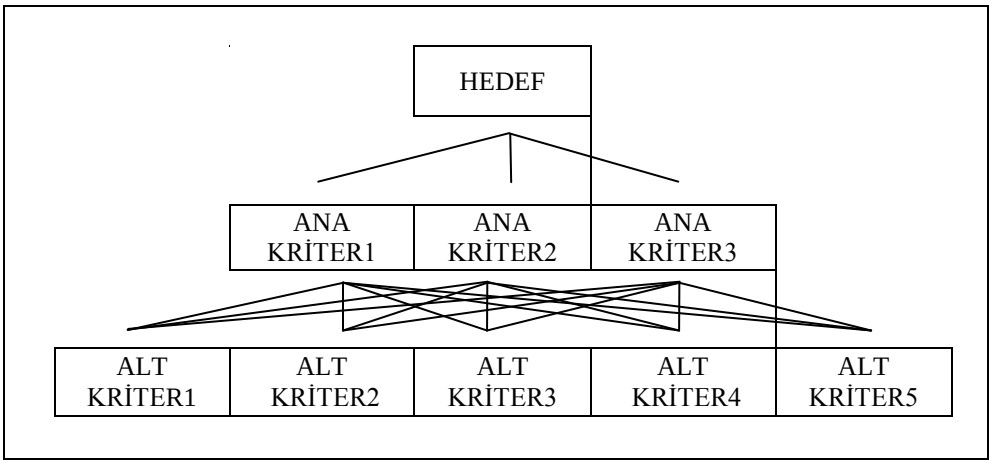
Alternatif koridorlar, adım adım fotoğraflanarak veya dijital fotoğraflama sistemlerinden faydalanılarak makro koridorlardan üretilirler. Ayrıntılı data temininde, arazi kullanım şartları, arazi kullanım sahası, su kütleleri vb. özellikler için ArcGIS ya da uydudan alınan bilgiler ile oluşturulmuş sayısal haritalar kullanılabilir. Bu sayede, makro koridorlardan üretilen daha dar alanlı alternatif koridorlar, makro koridorlara göre çok sayıda limitler taşıdıklarından daha detaylı araştırma safhası olurlar.

Alternatif yolların analizi ve eliminasyonu alternatif koridorlardan kaynak almaktadır. Alternatif koridorlardan üretilen daha dar alanlı alternatif yollar, alternatif koridorlara göre çok sayıda limitler taşıdıklarından çok daha detaylı araştırma safhası oluştururlar. Araştırma yapılırken, hesap kriterlerine bağlı olarak her yol aralarında ikili olarak puanlandırılır, kıyaslanan yollardan en uygun olanı tercih edilerek optimum yol elde edilir.

Kıyaslama çalışmasında kullanılabilecek yöntemlerden birisi de AHP yöntemidir. Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977 de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. Karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan AHP, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını verir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanır ve kararı etkileyen faktörler ile önem değerlerini birebir karşılaştırmaya dayanır. Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir (Hacımenni, 1998).

AHP metodu altı temel adımdan oluşmaktadır (Aytürk, 2006):

1. Problemin tanımlanması,



Şekil 3.2. Analitik hiyerarşi süreci genel şeması

2. Karar kriterlerinin sıralanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması,
3. Kriterlere göre ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması,
4. Matrislerin öncelik vektörlerinin hesaplanması,
5. Tutarlılığın kontrolü,
6. Ağırlıkların birleştirilerek sonuca ulaşılması.

Karar verme probleminin tanımlanması, karar noktaları saptamak ve karar noktalarını etkileyen faktörler saptamak gibi iki aşamadan oluşturulur. AHP'in kullanılabilmesi için sistem çalışması hiyerarşik bir şekilde ortaya konulmalıdır. Daha sonra hiyerarşideki herhangi bir öğenin etkilerini saptamaya yönelik bir ölçüm tekniği kullanılmalıdır.

Hiyerarşi, birimlerin ayrı ayrı diziler halinde gruplanabileceği ve bir gruba ait öğelerin diğer gruptaki öğeleri etkileyeceği varsayımına dayanır. Bir gruba ait öğeler ise birbirinden bağımsız olarak kabul edilir. Eğer bunların arasında da karşılıklı ilişkiler varsa önce bağımsızlık sonra bağımlılık incelenip ikisi birleştirilir. Bir hiyerarşide mutlaka belirli bir düzeydeki öğenin, o düzeyin bir altındaki tüm öğelerle ilişkili olması gerekmez. Şekil 3.2, AHP'nin hiyerarşi yapısını sembolize etmektedir.

İkili karşılaştırmalar matrisleri, kriter ve alt kriterler tespit edildikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için oluşturulur. Karşılaştırmaların yapılmasında Saaty tarafından önerilen 1-9 skalası kullanılır. Böylece, kriterlerin göreli önemlerinin tespiti ve hedefe etkilerinin belirlenmiş olur.

Matrislerde, i satır j sütun olmak üzere, a_{ij}. özellik ile a_{ji}. özelliğin ikili karşılaştırmasında a_{ji} değeri $1/ a_{ij}$ eşitliği ile elde edilir. Çalışma sonunda verilecek karar birçok kişiyi etkileyecek yapıda ise ikili karşılaştırmalar matrisleri farklı kişilerin yargılarının birleştirilmesiyle oluşturulur. Birleştirme işleminde bir çok araştırmacı tutarlı ikili karşılaştırmalar matrislerini elde edebilmek için geometrik ortalama yönteminin kullanılmasını önermektedir.

İkili karşılaştırmalar matrisi elde edildikten sonra matristeki verilerden hareketle kriterler bir üst seviyede kullanılarak, amacı gerçekleştirme konusunda göreli önemler saptanır. Bu nedenle en büyük öz vektör bulunup, normalize edilmelidir. Öz vektörlerin hesaplanmasında dört yöntem geliştirilmiştir (Sarıgül, 2010).

1. En Basit ve Sapmalı Yöntem: Her satırın toplamı alınıp her toplam değeri söz konusu toplamların toplamına bölünür. Böylelikle toplam bire eşitlenmiş olur.

2. Daha İyi Yöntem: Her sütundaki elemanların toplamı alınır ve bu toplamların eşlenikleri bulunur. Daha sonra her eşlenik eşleniklerin toplamına bölünür.
3. Bölmeli İyi Yöntem: Her sütunun elemanları o sütunun toplamına bölünür. Elde edilen değerlerin satır toplamı alınır ve bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür.
4. Çarpmalı İyi Yöntem: Her satırdaki n eleman birbirleri ile çarpılıp n'nci kökü alınır. Elde edilen değerler normalize edilir.

Kararın doğruluğu açısından önemli konulardan biri de, ikili karılaştırmalar elde edilirken karşılaştırmaları değerlendirenlerin yargılarının tutarlılığıdır. Tutarlılık kontrolünde amaç sadece A, B' den daha önemli ve B de C' den daha önemliyse A, C' den de önemlidir şeklinde bir tutarlılığı değil; aynı zamanda A, B' den iki kat B de C'den üç kat önemliyse; A, C'den altı kat daha önemlidir şeklinde oransal bir tutarlılığı da sağlamaktır. Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırmaları yaparken tutarlı olup olmadığını görmek üzere her bir matris için Tutarlılık Oranı (TO) bulunur. Bulunan bu tutarlılık oranının 0,10 veya daha düşük olması yeterli görülmektedir (Sarıgül, 2010).

Tutarlılık Oranının Hesaplanması (Erol, 2004):

1. İkili karşılaştırmalar matrisi ile bu matrise ait öncelik vektörü çarpılır. Elde edilen vektöre ağırlıklandırılmış toplam vektörü denir.

2. Elde edilen ağırlıklandırılmış toplam vektörünün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik vektörüne bölünür.

3. Adım 2 de elde edilen değerlerin ortalaması alınır ve buna maksimum özdeğer denir ve λ_{max} simgesi ile gösterilir.

4. Elde edilen λ_{max} ile Tutarlılık İndeksi hesaplanır.

Tutarlılık İndeksi = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

n: karşılaştırılan eleman sayısı

5. Tutarlılık Oranının hesaplanması Rassallık İndeksinin kullanılması ile olur.

Tutarlılık Oranı = Tutarlılık İndeksi(TI) / Rassallık İndeksi (RI)

Rassallık İndeksi ikili karşılaştırmalar matrislerinin ortalama tutarlılık indeksini ifade eder (Sarıgül, 2010). 1-15 boyutundaki matrisler için rassallık indeksi Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Rassallık indeksi

N	R_i	n	R_i
1	0	9	1,45
2	0	10	1,49
3	0,58	11	1,51
4	0,9	12	1,48
5	1,12	13	1,56
6	1,24	14	1,57
7	1,32	15	1,59
8	1,41	16-….	1,59

Hesaplama sonucunda tutarlılık oranı 0,10'un üzerinde çıkarsa matrislerin tutarsız olduğu ortaya çıkar. Bu durumda karşılaştırmaların yeniden gözden geçirilmesi gerekir. Yine de tutarlılık oranı 0,10'u aşarsa problem tekrar ele alınır ve düzenlenir (Sarıgül, 2010). Bu sayede, elde edilen ağırlıklara göre önem seviyeleri belinlenmiş ve bu önem seviyelerine göre karar verici kararını vermiş olur.

3.1. Makro Koridor Üretimi

Makro koridorlar önemli kriterler üzerinde çalışır ve bu kriterlerin en önemli dört tanesi (EPRI, 2006):

1. Kaynak ile tüketici arasındaki mesafe,
2. Akarsu, dere, uçurum gibi fiziksel engeller ve doğa şartları,
3. Askeri alanlar ve ya resmiyete ait olan bölgeler,
4. Dataların işlenmesi ve sonucun elde edilmesinde dikkat gerektiren maliyet ve zamanlama faktörüdür.

Optimum yol ENH' lar için her zaman kısa yol olmayabilir. Seçimde önemli olan, seçim kriterlerine göre en uygun sonucu verebilecek, en emniyetli, en ekonomik yolu bulmaktır. Bu nedenle, uygun güzergahı elde etmek büyük ölçüde bütçeye bağlıdır. Çalışma için, maliyet analizi yanında zaman faktörü de büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan, makro koridor analizinde maliyet–zaman–verim üçlemesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Optimizasyon çalışmalarında belirlenen kriter özelliklerinin kapsamlı değerlendirmesi yapılır. Aynı özelliğe sahip bölgeler bir arada olmak üzere bütün çalışma yüzeyi eşit alanlı hücrelere ayrılır. Bu işlem, küçültülmüş birim alanlar üzerinde çalışma yapılacağından analizi daha da kolaylaştıracaktır. Bu yüzeyin genişliği her çalışma alanının total genişliğine göre değişkenlik göstermekte olup, esas amaç, benzer özelliklerin toplandığı parçaları aynı hücre içerisine dahil edip eliminasyonu hızlandırmaktır.

Her bir kesit kendi içerisinde pek çok özellik ya da faktör barındırdığı için küçük yüzeyli hücrelerin veya kesitlerin üzerinde çalışarak çalışma seri hale getirilebilinir ve genel seçim işlemi kolaylaştırılabilinir. Detaylandırılmış kriter eliminasyonu ile ilgili bilgiler bu tez çalışmasının diğer bölümlerinde ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

3.1.1. Makro koridorlarda karmaşık yüzey alanının oluşturulması

İlk olarak projenin bütün dataları toplanır ve data dökümanına kaydedilir. Nümerik değerler özelliklere işaretlenir ve en uygun görünüş çalışma alanı için hazır hale getirilmiş olur. Uygun çalışma alanı çalışılacak bölgenin ön görünüşü niteliğindedir. Genel bir bakış açısı kazandırır. Her bir yüzey uygun yüzey çaprazlamasıyla mahal yüzey tiplerine göre rank ile yakınlaşır. Uygun yüzeylerdeki ayrım aşağıda yer alan üç farklı yol özelliklerinin kıyası ile üretilir (EPRI, 2006).

1. İnşa edilecek, bakımı yapılacak veya paralellik şartı aranan ENH takibinin yapılması,
2. Karayolları için paralellik şartı aranan mevcut yolların bulunması ve yolların doğru yön, uygun yakınlık irdelemelerinin yapılması,
3. Gelişmeye açılacak mahallerde geçiş özelliklerinin ortaya konulmasıdır.

Gelişmeye açılacak bu mahaller bir ticaret sahası, endüstri alanı veya konutlaşmaya açılan bölgeler olabilir.

Makro koridor yüzey modellemesi‘’ en az maliyetli yol ‘’algoritmasını kullanır. En az maliyet diyagramında karşılaştırılan yolun hesabı yapılır. Başlangıç ve bitiş noktası arasında belirlenen her yolun her hücreden geçişi için yol hesabı yapılır ve en düşük puana sahip olan yol en uygun yoldur. Tabi, bu yolun ön görünüş için en uygun yol olduğu unutulmamalıdır.

Yapılan puanlandırma işleminde yüksek uygunluğa sahip olan alanlar için kendi aralarında sıralama yapılacak şekilde (1, 2, 3) puanları, aynı şekilde orta dereceli uygunluğa sahip alanlar için (4, 5, 6) puanları, düşük uygunluğa sahip alanlar için (7, 8, 9) puanları verilebilir. Kaçınılması gereken alanların bulunduğu bölgelere, hücrelere yüksek puanlar verilerek uygunluk puanları artırılabilir. Daha uygun özellikteki bölgelerin, hücrelerin puanları düşük verileceği için, toplamda genel yol haritası bakımından risk faktörünün yüksek olduğu alanlar ile risk faktörünün düşük olduğu alanların kıyası ve eliminasyonu sayısal olarak gerçekleştirilmiş olur. Geçiş yapılacak hücrelerin eşit puanlara sahip olmaları halinde hücreler arasında doğrudan geçiş yapılabilir (EPRI, 2006).

3.1.2. Nümerik analiz

Makro koridorlarda özelliklere 1'den 9'a kadar değerler verilerek sistem data tablosu sayısallaştırılmış olur. Çizelge 3.2, kriter yargılarını sayısallaştırma işleminin hangi koşullar altında hangi puanlarla yapılabileceğini göstermektedir. Bu puanlandırma işlemi ''3.1.1. Makro koridorlarda karmaşık yüzey alanının oluşturulması'' başlıklı bölümde yer alan üç kritere dayanarak yapılmalıdır ki; bu halde seçim için yarar ve zararlar göz önünde bulundurulmuş olur. En uygun yol haritası çıkarılırken, en düşük puana sahip olan hücrenin kendisi ve kendisinden sonraki en düşük puanlı hücre puanı üst üste toplanır ve bu işleme bitiş noktasına kadar devam edilir. Seçenekler içerisinden en düşük total puana sahip olan alternatif yol haritası belirlenir.

3.2. Alternatif Koridor Üretimi

Makro koridorlardan üretilecek alternatif koridorlar için aşağıdaki özellikler göz önünde bulundurulmalıdır (EPRI, 2006).

1. Beşeri çevre perspektifi: İnsanların yaşam alanlarının ve kültürel miraslarının korunumu ile ilgilenen perspektiftir.
2. Doğal çevre perspektifi: Su, hayvan ve bitki kaynaklarının korumayı amaçlayan perspektiftir.
3. Mühendislik gereklilikleri perspektifi: Maliyeti minimize etmeyi amaçlayan, tasarımları gerçekleştirecek perspektiftir.

4. Birleşik perspektif: Bahsedilen üç perspektifin bir arada getirilmesi ile elde edilen perspektiftir.

3.2.1. Alternatif koridorlar için data toplama

Makro koridorların detaylandırılması ile elde edilen alternatif koridorlar için makro koridor adına toplanan datalardan daha detaylı ve daha hassas data toplanması gerekir. Mesela, bu dataların yıllık dökümanları bazı yerel kuruluşlardan talep edilebilir, yürütülen enerji çalışması için yatırım programları ile harmanlanarak ortak bir görüş birliği oluşturulabilir. Detaylandırılmış bilgiler arzuya göre digital ortamlardan çekilebilir ve yine ihtiyaca göre alternatifler çoğaltılabilir. Örneğin, yerleşim sahaları hakkında bilgi talep edilirken, bina yoğunluğu, binaların yakınlığı, bakım programları ve çevredeki gelişmeye açılabilecek bölge işleyiş programları veya tasarımları hakkında bilgi alınarak detaylandırılmış olabilir.

3.2.2. Özellikler değer kalibrasyonu

Özelliklerin değer kalibrasyonu ile data katmanlarını normalize edilmesi amaçlanır. Her bir özelliğin uygunluğunu belirleyen, en uygun olanı 1'den başlamak üzere en kötü olanının 9'a kadar puanlandırıldığı bir yöntem ile çalışılır. Bu puanlandırma işlemi ölçüm haritası olmaksızın data katmanlarının matematiksel olarak

Çizelge 3.2. Kriter yargılarının sayısallaştırılması

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki seçenek birbirine eşit düzeyde katkı sağlamalıdır.
3	Orta düzeyde kuvvetli önem	Verilen hüküm bir seçeneği diğerine orta dereceli olarak üstün kılar.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Verilen hüküm bir seçeneği diğerine kuvvetli derecede üstün kılar.
7	Çok kuvveti düzeyde önem	Bir seçeneğin diğerinden üstünlüğü kuvvetli bir şekilde fark edilebilir.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir seçeneğin diğerine üstünlüğü noktasında kanıtların bulunduğu kuvvetli düzeydir.
2,4,6,8	Ara değerler	Belirtilmiş ardışık skala değerleri arasında kalan değerlerdir.

birleştirilmesini sağlar. Bütün datalara aynı puan skalası içerisinde değer vermek data katmanlarını karşılaştırmayı ve birbirine bağlamayı kolaylaştırır.

Örneğin; tasarlanan ENH güzergahının mevcut güzergahına paralel veya hat çıkışından saplama alarak yapılması, çok sarp dik çıkışlı bir tepenin aşılmasından daha elverişli bir geçiş olacaktır. Buna göre mevcut ENH'na paralel geçişe 1 puan verilirken, sarp bir tepenin aşılmasına 9 puan verilebilir. Böylece eğim ve ENH karakterizasyonu oluşturulmuş olur. Hesaplamanın detaylandırılmasına gerek duyulması halinde alt kriterler üretilmelidir. Mesela, eğim kriteri 0^0-15^0-30^0 dereceler olarak limitlendirilen eğim alt kriterleri ile kıyaslandığında, eğim 0^0-15^0 arasında ise 1 veya 2 puan, 15^0-30^0 arasında ise 5 veya 6 puan, 30^0 den büyük ise en kötü şart olan 9 puan verilebilir, bu sayede ayrıştırılıp düzenlenebilir (EPRI, 2006).

3.2.3. Data katmanlarını ağırlıklandırma

Data katmanları AHP kullanılarak önem derecelerine göre ağırlıklandırılır. Bu kalibrasyon prosedürü, set halindeki özellik grupları ile diğer katmanların önemlerini belirlemek için kıyaslama unsuru özelliği taşır. Atanmış ağırlıkların yer aldığı sonuç, grup içerisinde özellikleri bağlamak ve matematiksel olarak konumunu sayısallaştırmaktır. Böylece katman ağırlıkları kullanılarak ENH optimizasyon metodolojisi üretilebilir ve geliştirilebilir.

3.2.4. Perspektif

Bağımsız her bir data katmanı ayrı bir perspektife bağlanmıştır. Bunlar; beşeri, doğal, mühendislik perspektifleridir. Beşeri çevre, ENH optimizasyonu için en çok önem taşıyan ve toplumsal alanda en uygun olanını araştırmayı sağlayan perspektiftir. (Binaların yakınlığı, planlanan bina ve yapılar, tarihi alanlar gibi). Doğal çevre perspektifi, doğal kaynaklara ve ekolojik dengeye en az zarar vermeyi amaçlar. Mühendislik faktörü ise, teknik gereksinimleri göz önünde bulundurarak, en kısa yolu ya da en riskli olandan kaçınarak en optimum yolu tercih edip yapılaşmanın maliyetini minimize etmeye odaklanır (EPRI, 2006).

Tüm perspektiflerinin kalibrasyonu eşit ağırlığa sahip olan ve beşeri, doğal, mühendislik faktörlerine dayalı olan perspektif, karmaşık veya birleşik bir perspektiftir. Bu sayede her bir perspektif, içerisinde yer alan grup halindeki data katmanları ile

vurgulanmış olur. Katmanların diğer perspektif içerisinde yer alması gerekirse de bu modelleme bu işleme asla karşı çıkmaz. Örneğin; evlerin yer aldığı bölgeler doğal perspektifte de yer alabilir, vurgulanabilir. Modelleme bu hali ile de hesap yapabilir.

Bu perspektifler, alternatif yoların geliştirilmesini sağlayacak özellikleri hesaplamayı ve öncelikli kıyaslamanın yapıldığı alternatif koridorların ayrımını üretir. Data katmanlarını ağırlıklandırma, her bir alternatif koridora karşı optimum yolu bulacak perspektifi oluşturmak için birleştirilir. Böylece, perspektif içerisinde en az kötü tesir ve riski taşıyan yol bulunmuş olur. Kötü tesirin en az olduğu yol, en düşük skoru taşıyan yoldur yani optimum yoldur.

3.2.4.1. Beşeri çevre perspektifi

Süreç içerisinde bazı alanların seçim yapacak takım için vurgulanması ve takımın bu alanlara dikkat göstermesi sağlanmıştır. Mevkii kategorisini üç farklı alanda incelenmiştir. Bunlar, hali hazırda konut bölgesi olan alanlar, ikamet edilmemiş ancak gelişmeye açılmış alanlar, gelişmeye müsait alanlar olabilir. İkamete açık bölgeler düşük tercihe sahip bölgelerdir. Gelişmeye müsait alanlar ise ikamete açık bölgelerin aksine yüksek tercihe sahip bölgelerdir. Bu bölgeler gelişmiş alanlar, gelecekte gelişecek alanlar, parçalanmış alanlar, ticari sahalar, resmi özellikli alanlar, yerel yönetim veya benzeri kurumlar tarafından henüz yapılandırılmamış alanlar olarak gereksinime göre parçalanıp veya geliştirilip projelendirilebilir.

ENH için en uygun olanlardan bir tanesi de henüz tam manasıyla gelişimini sağlayamamış, enerji ihtiyacı ileriki dönemlerde fazlaca olacak sahalardır. Yerel yönetimler ileriki dönemlerde bu alanları diğer bölgeler ile birleştirebilir veya ayırabilir, genişletip ayrı bir merkez önemi geliştirebilir.

ENH güzergahı üzerinde yer alacak gelişmeye müsait bölgelerin üzerindeki master çalışmalar biliniyorsa bu çalışmalara paralel bir tesis dizaynı oluşturulabilir. Ancak bu çalışmalar bilinmiyorsa ya da çalışmalar halen karar aşamasındaysa ve henüz kesinlik oluşmamışsa, bu dizaynı tercih etmemek daha uygun olabilir. Bu bakımdan, çalışmaların kesinliğe kavuşması yönlendirici bir faktör olarak seçilebilir. Çizelge 3.3, beşeri faktörler hakkında veri toplanabilecek resmi kurumların listesini belirtmektedir.

Su havzaları veya göllerin çok yakınından geçişte beşeri faktörler içerisinde sayılabilir. İnsani yapılaşma özelliklerini barındırabilecek bu faktörlerden, çok yakın olarak göl ve su havzalarından geçmek çok düşük tercihe sahip olmalıdır.

Çizelge 3.3. Beşeri faktörler data kaynakları

BEŞERİ FAKTÖRLER İÇİN DATA KAYNAKLARI KURULUŞLAR		
Tarım ve Hayvancılık Alanları	Devlet Tarım Ziraat ve Hayvancılık İl Müdürlükleri	Çalışma yapılacak alandaki tarımsal bölgenin ziraai durumu, toprak yapısı bakımında zenginliği, tarımsal verime elverişliliği vb.
Askeri Sahalar	Yerel Yönetim Birimleri	Askeri sahaların genişletilmesi veya taşınması, elden çıkarımı ile ilgili bilgiler
Havaalanları	Devlet Havayolları Genel Müdürlükleri	Havaalanları ile ilgili tüm bakım ve genişletilme programları
Kentsel Dönüşüm Çalışmaları	Belediyeler / İl Özel İdareleri / Yerel Yönetimler	Dönemsel olarak yapılan programların süreleri ve enerji ihtiyacı belirleme noktasında genel bilgi vb.
Konutlaşmaya Açılan Bölgeler	Belediyeler / İl Özel İdareleri / Yerel Yönetimler	Konutlaşmaya açılan alanın sınırları ve güç ihtiyacı, bina yoğunluğu ve diğer bilgiler.
Kamuoyuna Açık Alanlar	Belediyeler / İl Özel İdareleri / Yerel Yönetimler	Bu alanları bakım, genişletilme ve yatırım programları
Kent Parkları / Hastaneler / Camiler / Mezarlıklar/ Okul Alanları	Belediyeler / İl Özel İdareleri / Yerel Yönetimler	Bu alanlarda yapılacak dönemsel çalımlar hakkında bilgi
Ticari / Endüstriyel Sahalar	Belediyeler / İl Özel İdareleri / Yerel Yönetimler	Bir alanın ticarete veya endüstriye açılıp açılmayacağı, açılacaksa saha sınırları ve potansiyeli, endüstriyel alanda kurulacak yeni sanayi tesisleri, fabrikalar vb. hakkında detaylı bilgi.

Tekrar ele alınan toplumsal alanlardaki tüm kriterler beşeri faktörlere eklenebilir, geliştirilip kriter sayısı çoğaltılabilir. Ağırlık oranlarına göre yapılacak seçim neticesinde risk payı bu safhada diğerinden yüksek olan bir yol bile en optimum yol çıkabilir. Çünkü problem metodolojisinde nihai seçimi sağlayacak diğer perspektifler de vardır. Tüm perspektif sonuçlarının bir arada hesaplanması neticesinde seçim yapılacağından, seçim için pek çok ihtimal söz konusudur. İşlem metodolojisindeki basamaklandırmanın temel nedeni de budur (EPRI, 2006).

3.2.4.2. Doğal çevre perspektifi

Bu kriterin amacı, doğal çevre üzerinden ilerleyen ENH'nın tesirlerini doğal ortama en az zararlı hale getirebilmektir. Resmi veya yerel olarak oluşturulmuş pek çok çevre düzenlemesi, hassas ve doğal ortamlara çevreci bir koruma ve kimlik kazandırma

bilincine dayanır. Su alanlarının korunması, ekolojik dengenin korunması, yabani hayatın ve bitki örtüsünün zararlı etkilerden oldukça az etkilenmelerinin sağlanması için resmi çalışmalar yapılmaktadır. Hayvansal ve bitkisel dengenin sağlanması için her türlü zararı minimize etmek gerekir. Çünkü doğa birbirine bir zincir gibi bağlı bulunduğundan ekolojik olarak faktörlerden bir tanesinin zarar görmesi ya da yok olması düşünülemez. Bu sebepten, resmi kanalda, yerel yönetimlerde ve vakıflar bünyesinde yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulmalıdır.

Uçurumlar ve çok sarp yükseltiler ENH güzergahı için olumsuzdur. Ormanlık alanlardan ve doğal çevrenin vahşi yaşam kesiminden geçen güzergahlar da en az uçurumlar kadar tercih edilemez güzergahlardır. Rüzgar, su havzaları, vahşi doğa ve yaşam alanı ormanlar, doğal parklar, korunması gereken ülke parkları, yeşil sahalar, bu perspektif içerisinde yer alırlar. Amaç, bu alanlara zarar vermeden yapılabilecek seçimi gerçekleştirmektir (EPRI, 2006). Tüm bu alanlar, kaçınılması gerekenler kadar kesin hükümlerle birbirinden ayrılmadığından eğer geçiş yapılması gerekiyorsa emniyet payları sağlanarak geçiş yapılması uygundur. Örneğin; ağaçlık bir sahanın civarından geçecek bir yol araştırılacaksa, ağaçların büyüme hızlarına, yaklaşım mesafesinin emniyetli geçişe uygunluğuna dikkat edilmelidir. Böylelikle, doğabilecek zararlar en az hale indirgenmiş olur.

Çoraklaşmış sahalar, ekili-dikili alanlar, bahçelik alanlar, ticari amaçlı ağaçlık sahalar (kereste kaynağı vb.), vahşi orman arazisi, gelişmiş veya gelişmemiş sahalar, düşük yoğunlukta kentsel bölgeler, yüksek yoğunlukta kentsel bölgeler, sık ya da seyrek bitki örtüsü, kum ocakları, taş ocakları, maden ocakları, volkanik bölgeler, yapraklı ormanlar, her zaman yeşil ormanlar, golf sahaları, çayırlar, meralar, sahil-kıyı alanları, bu faktör altında belirlenebilecek kriterlerdendir. Bu kriterler hakkında data alınabilecek kurumların bilgisi Çizelge 3.4'te yer almaktadır.

Çizelge 3.4. Doğal faktörler data kaynakları

DOĞAL FAKTÖRLER İÇİN DATA KAYNAKLARI KURULUŞLAR		
Ağaçlandırma Sahaları / Ormanlık Araziler	Devlet Orman İşleri Bölge Müdürlükleri	Ağaçlandırma projesi detay bilgileri, ağaçların büyüme değerleri, yaklaşma mesafeleri, yatırım programları vs.
Tarım ve Hayvancılık Alanları	Devlet Tarım Ziraat ve Hayvancılık İl Müdürlükleri	Çalışma yapılacak alandaki tarımsal bölgenin ziraai durumu, toprak yapısı bakımında zenginliği, tarımsal verime elverişliliği vb.

3.2.4.3. Mühendislik perspektifi

Bu kriter mühendislik gereksinimi olan güzergah belirleme, yapılandırma, planlama gibi perspektife odaklanır. Bu tez çalışması, mühendislerden ve bilim adamlarından oluşan seçici ekibin lineer özelliklere göre kriter seçimini içermektedir.

Spesifik bilgi üretmek için oluşturulmuş bu ekip, boru hattı, karayolu güzergahı ve diğer ENH özellikleri ile güç hattı yerleşimini göz önünde bulundurmaktadır. Bu perspektife bağlı üç bakış açısı vardır: Lineer altyapı, eğim, yoğun tarım. Eğer mühendislik perspektifi kriterleri eşit öneme sahip olurlarsa, mühendislik perspektifi seçimi başlangıç ve bitiş noktaları arasında doğrusal bir hat bağlantısına dönüşür. Nadiren karşılaşılan böyle durumlarda, mühendislik perspektifi data katmanında aktif şartlara ve anlık arazi bilgilerine ihtiyaç duyulur (EPRI, 2006).

Lineer altyapı sistemi kategorisinde data katmanı, mevcut olan iletim hattı bakımı veya lineer alt yapı sistemlerinin yerleşimini içerir. Ekip, en önemlileri ekonomiklik, en az kötü tesire sahip olan doğal ve kültürel kaynakların varlığı, mevcut ENH yerleşimine paralellik veya saplama özelliği olan, bazı şartlara göre sistemi inşa eder.

Lineer altyapı sistemi data katmanı içerisinde yeniden inşa alternatifini en uygun olarak derecelendiren seviye olacaktır. Genellikle yapı bakım faktörlerinin düşük derecelendirmesinin sebebi maliyettir. Mevcut bir ENH'na paralel veya mevcut bir yola paralel istikamette planlanan yeni bir güzergah alternatifi arazi ölçümünü düşüreceğinden maliyeti azaltacaktır. Böylece önemli derecede kar elde ettirip, kazanç sağlatacaktır. İşletme ve bakım için yaklaşım geliştirildiğinde, mevcut ENH ile doğru istikamette ilerlemeyen alternatif yolların olduğu durumlarda veya mevcut lineer özelliklerin bulunmadığı bölgelerde yeni iletim hatları hem maliyeti artıracak hem de doğal çevreye zarar verecektir. Yeni iletim hatları için planlanan güzergah, bu açıdan kıyaslamaya tabidir.

Bir başka mühendislik kriteri ise eğimdir. Eğimin, $15^{0'}$den daha az olması, düşünülen hatların inşa ve bakımı için en uygun olanıdır. Eğimin, 16^0-30^0 arasında olması yapı maliyetinin yükselmesine ve erozyon ihtimalinin artmasına neden olacağından orta dereceli zorlama söz konusudur. 30^{0}'den büyük eğimler kaçınılması gereken alternatifler olup, bu eğim yapı inşası ve bakımı için yüksek maliyete sebep olacaktır (EPRI, 2006). Toprak denge stabilizasyonu, araç gereç kısıtlaması, çevresel ihtiyaçlar gibi ihtimaller düşünüldüğünde, bu tür alanlarda yapı maliyet analizinin

gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. İlave olarak; büyük eğimli arazilerin limit değerlere yakınlığı olan alanlarda da yapı ve bakım çalışmalarının analizi gereklidir.

Mühendislik faktör tasarım safhasında üçüncü ve en son düşünülen konu yoğun tarımın var olmasıdır. Önemli derecede mühendislik zorlamalarına neden olan bu mevzu data katmanları arasında arazi kullanım özelliği olarak belirtilmiştir. Merkezi ve eksenel sulama, yemiş ve meyve bahçeleri sulama, tarımsal sulama çalışmaları bu başlık altında irdelenmelidir. Bu tür alanlardan kaçınma, bahçe ve tarımsal sulama özelliklerinin pahalı etkilerini minimize etmek için fırsat oluşturabilmektedir. Amaç, hem sulamayı ucuzlatmak hem de arazini kullanım amacına zarar vermemek ve engel teşkil etmemektir. Çizelge 3.5'te verilen kurumlardan kesin bilgileri toplamak suretiyle bu tür zararların önüne geçilmiş olunur.

3.2.5. Düşük maliyetli yol algoritması

Makro koridorların üretim basamağı olarak kullanılan en düşük maliyetli yol prosedürü, alternatif koridorların seçimi için oluşturulmuş perspektiflerden en uygun olanını seçmek için kullanılır. Bu konudaki çalışma yöntemi şu üç madde ile özetlenebilir (EPRI, 2006).

1. Farklı seçenekleri elde eden sağduyulu bir bakış,
2. Toplanan seçenekler datasını hesaplayan bir bakış,
3. Planlanan ENH yerleşimini hesaplayan, rölatif tercihlerin özel bir dağılımına dayanan optimum yola karar vermedir.

İçlerinden en kritik olanı birinci maddedir. Bu basamak, çalışılan perspektif içerisinde ENH yaklaşımının rölatif seçeneklerine kimlik kazandırmaktadır. Katmandaki her kriter 1-9 skalasında kalibre edilir. Kalibre edilmiş özelliklerin düzenlenmesi için data katmanlarında toplanır ve birleştirilir. Farklı perspektiflerin rölatif özelliklerinin yansıtılması için data katmanları ağırlıklandırılır. EPRİ'nin 2006 yılı çalışmasında, araştırma yapılan örneklerde, üç aşama halinde ağırlıklandırma yapılmıştır. 1.Aşama: Özelliklerin kalibrasyonu, 2.Aşama: Data katmanlarının ağırlıklandırılması (beşeri, doğal, mühendislik), 3.Aşama: Grup perspektifinin rölatif önemliliğini aksettirmedir. Kaçınılması gereken alanların haritası ve proje sahası içindeki yerleşimi, düşünülen hattın planlanan yolları, kriter haritası ile birleştirilir. Tutarlı bir bakış açısı ile betimlenir.

Çizelge 3.5. Mühendislik faktörleri data kaynakları

MÜHENDİSLİK FAKTÖRLERİ İÇİN DATA KAYNAKLARI KURULUŞLAR		
Otoyollar / Karayolları	Devlet Karayolları Bölge Müdürlükleri	Yol bakım çalışmaları, genişletme veya taşıma programları, yatırım programları ve uygulama süreci gibi.
Sulama Kanalları	Devlet Su İşleri Bölge Müdürlükleri	Mevcut sulama kanallarının faaliyet sahası bilgisi, kanal bakım çalışmları, yatırım programları, ilave tesis ihtiyacı vb.
Rüzgar Haritaları	Devlet Meteroloji Enstitüleri	Rüzgarlı alanlar ve yıllık ortalama rüzgar haritaları tedarik edilmesi bölge için kullanılacak elektrik malzemesi seçimini kolaylaştırabilir.
Buzlanma Haritaları	Devlet Meteroloji Enstitüleri	Bölgelerin yıllık yağış ve don haritaları ile bu bölgelerin karlı geçen gün sayısı, en yüksek - en düşük hava sıcaklıkları bölge iletim hattı güç ve kesit tayininde kullanılmalıdır.
Demiryolları	Devlet Demiryolları Bölge Müdürlükleri	Demiryolları üzerinde yapılan bakım veya tadilat çalışmaları, yakın tarihli yatırım programları vb.
Enerji Nakil Hatları / Yüksek Gerilim Hatları	TEDAŞ ve TEİAŞ	Mevcut ENH ların bakımı, işletme süreleri, tadilat ve taşınma programları hakkında bilgi alınabilir. Büyük iletim hatları hakkında detaylı bilgi ve yatırım programları elde edilebilir.
Petrol - Gaz Boru Hattı	BOTAŞ	Mevcut hatların detaylı dökümü ve gelecek programlar vb.

İkinci maddede bahsedilen bakış, araştırmada, her bir perspektif için en uygun koridor hesabını yapan bilgiyi kullandıracaktır. Sonuç, ENH yol belirlemesi için proje alanı içerisinde, başlangıç yerleşim seçeneğinden diğer tüm seçeneklere kadar tekrarlanan toplam tercih bakışı olacaktır.

Üçüncü madde, başlangıç ve bitiş noktalarını bağlayan düşük tercihli alanları minimize eden, toplam maliyet hesabı içerisinde en az direnç göstermiş yolun fakını ortaya koyan maddedir. Optimum olarak karakterize edilmiş bir yol, toplam maliyet hesabının başından sonuna kadar her biri sırasıyla kıyaslanmış bir dizi yol içerisinden seçilir. Bir yolun uygunluğu kendisinden sonraki en iyi yol veya yollar ile yapılmış karşılıklı ikili kıyaslamalar neticesinde belirlenir. Koridorların detaylandırılmış data bilgilerinin temini yüksek çözünürlüklü havai fotoğraflar veya parseller hakkında alınmış kurumsal bilgilerle sağlanabilir. Her bir yöntem, alternatif koridor seçiminde hassasiyet sağlamak için uygundur.

3.2.6. Alternatif koridorlarda karmaşık yüzey alanlarının oluşturulması

Alternatif koridorlar farklı yüzey perspektiflerinin vurgulanması ile üretilirler. Bu vurgu, diğer iki alternatiflerden daha önemli olduğu düşünülen perspektif üzerinden yapılmalıdır. Alternatiflerden her biri diğer alternatiflerle ikili olarak puanlandırılır ve perspektiflerin ortalama ağırlık değerleri elde edilir, bütün tercih yüzeyleri birleştirilir. Çeşitli projeler üzerinden gerçekleştirilen ortalama ağırlıkların test işlemlerinde, diğer alternatiflerin üzerinde etkili olan bir perspektif vurgusunun, perspektif ağırlıklandırmasından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Vurgu yöntemi, tüm alternatif perspektiflerden tutarlı bir tercih elde etmek için kullanılan yöntemdir. Bu işlem alternatif koridorlardan en optimum olanını bulana kadar kaç perspektif varsa o kadar devam ettirilir. Tercih edilen yol, tüm bu kıyaslamalar sonucunda bulunmuş optimum yoldur ve bu işlem, karar modellemesinin kriter haritasında bulunmayan faktörlerin yer alma gereksinimi azaltan bir etkendir (EPRI, 2006).

3.3. Alternatif Yol Üretimi

Önceki bölümlerde beşeri, doğal, mühendislik isimli perspektiflerden, düşük maliyetli yol algoritmasından, karmaşık yüzey haritasından bahsedilmişti. Bu bölümde yer alan tüm çalışmalar, alternatif koridorları elde etme yöntemi ile paralellik gösterir. Makro koridorların eliminasyonu ile elde edilen alternatif koridorlardan benzer yöntemle eliminasyon yapılarak en uygun yol seçimi ortaya konulur. Alternatif yolların seçimi için alternatif koridorların daha detaylandırılmış data bilgileri gerekmektedir.

Yüzey olarak sırasıyla makro koridorlar, alternatif koridorlar ve alternatif yollar düşünüldüğünde en dar alanlı bölgeler alternatif yollar başlığı altında incelenir. Makro koridorlar analizi başlığı altında, çalışma alanının 30'ar benzer özellikli hücreye ayrıştırılması ile seçimler yapılabileceğinden bahsedilmişti. Benzer yöntemle, seçilmiş alternatif koridorları ve alternatif yolları total yüzeyde 15'er veya daha küçük sayıda parçalara ayırıp yüzeysel analiz yapmak mümkündür.

Alternatif yol üretiminde, alternatif koridor üretimi için kullanılan ana kriterlerin detaylandırılması daha kapsamlı yapılmalı ve sınıflandırma ya da sayısallaştırma işlemleri çoğaltılmalıdır. Mesken özellikleri, ticari binalar, endüstriyel binalar vs. belirlemelidir. Alternatif koridorların eliminasyonuna göre toplam zaman ve proje maliyeti düşünülerek ilave datalar elde edilmeli ve modelleme sistemine

işlenmelidir. Optimal sonuca ulaşabilmek için belirlenen proje hücre sayısı ihtiyaca göre değiştirilebilir. Örneğin; 50 kV'luk ENH güzergah optimizasyonu için 12 parçalı hücre gerekli görülmüşse; 1000 kV'luk bir ihtiyaç için, artan gerilim değerine göre hücre sayısı da artırılarak 180 karesel hücreli metod analizi geliştirilebilir (Sumper ve Ark., 2010).

3.3.1. Alternatif yol için mevkii analizi

Yol hesap süreci, profesyonel çalışmalarda yer alan üretim gereci olarak dizayn edilir. Yapılan profesyonel çalışmalarda, çalışma yüzeyinin, çevrenin doğal etkilerinin yanı sıra teknik konuların da alternatif yollar üzerindeki avantaj ve dezavantajlarının hesaplanması gerektiği belirlenmiştir. Bu sayede tercih edilecek yolun seçimi kolaylaşmaktadır. Coğrafi özellikler ve ekolojik yapı incelemesi ile doğal perspektifin dataları, yapısal ve kültürel özelliklerin irdelemesi ile beşeri perspektifin dataları şekillendirilebilir. Mühendislik perspektifindeki analizler için teknik durumlar, yasal işleyiş ve yayılım süreci, maliyet kontrolü gerçekleştirilmektedir.

Karmaşık alternatif yol analizinde, modelleme bütün data katmanlarının hesaplanan kriterlerini izole eder. Sonuç; harita oluşturulması, eğitilmiş data gösterimi, grafiksel gösterim, istatistiksel özetler gibi pek çok şeklide ortaya konulabilir.

3.3.2. Nicel exper yargısı

Uzmanlar tarafından oluşturulan takım, her bir alternatif yol için uygun puanlandırma elde eden AHP metodunu kullanarak, ağırlıkları geliştirir ve normalize edilmiş birimleri değerlendirir. Puanlar üç perspektif ile birleştirilir ve bütün olarak hesap ile total bir puan oluşturulur (EPRI, 2006). Bu sayısal değerler, alternatif yolların kıyası için objektif dayanak üretir ve tartışmaların uygun değerlerini canlandırır. Çizelge 3.6, Exper raporu için kıyaslanabilecek kriter örneği içermektedir.

3.3.3. Tercih edilen yolun seçimi

Hesaplama süreci içindeki son basamak, exper kararlarının alternatif yollara tesirini veya yaklaşımını değerlendirmektir. Her bir üyenin alternatif yollara karşı yaklaşımları, görsel ilgi, ticari ilgi, program gecikme riski, özel izin özellikleri, yapım

ve bakım kolaylığı gibi bazı düşünce kriterleri ile ortaya konulmaktadır. Bu düşünce tarzı ile kriter ağırlıkları elde edilir, bağımsız noktalarla hesaplanan sayısal değerler ile exper takımın eğilim gösterdiği olgular birleştirilir.

Çeşitli yol tespitlerinde, spesifik olarak hesaplanan kriter kümesini genişletmek ya da daraltmak not edilmesi gereken önemli bir noktadır. Kesin sonuç elde edilecekse, kriter irdelemelerine ve uygunluk tercihine rağmen hesaplama aşamasında nicel değerlerin göz önüne alınması gerekmektedir.

Böylece kriter sahası genişletilip, sonucun tutarlılığı artırılabilir. Çünkü sayısal verilerle takımın düşünceleri temel ve belirgin kriterler etrafında toplanıp bir arada tartışılmış olur. Ayrıntılı ve objektif bir özellik kazanan karar metodolojisi seçim işleminin risk payını oldukça küçük oranlara indirgeyecektir. Bu bakımdan, doğal ve kültürel çevreye en az kötü tesirde bulunan, teknik zorlukların gözler önüne serilmesi ile emniyetli olma özelliği artan, hem bölgenin anlık şartlarına uyumlu hem de gelişme ihtimallerine dayalı bir seçim yapılmış olur.

Çizelge 3.6. Exper raporu örneği

EXPER RAPORU KRİTERLERİ	**ALTERNATİF YOLLAR**				
	1. YOL	2. YOL	……..	(n-1). YOL	n. YOL
Yapılaşma özellikleri ve emniyet mesafeleri					
Kamu hizmet binaları ve yasal işleyiş					
Ruhsat ve özel izin belge analizleri					
Yapıların bakım analizleri					
Estetik görünüm sağlama analizi					
Arazide yapılacak özel manevraların ve kullanılacak özel malzemelerin analizi					
Arıza önlem veya arıza risk derecesine göre analiz					
Fizibilite Çalışması					

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Optimum güzergah seçiminde makro koridor analizi en geniş kapsamlı araştırma safhasıdır. Çünkü makro koridorlar diğer koridorlara göre en geniş yüzey ölçümlü koridorlardır. Alternatif koridorlar makro koridorlardan üretilen daha dar yüzey alanına sahip olan ve makro koridorlara göre daha fazla limit kriterler taşıyan koridorlardır. Bu nedenle, alternatif koridor analizi, makro koridor analizinden daha detaylı araştırma safhası oluşturur. Alternatif yollar ise dayalı oldukları limit kriterlerin alternatif koridorlardan daha fazla olmasından ötürü araştırmanın en detaylı kısmıdır.

Birinci araştırma, Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüs alanında, kampüs ana girişinden başlayan ve kampüs lojmanlarında sonlanan bir ENH optimizasyonu için yapılmıştır. İkinci araştırma ise Beyşehir İlçesi Yeşildağ Kasabası Dumanlı Köyü ENH güzergah seçimidir. Koridor analizleri yapılırken, adım adım veya dijital fotoğraflama sistemlerinden faydalanılabileceği gibi, ArcGIS ya da uydudan alınan bilgiler ile oluşturulmuş sayısal haritalar da kullanılabilir. Yapılan tez çalışmasında, iki farklı örnek için uydudan alınan fotoğraflar üzerinde araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırma yapılırken, hesap kriterlerine bağlı olarak her koridor veya yol ikili olarak puanlandırılmış ve kıyaslamaya tabii tutulmuştur. Bu kıyaslama çalışmasında AHP yöntemi kullanılmıştır.

İkili karşılaştırmalar matrisleri, kriter ve alt kriterler tespit edildikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için oluşturulur. Karşılaştırmaların yapılmasında Saaty tarafından önerilen 1-9 skalası kullanılır. Böylece, kriterlerin göreli önemlerinin tespiti ve hedefe etkilerinin belirlenmiş olur. Bu tez çalışmasında, dikkate alınan kriterlerin önem derecelendirme işlemi, Delphi Süreci ile gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması, bir kısmı resmi kurumlarda çalışmakta olan ve ENH optimizasyonun proje safhasında görev alan kişilerden, diğer bir kısmı ise proje tasarım ve arazi uygulama safhasında çalışan kişilerden oluşan, alanında uzman 25 kişilik katılımcı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Anket katılımcılarının en genç olanı, sekiz yıllık mesleki tecrübeye sahip olup, ENH' ları planlama, projelendirme ve arazi inşası aşamalarında aktif rol oynamaktadır. Mesleki deneyimleriyle çalışmaya yardımcı olan katılımcılara uygulanmış anket örneği EK-1'de verilmiştir.

Delphi Süreci ile faktörler kalibre edilmeye çalışılmıştır. Faktörlerin değer kalibrasyonu ile data katmanlarını normalize etme amaçlanmıştır. Böylece çalışma,

özellik veya faktör haritasından yola çıkarak her bir uzmanın özellik üzerindeki görüşünün iterasyonel kararını içermiştir.

Her bir özelliğin uygunluğunu belirleyen, en uygun olanı 1'den başlayarak en kötü olanı 9'a kadar puanlandıran bir yöntem ile çalışılmıştır. Bu puanlandırma işlemi ölçüm haritası olmaksızın data katmanlarının matematiksel olarak birleştirilmesine izin vermiştir. Bütün datalara aynı puan skalası içerisinde değer vermek data katmanlarını karşılaştırmayı ve birbirine bağlamayı kolaylaştırmıştır. Yapılan anket çalışması ile farklı kişilerin yargıları toplanmış, gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar matrisleri ile farklı kişilerin yargılarının birleştirilmesi sağlanmıştır.

Bir çok araştırmacı, birleştirme işleminde tutarlı ikili karşılaştırmalar matrislerini elde edebilmek için geometrik ortalama yönteminin kullanılmasını önermektedir. Bu tez çalışmasında da anket yanıtlarının analizi için geometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Anket sorularına katılımcılar tarafından verilen yanıtlar ve analiz sonuçları EK-2'de verilmiştir. Elde edilen bu analiz sonuçları, kriter ağırlık hesabı yapılan sayısal örneklerde kullanılmıştır. Böylelikle ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması işlemi kolaylaştırılmıştır.

İkili karşılaştırmalar matrisi elde edildikten sonra matristeki verilerden hareketle kriterler bir üst seviyede kullanılarak, amacı gerçekleştirme konusunda göreli önemler saptanmıştır. Bu nedenle en büyük öz vektör bulunup normalize edilmiştir. Öz vektörlerin hesaplanmasında dört yöntem geliştirilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında, öz vektör hesabı için''3.Materyal ve Yöntem'' başlıklı bölümde bahsedilen yöntemlerden ''çarpmalı iyi yöntem'' kullanılmıştır.

Kararın doğruluk tespiti için, ikili karılaştırmalar elde edilirken karşılaştırmaları değerlendirenlerin yargılarının tutarlılığı analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen tutarlılık oran hesabı EK-3'de verilmiştir.

ENH optimizasyonu yapılandırılan doğal metodoloji ile proje, güzergah ve modelleme için tutarlı bir uygulama alanı elde etme amaçlanmaktadır. Modelleme teknolojisi sayesinde koridorların üretilmesi, yolların elde edilmesi, grafiksel tasvir ve rapor üretimi gerçekleştirilebilir. Bilgi ve tanı yol seçiminde daha az uygun olandan daha çok uygun olana doğru ilerleyen bir yöntem kullanılmıştır. Bu nedenle, ENH optimizasyonu karar modellemesindeki seçim kriterlerine, seçimin dayandığı pek çok bilgi ve nesnelere dayanmaktadır. Dolayısıyla, analiz aşamasında data katmanları arasındaki farklar, seçim kriterleri açısından ağırlık, rank gibi analiz yöntemi ile sayısallaştırılması seçim işlemini kolaylaştırmıştır. İki ayrı uygulama üzerinde

gerçekleştirilen çalışma ile başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki tüm alternatifler içerisinden seçilen en uygun yol, aşağıda belirtildiği gibi analiz edilmiştir.

4.1. Uygulama I İçin

Makro koridorlar analizi daha önce bu alanda çalışma yapmış araştırmacılar tarafından pek çok kez test edilmiştir. Alternatif koridorlar ile alternatif yollar hakkındaki analizler ve tercih edilen güzergah seçimleri mevcut ve yeni tesis edilen proje örnekleri üzerinde uygulanmıştır. Bu örnekler arasında EPRI(2007) çalışmalarından kaynak alan Georgia bölgesi projeleri, Atlanta bölgesi yerel ve banliyö projeleri yer alır. Bu örneklerdeki metodoloji çoğu kez test edilmiş ve ihtiyaçlara göre yenilenmiş haliyle ENH projeleri için kullanışlı hale getirilmiştir. Bu çalışmanın önerisi olarak; bir iletim hattı projesi modelleme ile resmedilir, böylece optimum yol kolaylıkla tercih edilebilir. Bu tür proje çalışmaları, daha çok kırsal alanın ağırlıklı yer aldığı, konutlaşma ve diğer özelliklerin dağınık bulunduğu bölgelerde büyük kolaylık sağlamaktadır. Böylelikle, projeye ait bölgenin mevcut kaynakları, su havzaları, tarım alanları, bahçeler, ibadethaneler gibi pek çok saha koruma altına alınmıştır.

4.1.1. Makro koridor araştırması

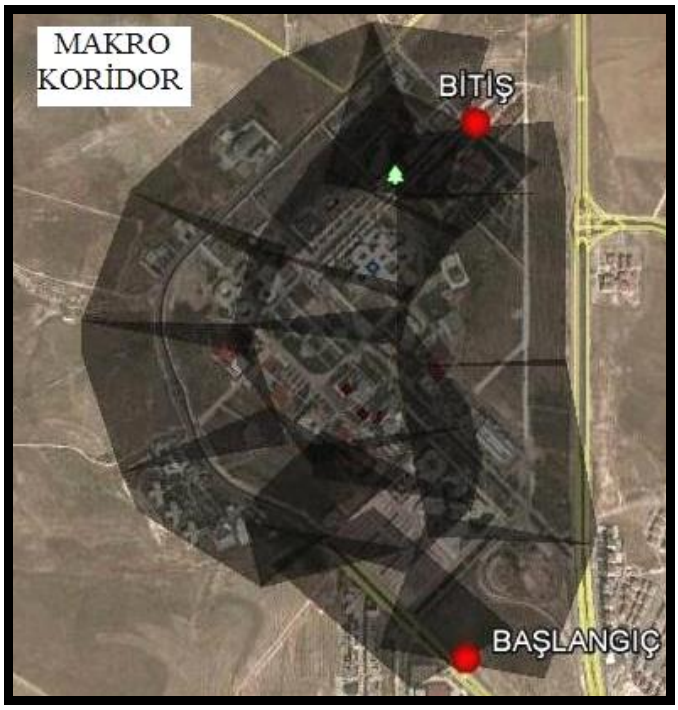
Makro koridorlar en düşük maliyetli yol algoritması ile proje çalışma alanı sınırlarını çizebilirler. Daha önceki araştırmalarda yapılan testler, sırasıyla mevcut ENH'larında, mevcut yol güzergahlarında, kentsel geçişlerin bulunduğu yerlerde uygulanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda görülmüştür ki; makro koridor birleşimi ülkesel memnuniyeti sağlayabilecek yapısal en iyi koridorları üretebilmektedir. Merkeze bağlı tüm ihtimalleri düşünebilen, yerleşim alanı fırsatlarını oluşturan alan limitlerine dayanmaktadır. Tekrarlanan tüm çalışmalarda, bu konulardaki eğilimlerin başarıya ulaştığı gözlemlenmiştir (EPRI, 2006).

Beşeri çevre perspektifi, konut ve yol alanlarının etrafından geçme nedeniyle oluşabilecek ters etkileri minimize eder. Dosdoğru bir yol elde edilebilmesine rağmen çalışma alanlarının insani potansiyellerine göre ayrılıp koruma altına alınmasını sağlar. Doğal çevre perspektifi, mevcut kaynakları koruma önceliği taşır. Mühendislik faktörlerinin amacı, uygulama alanında mühendisliğin teknik boyuttaki kriterlerini kullanarak çevreye en az zararı vermek ve en düşük maliyetli yolu bulabilmektir.

Çizelge 4.1. Makro koridor kriter diyagramı

MAKRO KORİDOR KRİTER DİYAGRAMI			
	DOĞA ÖZELLİKLERİ	**BEŞERİ ÖZELLİKLER**	**FİZİKİ ÖZELLİKLER**
1.	Aşılmaz Su Kütleleri (Göl,Deniz vb.)	Kentsel Bölge (Yerleşik)	İletim Güzergahı (ENH, Petrol - Gaz boru hattı)
2.	Büyük Nehir Akarsu Yatakları	Madencilik Alanı	Bağlantı Ana Yollar (ülkeler yada şehirler arası birincil)
3.	Geniş Vadi	Havaalanı	Bağlantı Ara Yollar (ülkeler yada şehirler arası ikincil)
4.	Çöl Arazisi	Askeri Saha	Yol Eğimleri
5.	Vahşi (Yabani) Alanlar	Arkeolojik Bölge	Büyük Kot Farkları
6.	Ormanlık Bölge	Sit Alanı	
7.	Buzul Bölgesi	Açık Alan	

Modelleme çalışmaları pek çok güzergah üzerindeki yeni hat tesisi ile gerçekleştirilmektedir. Modelleme çalışmaları, ileriki yıllarda gereksinim duyulan yeni şartlar ve eklemelerle daha bir çok özelliğe sahip olabilecek potansiyele getirilip, kolaylıkla geliştirilebilir.



Şekil 4.1. Kampus sahası makro koridor gösterimi

Modellemenin sürecini ve metotlarını genişletmek için bir çok projenin ve ihtimalin üzerinde çalışılmalı ve olanakları değerlendirilmelidir. Sonuç datalarına aktarılacak yeni alanlar var ise bunların keşfedilip, hassas bölgelere uygun performans getirilmesine çalışılmalı ve sebep sonuç ilişkileri kıyaslanmalıdır. Çizelge 4.1, Makro koridor seçimi için kullanılabilecek kriterler dağılımını göstermektedir.

Selçuk Üniversitesi Kampüs Yerleşkesi, üzerinde çalışılacak plot bölge olarak seçilmiştir. Kampüs ana girişinde başlayacak ve kampus lojmanlarında bitecek enerji nakil hattı ile enerji iletmeyi amaçlayan bir problem oluşturulmuştur. Problemin temel sahası Şekil 4.1 de gösterilmiştir. Bu problemin çözüm çalışması için, makro koridor analizi yapılamamıştır. Çünkü üzerinde çalışılan alan genel yapısı ile aynı kesit yani aynı hücre karakteristiği taşımaktadır. Çok geniş mesafeli alanlar için ön eliminasyon adına makro koridor analizi yapmak daha uygun olduğundan, bu tez çalışması için seçilen çalışma alanı, daha detaylı araştırma yapılan alternatif koridor analizi ile doğrudan irdelenmiştir.

Çizelge 4.2. Alternatif koridor kriter dağılımı

ALTERNATİF KORİDOR KRİTER DİYAGRAMI			
	MÜHENDİSLİK FAKTÖRLERİ	**DOĞAL FAKTÖRLER**	**BEŞERİ FAKTÖRLER**
1.	Lineer Alt Yapı (geçiş güzergahı,ENHgüzergahı, petrol-gaz borugüzergahı, ulaşım problemleri)	Göl-Su Havzaları	Yapısal Kentsel Bina Yoğunluğu
2.	Eğim (0-15-30 derecelik)	Akarsu -Dere Yatağı	İdari Alanlar
3.	Buz Yükü	Uçurum	Koruması Yüksek Alanlar (Havaalanı -Tünel -Askeri Saha -Patlayıcı Madde Depoları)
4.	Rüzgar Yükü	Erozyon Alanı	Arazi Kullanım Özelliği (Tarımsal Endüstriyel,Ticari)
5.	Arazi Toprak Yapısı	Heyelan Bölgesi	
6.		Bataklık	
7.		Ağaçlık Saha	

4.1.2. Alternatif koridor araştırması

Alternatif koridorlar beşeri, doğal ve mühendislik olmak üzere üç perspektif ile temellendirilmiştir. Bu üç perspektiften kaynak almak suretiyle birleşik bir karma yüzey oluşturulmuştur. Beşeri, doğal, mühendislik veya üçünün birleşimi karma yüzey perspektifi ülkenin yapısına ve yerleşim alanına göre uygunluk gösterir. Alternatif koridorlar, mevcut hat ve yolların yerleşimine göre yüksek tercihe sahip alanlardan oluşurlar. Çizelge 4.2, Alternatif koridor seçimi için kullanılan kriterler dağılımını göstermektedir. Kriter dağılımı yapılırken yukarıda bahsedilen üç aşamalı perspektife sadık kalınmış, sırasıyla Mühendislik Faktörleri – Doğal Faktörler – Beşeri Faktörler olarak üç faktör katmanı altında arazi özellikleri ile sistem yapısı oluşturulmuştur.

Mühendislik faktörleri **''Lineer Altyapı, Eğim, Buz Yükü, Rüzgar Yükü ve Arazi Toprak Yapısı''** olarak dört ana kriter altında incelenmiştir. Araştırmanın hassaslaştırılmasını sağlamak için, bahsedilen kriterler şu şekilde detaylandırılmıştır.

Çizelge 4.3. Lineer altyapı kriteri detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI			
MÜHENDİSLİK FAKTÖR DAĞILIMI			
Lineer Alt Yapı	**Bir dönümde bulunma miktarı**		
Karayolları , Sulama Kanalları, Demiryolları	0-5	6-10	10 ve üzeri
	0,07*	0,223*	0,707*
ENH Geçişi	0-2	3-5	5 ve üzeri
	–	–	–
Petrol- Gaz Boru Hattı Geçişi	0-2	3-5	5 ve üzeri
	–	–	–

Çizelge 4.4. İkili karşılaştırma matrisi

ANA KRİTER	ALT KRİTER1	ALT KRİTER2	ALT KRİTER3
ALT KRİTER1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
ALT KRİTER2	$a_{21}=1/a_{12}$	a_{22}	a_{23}
ALT KRİTER3	$a_{31}=1/a_{13}$	$a_{32}=1/a_{23}$	a_{33}

Örneğin; **‘’Lineer Altyapı’’** ana kriteri Çizelge 4.3’de gösterildiği gibi, incelenecek arazinin geçiş güzergahı üzerindeki karayolları, sulama kanalları, demiryolları, ENH’ları ve petrol-gaz boru hattı bulunma yoğunluğuna dayanan bir dağılıma sahiptir. Bu çizelge için Karayolları, Sulama Kanalları, Demiryolları kriterleri için ‘*’ ile işaretlenen sayısal örneklendirme yapılmış olup, diğer kriterler için hesaplama yapılmadan boş bırakılmıştır. Aşağıda yer alan hesaplama yöntemi kullanılarak diğer kriterlerin öz vektörlerinin oluşturulması mümkündür.

Problemin tanımlanması ve karar kriterlerinin sıralanması sonrasında, hiyerarşik yapının oluşturulması için, kriterlere göre Çizelge 4.4’e benzer şekilde ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmuştur. Bu matrisin öncelik vektörlerinin hesaplanması için denklem (4.1) ve (4.2) ile tanımlanan formüller kullanılmış, hesap yöntemi olarak ‘’çarpmalı iyi hesap yöntem’’ kullanılmıştır. Her satırdaki n eleman birbirleri ile çarpılıp, n. dereceden kökü alınmış ve elde edilen değerler normalize edilmiştir.

$$(G_i) = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}}, (i = 1,2,3.....n), (j = 1,2,3.....n), \tag{4.1}$$

$$w_i = G_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} G_i \ (i = 1,2,3.....n) \tag{4.2}$$

Çizelge 4.5. İkili karşılaştırmalar matrisi sayısal örneği

Karayolları, Sulama Kanalları, Demiryolları,	Dönümde 0-5	Dönümde 6-10	Dönümde 10 ve üzeri
Dönümde 0-5	1	¼	1/8
Dönümde 6-10	4	1	1/4
Dönümde 10 ve üzeri	8	4	1

Çizelge 4.5’te derecelendirme problemi belirlenmiş ve kriterler sıralanmış, Çizelge 4.4’teki kodlamalar dikkate alınarak ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmuştur. Matris, (4.1) ve (4.2) denklemleriyle çözülmüştür. Çarpmalı hesap yöntemi kullanılarak, Çizelge 4.3’de yer alan ‘*’ ile işaretlenmiş değerler elde edilmiştir. Benzer şekilde tüm kriterlerin sayısal değerleri de hesaplanabilir. Aynı yöntemle; **‘’Eğim’’** ana kriteri de derecelendirmeye tabi tutulup, Çizelge 4.6‘da

gösterildiği gibi 0^0-15^0-30^0'lik aşamalarda incelenmiştir. 30^0'den büyük eğime sahip olan alternatif koridorun mühendislik faktörüne bağlı eğim kriteri; 16^0-30^0 arasındaki açıya sahip orta derece riskli alan ile 15^0'den daha küçük olup düşük derece riskli alanlardan daha yüksek puana sahip olarak, hesaplamayı hassas hale getirecektir. Çok kesin farklarla birbirinden rahatlıkla ayırt edilebilen iki alternatif koridor seçeneği için bu hassas çözümlemenin yapılamayabileceği unutulmamalıdır. Ancak her ikisinin de birbirine çok yakın hatta aynı puana sahip olduğu iki alternatif koridor seçeneği için gerçekleştirilecek bu çözümleme, seçimin yapılmasını büyük ölçüde kolaylaştıracaktır.

''Buz Yükü ve Rüzgar Yükü'' ana kriterleri de arazi şartına göre detaylandırılmıştır. **''Buz Yükü''** kurulacak tesisin güvenlik önlemlerine doğrudan tesir ettiği için, çalışılan alanın **''Buz Yükü''** nün kategorisine göre (1.Bölge, 2.Bölge, 3.Bölge, 4.Bölge) alt kriter puanı kullanılmalıdır. Açık arazide bulunan ENH iletkenleri, her zaman iklim koşullarının etkisi altındadır. Mevsim koşullarına göre üzerinde az ya da çok miktarda buz yükü biriken veya rüzgar yükü oluşan hatlarda, Elektrik İşleri Etüd İdaresi tarafından çeşitli araştırma ve gözlemlerle değerlendirilmiş yönetmelik kurallarına riayet etmek gerekir. Bu bakımdan, kategori seçimi (1.Bölge, 2.Bölge, 3.Bölge, 4.Bölge) ve uygun kategori için risk derecesine göre puanlandırma yapmak esastır. Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de gösterildiği gibi, **''Buz Yükü ve Rüzgar Yükü''** ana kriterleri çalışılan bölgenin karakteristik özelliğine göre detaylandırılabilmektedir.

Çizelge 4.6. Eğim kriteri detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI			
MÜHENDİSLİK FAKTÖR DAĞILIMI			
Eğim	Arazide ölçülen eğim değerleri		
Arazi Eğim Değeri	0^0-15^0	16^0-30^0	30^0 <….
	–	–	–

Çizelge 4.7. Buz Yükü kriteri detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI				
MÜHENDİSLİK FAKTÖR DAĞILIMI				
Buz Yükü	Arazinin bulunduğu buzyükü bölgesi			
Bölgenin Kış şartları ve Buz Yükü	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
	–	–	–	–

‘’Arazi Toprak Yapısı’’ ana kriteri içerisinde pek çok farklı özelliği barındırmaktadır. Toprak yapısının tuz oranına, içindeki çakıl miktarına veya taşıdığı humus oranına bakılarak toprak seviyeleri oluşturulmuş ve topraklama hesabı için çok önemli etken görevi gören özdirenç katsayıları ile bu toprak türleri birbirinden ayırt edilmişlerdir. Toprak türleri olarak; çamurlu, killi, humuslu, çakıllı, kumtaşlı, granitli ve moreninli (buzultaşlı) topraklar örnek verilebilir. Bu bakımdan arazi toprağının incelemesi yapıldıktan sonra, kriterin uygun derecelendirmesi ile hesaplama yapılması gerekmektedir. Çizelge 4.9‘da verildiği gibi, tuz oranına göre yapılmış dağılım yukarıda bahsedilen toprak türlerine göre çeşitlendirilebilir.

Alternatif koridor faktör diyagramında yer alan bir diğer faktör ‘’Doğal Faktör’’dür. Bu faktör, çalışma alanının sahip olduğu doğal kaynakları, su havzaları, dere yatakları, ağaçlık alanlar gibi özellikleri ana kriterlerde tanımlayıp, bu alanları korumaya çalışırken; uçurum, erozyon, heyelan ve bataklık gibi özellikleri ana kriterlerde tanımlayıp, tasarlanan enerji tesisinin karşısına çıkacak doğal engelleri vurgulamayı amaçlamaktadır. Doğal faktörler diyagramı Çizelge 4.10’da yer almıştır.

Mühendislik faktörlerinde olduğu gibi, her ana kriterin arazi şartlarına bağlı olarak doğal faktörleri de detaylandırmak ve ihtiyaca göre bu faktör ile hassas hesaplama yapmak mümkündür. Çizelge 4.10’da, doğal faktör altında gruplanan ana kriterlerinin nasıl derecelendirilebileceği gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Rüzgar yükü kriteri detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI		
MÜHENDİSLİK FAKTÖR DAĞILIMI		
Rüzgar Yükü	Arazinin sahip olduğu rüzgar hızı (km/s)	
Bölgenin Rüzgar Alma Katsayısı	200 km/s den küçük hızda	200 km/s den büyük hızda
	–	–

Çizelge 4.9. Arazi toprak yapısı kriter detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI		
MÜHENDİSLİK FAKTÖR DAĞILIMI		
Arazi Toprak Yapısı Özelliği	Bir dekardaki tuz dağılım miktarı	
Toprak Tuz Oranı	%10’ a kadar olanlar	%10’ u geçenler
	–	–

Çizelge 4.10, Belirlenen yüzey ölçümü içerisinde bulunan göl ve su havzalarının yüzey genişliklerine dair örnekler içermektedir. Derecelendirmede baz alınan yüzey birimleri, çalışma alanın kapladığı genişliğe veya bölgenin su ihtiyacına göre değiştirilebilir. Aynı şekilde karasal iklimin hüküm sürdüğü İç Anadolu Bölgesi ve su öneminin hat safhada olduğu bölgeler için, akarsu ana kriter dağılımının birim debisi, Karadeniz Bölgesi gibi bol yağışlı bölgeler için daha farklı değerlere dönüştürülebilir.

Korumacı çevresel bilinç gereği, ağaçlık alanların yüzey genişliklerine göre dağılımı Çizelge 4.10'da yer almıştır. Verilen bu örnek detaylandırmalar haricinde çeşitli diğer irdelemeler de yapılabilir. Örneğin; ağaçlık alanın kıyısından mı, yoksa merkezinden mi geçileceği ya da ağaçlık bölgenin kıyısından geçilecek ise ne kadar yakın mesafelerle geçileceği, ağaçların türleri ve uzayıp büyüme farklılıkları gibi pek çok etkenle derecelendirme yapılabilir. Bu nedenle, problemin şartlarına ve arazi karakteristiğine göre kriterlerin detaylandırılması sağlanabilmektedir.

Çizelge 4.10. Doğal faktör kriterlerinin detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI			
DOĞAL FAKTÖR DAĞILIMI			
Göl ve Su Havzaları	Yüzey ölçüm miktarı (m^2)		
	….<100	100-500	500 <….
	–	–	–
Akarsu – Dere Yatakları	Debi miktarı (m^3/s)		
	…..<250	250-500	500<….
	–	–	–
Uçurum	Yükselti miktarı (m)		
	….<200	200-500	500<….
	–	–	–
Erozyon	Hızı (m/s)		
	….<0,01	0,01-0,1	0,1<……
	–	–	–
Heyelan	Hızı (m/s)		
	…..<1	1-10	10<…..
	–	–	–
Bataklık	Yüzey ölçüm miktarı (m^2)		
	…..<100	100-500	500<….
	–	–	–
Ağaçlık	Yüzey ölçüm miktarı (m^2)		
	…..<100	100-1000	1000<….
	–	–	–

Doğal faktörlere bağlı **''Erozyon, Heyelan ve Bataklık''** ana kriterleri, yine bölgelere göre değişkenlik göstermektedir. Ülkemizde ağaçlandırma düzeyi çok düşük seviyelerde kalan çıplak arazilerde erozyon hızı oldukça şiddetlidir. Güzergah etüdü yapılan bölgenin yüksek erozyon hızına sahip olması, planlan hat için büyük risk oluşturmaktadır. Ciddi miktarda toprak kaymasının yaşandığı bölgelerde, mevcut elektrik tesislerinin emniyetli ve kesintisiz enerjiyi sağlaması oldukça zordur. Söz konusu enerji teminini sağlayan tesis bir havai hat ise direk temellerinin oynaması başta olmak üzere, yer yer aşırı yükselen toprak kotasının iletken emniyet mesafesini aşmasına kadar pek çok risk barındırmaktadır. Bu konuda ağaçlandırma çalışmaları başta olmak üzere pek çok önlem alınması gerekmekte olup, alınacak önlemlere göre tasarımlar yapılması kaçınılmazdır. Gelecekte ağaçlandırılması planlanan alanların faaliyet programlarını öğrenmek, yapılacak güzergah seçiminin ve bu güzergah ile gerçekleştirilecek enerji iletiminin düşünülenden de uzun vadeli olmasına olanak sağlayacaktır.

Üzerinde durulan bir diğer önemli faktör ise **''Beşeri Faktör''**dür. Çizelge 4.11, Beşeri Faktör kriter dağılımını göstermektedir. Mühendislik faktörleri, çalışma alanını teknik özelliklere, risk ve önlem derecelerine göre inceler; doğal faktörler, çalışma alanının doğal kaynaklarını ele alır ve çevreci bilinç ile kaynakları en üst düzeyde korumayı hedefler.

Çizelge 4.11. Beşeri faktör kriterleri detaylandırılması

ALTERNATİF KORİDOR FAKTÖR DAĞILIMLARI			
BEŞERİ FAKTÖR DAĞILIMI			
Kentsel Bina Yoğunluğu	Bir dönümde bulunan yüzey alanı(m^2)		
	….<100	100-500	500<…..
	–	–	–
İdareye Ait Alanlar	Alana yaklaşım mesafesi(m)		
	….<5	5-20	20<…..
	–	–	–
Korunması Yüksek Sahalar	Kriterlerin bir arada bulunma miktarı		
Havaalanı, Tünel , Askeri Saha,Patlayıcı Madde Deposu,Sit Alanı vb.	En çok 1' i	En çok 3'ü	Hepsi
	–	–	–
Kullanım Arazisi	Kriterlerin bir arada bulunma miktarı		
Tarım Arazisi,Kamu Arazisi, Ticari Arazi, Endüstriyel Arazi	En çok 1' i	En çok 3'ü	Hepsi
	–	–	–

Beşeri faktörler mühendislik faktörlerinden farklı olarak lineer alt yapıyı ve diğer sosyal yaşam alanlarını teknik bir boyutta değil tamamen sosyal yaşam alanı, inşa sahası olarak ele alır. Yine beşeri faktörler doğal faktörlerle korunan doğal kaynakların ve ekolojik yaşantının üzerinde, insani yaşam şartlarını ve kültürel mirasları korumayı amaçlamaktadır.

Çizelge 4.11' de görüldüğü gibi beşeri faktörler çalışma alanını**,''Kentsel Yapısal Alanlar, İdari Alanlar, Korunması Yüksek Alanlar ve Arazilerin Kullanım Amaçları''**gibi dört ana kritere dayanarak inceler. Kentsel bölgenin yapılaşma özellikleri güzergah etüdü için insani yaşam alanlarının güvenliğini artırmak adına önem taşımaktadır. Oldukça yoğun inşa yapısının olduğu bir bölge için can ve mal güvenliğinin sağlamak, estetik ve uzun ömürlü bir tesis yapmak adına yapılacak bir dizi çalışma olup, bu önlem ve manevraların maliyete etkisi bir arada düşünülerek karar verilmesi gerekmektedir. Alan içerisindeki bina yoğunluğundan, binaların yakınlığından, binaların yaşlarından ve dolaylı olarak iyileştirme çalışmalarından başlanarak bu ana kritere ait pek çok alt kriter oluşturabilmek mümkündür. Planlanan hat, bina yapılarının bulunduğu bir bölgeden geçişi mecburi hale getirecek durumda ise, binaların gereken emniyet mesafe sınırları içerisinde bulunması asla unutulmamalıdır. Bu bakımdan, yapılacak bir kıyas için birim metrekare alandaki bina yoğunluğu tespiti, sorunun çözümüne katkı sağlayacaktır.

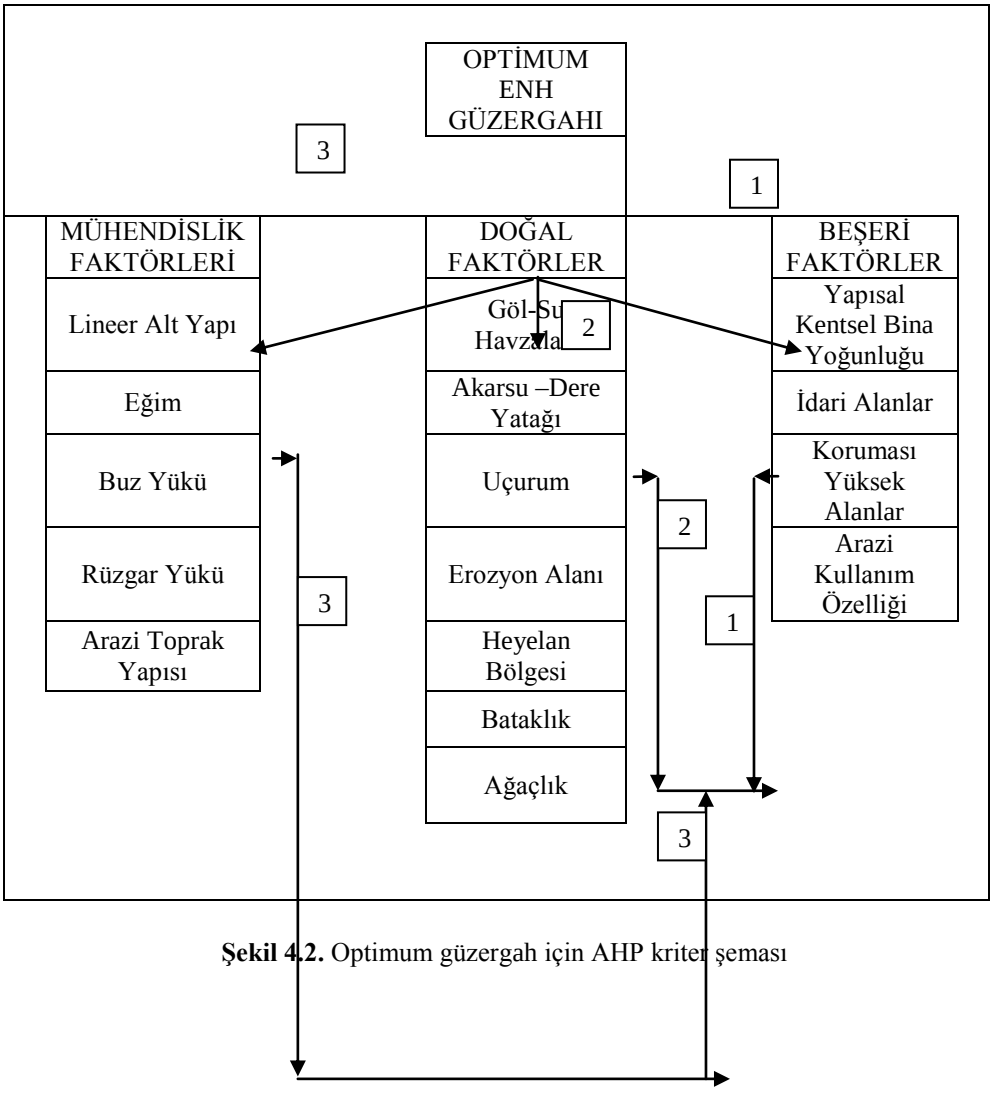
İdareye ait alanlarda bulunan ENH'ları için alınması gereken izin belgeleri, tasarım ve tesis aşamasında ya da yöntem belirleme safhasında dikkate alınmalıdır. Bürokratik işlemlerin mesuliyet ve zorluk derecesi, planlama safhasına yansıyacak zaman faktörü göz önünde bulundurulmalıdır.

Havaalanları, tüneller, askeri alanlar, patlayıcı madde depoları ve toplumun kültürel mirası olan sit alanları, **''Korunması Yüksek Alanlar''** kriteri içerisinde yer almaktadır. Havaalanları ve tüneller gibi alanların tüm kamunun hizmetinde yer alıyor olması ve aktif hayat içerisinde pek çok kişinin hayati olanaklarının iyileştirmesi gibi nedenlerle korunumu yüksek tutularak, faaliyetini bir süreliğine durdurma yada tamamen kaldırma riski minimize edilmelidir. Askeri sahalardan ve patlayıcı madde depolarından yapılabilecek geçişlerin ise azami düzeyde olması gerektiğinden bu kriter oldukça önem taşımaktadır. Riski en aza indirgemek büyük can ve mal kayıplarının önüne geçmiş olacaktır.

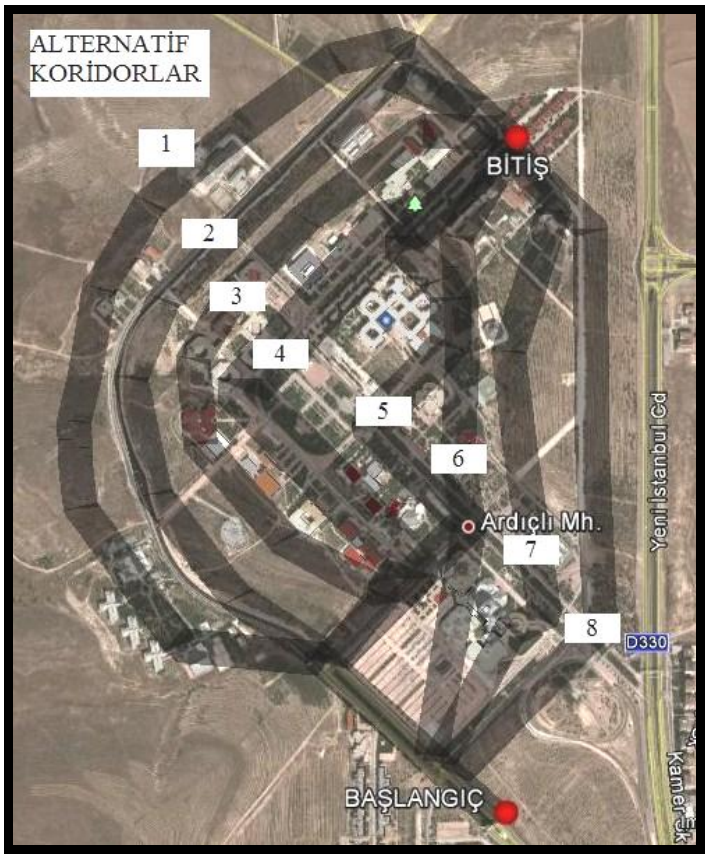
''Arazilerin Kullanım Özelliği'' kriterinde, arazinin tarımsal faaliyette olması, endüstriyel alanda kullanılması ve ticarete açık alan görevi olması yer almaktadır.

Bilindiği gibi, tarımsal alanlar gelişen ülkemizde çok büyük bir önem taşıdığı için, bu alanların zararlardan korunması, tarım alanlarının faaliyet devamlılığının sağlanması milletçe alınması gereken tedbirler arasında olmalıdır. Sanayinin ham maddesini, besin kaynaklarının üretilmesini sağlayan ekili dikili arazilerin potansiyellerini köreltmek, hayati faaliyetleri zorlaştıracağı gibi ülkenin dışa bağımlılığını da etkileyeceğinden ülke gelişimine kötü tesir edecektir. Bir zincir halinde sanayi, üretim, ham madde işleme ve endüstriyel alana yayılacak bu sorunlar, ülkenin ticari sahasını da daraltacaktır.

Mahal ve dönem açısından değerlendirme yapıldığında belirtilen ana ve alt kriterlerin sayısını çoğaltarak araştırmayı detaylandırmak mümkündür. Arazi sahası pek çok özelliği iç içe taşımakta, bu nedenle fazlasıyla seçim fonksiyonu oluşmaktadır. Risk payları yüksek kriterleri değerlendirmek pek çok problem için yeterli gelirken, seçim yapılması güçleşen veya daha hassas seçimlere gereksinim duyulan çalışmalarda, kriterlerin detaylandırılması total risk yüzdesini minimize edecektir.



Şekil 4.2. Optimum güzergah için AHP kriter şeması



Şekil 4.3. Alternaif koridorlar gösterimi

İzlenecek yöntem arazinin ve çalışmanın ihtiyacına uygun data katmanlarını ortaya koymak, ana kriterler ve bu kriterlere bağlı alt kriterleri belirlemektir. Kaçınılacak önem derecesi yüksek sahalar ise, toplumun tercihleri dikkate alınarak ve izin verilen kuruluşlardan spesifik, karmaşık, nicel, güvenilir veriler elde edilerek belirlenebilir. Belirlenen katmanlar ile seviyeler, AHP yöntemiyle kademeli olarak puanlandırılacaktır. Puanlandırma işlemi kriter önem derecelerine göre 1'den 9'a kadar yapılacak ve her seviye kendi içerisinde hesaplanıp, bulunan sayısal sonuçlar hesaplanan ağırlıklandırma ile üst katmana yansıtılacaktır.

4.1.2.1. Alternatif koridor analizinde mühendislik perspektifi araştırması

Bu perspektif mühendislik gereksinimi olan güzergah belirleme, yapılandırma, planlama gibi noktalara odaklanır. Bu çalışma için seçici ekibin lineer özelliklere göre kriter seçimini içermektedir. Bu perspektife bağlı beş bakış açısı kullanılmıştır. Spesifik bilgi üretmek için oluşturulmuş ekip çalışmasında EK-2'de verilen anket sonuçlarına göre belirlenen sayısal değerler analiz edilmiştir. Çözümlenen ikili matrisler ile öz

vektörler elde edilmiş ve kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Tutarlılık hesapları yapılan analiz sonuçları, Çizelge 4.12'de yer aldığı, gibi alternatif kriterlerin mühendislik perspektifindeki sayısal sonuçları vermiştir.

Hesaplanan data sonuçlarının eşit öneme sahip olmaların durumunda, mühendislik seçimi, başlangıç ve bitiş noktaları arasında doğrusal bir hat bağlantısı şeklinde olmalı ve nihai çözümü belirleyecek bir üst hesaplamaya geçiş yapılmalıdır.

Bütün ana kriterlerin ağırlık yüzdesi değerleri toplamı %100'dür. Daha hassas analiz gerektiren çalışmalar için, ana kriterlerin detaylandırılması ile elde edilen derecelendirilmiş alt kriterlerin ağırlık yüzdeleri toplamı da %100'dür. Analiz edilen her bir alternatif koridorun sayısal değeri ana kriterlerin ağırlık değerleri ile çarpılıp, bir üst seviyede o koridorun perspektifte analizi için gerekli ağırlıklandırılmamış sayısal değeri elde edilmiştir. Bütün ana kriterler için işlemler tamamlandığında aynı hesaplama yöntemi perspektfiler için gerçekleştirilmiş ve bu işlem, hiyerarşiye uygun olarak optimum yol elde edilinceye devam ettirilmiştir.

Çizelge 4.12. Alternatif koridor analizinde mühendislik perspektifi

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	KORİDORLAR							
		1. KORİDOR	2. KORİDOR	3. KORİDOR	4. KORİDOR	5. KORİDOR	6. KORİDOR	7. KORİDOR	8. KORİDOR
Lineer Alt Yapı Sistemi	%21,00	0,800	0,150	0,700	0,300	0,400	0,650	0,750	0,250
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,168	0,032	0,147	0,063	0,084	0,137	0,158	0,053
Eğim	%21,40	0,700	0,250	0,800	0,380	0,250	0,700	0,850	0,350
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,150	0,054	0,171	0,081	0,054	0,150	0,182	0,075
Buz Yükü	%19,60	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rüzgar Yükü	%19,30	0,500	0,500	0,300	0,200	0,600	0,600	0,400	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,097	0,097	0,058	0,039	0,116	0,116	0,077	0,039
Arazi Toprak Yapısı	%18,50	0,400	0,000	0,010	0,010	0,030	0,500	0,200	0,250
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,074	0,000	0,002	0,002	0,006	0,093	0,037	0,046
	%100	0,488	0,182	0,378	0,185	0,259	0,495	0,454	0,212

Çizelge 4.13. Alternatif koridor analizinde doğal perspektif

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	KORİDORLAR							
		1. KORİDOR	2. KORİDOR	3. KORİDOR	4. KORİDOR	5. KORİDOR	6. KORİDOR	7. KORİDOR	8. KORİDOR
Göl-Su Havzaları	%12,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Akarsu -Dere Yatağı	%13,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Engebe	%14,40	0,300	0,300	0,150	0,000	0,000	0,150	0,250	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,043	0,043	0,022	0,000	0,000	0,022	0,036	0,000
Erozyon Alanı	%13,20	0,250	0,000	0,100	0,000	0,000	0,250	0,100	0,100
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,033	0,000	0,013	0,000	0,000	0,033	0,013	0,013
Heyelan Bölgesi	%16,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bataklık	%14,60	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağaçlık Saha	%15,80	0,550	0,100	0,500	0,100	0,200	0,700	0,600	0,600
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,087	0,016	0,079	0,016	0,032	0,111	0,095	0,095
	%100	0,163	0,059	0,114	0,016	0,032	0,165	0,144	0,108

4.1.2.2. Alternatif koridor analizinde doğal perspektif araştırması

Bu kriterin amacı, doğal çevre alanında yer alan ENH'ının tesirlerini doğal ortama en az zararlı hale getirebilmektir. Resmi veya yerel olarak oluşturulmuş pek çok çevre düzenlemesi, hassas ve doğal ortamlara çevreci bir koruma ve kimlik kazandırma bilincine dayanmaktadır. Amaç, hayvansal ve bitkisel dengenin sağlanması için her türlü zararı minimize etmektir. Çizelge 4.13'te bu tez kapsamındaki çalışma alanı için tespit edilen sekiz farklı koridorun doğal faktörler açısından sayısal irdelemesi yer almakta olup, örneklendirilmiş sayısal hesaplama yöntemi mühendislik perspektifi hesaplama yöntemi ile aynı sistem özelliğini taşımaktadır.

Çizelge 4.14. Alternatif koridor analizinde beşeri perspektif

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	KORİDORLAR							
		1. KORİDOR	2. KORİDOR	3. KORİDOR	4. KORİDOR	5. KORİDOR	6. KORİDOR	7. KORİDOR	8. KORİDOR
Yapısal Kentsel Bina Yoğunluğu	%26,20	0,200	0,150	0,250	0,200	0,150	0,150	0,300	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,052	0,039	0,066	0,052	0,039	0,039	0,079	0,052
İdari Alanlar	%23,20	0,700	0,050	0,100	0,050	0,080	0,750	0,100	0,050
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,162	0,012	0,023	0,012	0,019	0,174	0,023	0,012
Koruması Yüksek Alanlar	%27,00	0,800	0,100	0,400	0,150	0,100	0,750	0,550	0,150
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,216	0,027	0,108	0,041	0,027	0,203	0,149	0,041
Arazi Kullanım Özelliği	%23,60	0,500	0,000	0,100	0,030	0,000	0,650	0,100	0,030
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,118	0,000	0,024	0,007	0,000	0,153	0,024	0,007
	%100	0,549	0,078	0,220	0,112	0,085	0,569	0,274	0,112

4.1.2.3. Alternatif koridor analizinde beşeri perspektif araştırması

Alternatif koridor analizinin üçüncü basamağını oluşturan beşeri perspektif incelemesi, toplumsal alanlardaki tüm kriterleri barındırır. Çizelge 4.14'te bu tez kapsamındaki çalışma alanı için tespit edilen sekiz farklı koridorun beşeri faktörler açısından sayısal irdelemesi yer almaktadır. Bu faktörler gereksinime göre geliştirilip kriter sayısı çoğaltılabilir. Tüm perspektiflerin ağırlık oranlarına göre yapılacak seçim neticesinde, risk payı bu safhada diğerlerinden yüksek olan bir yol bile en optimum yol çıkabilir. Çünkü nihai seçimi sağlayacak problem metodolojisinde diğer perspektiflerin etkileri de söz konusudur.

4.1.2.4. Alternatif koridor analizinde karma perspektif araştırması

Bu yöntem, üzerinde çalışılan probleme ait perspektiflerin tamamından tutarlı tek bir tercih elde etmek için kullanılan yöntemdir. Karma perspektif yönteminde, alternatif koridorlar içinden en optimum olanını bulana kadar probleme ait kaç perspektif varsa o kadar analiz yapılıp, elde edilen sonuçların tamamı bu katman altında

Çizelge 4.15. Alternatif koridor analizinde karma perspektif

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	KORİDORLAR							
		1. KORİDOR	2. KORİDOR	3. KORİDOR	4. KORİDOR	5. KORİDOR	6. KORİDOR	7. KORİDOR	8. KORİDOR
Mühendislik Faktörleri	%33,45	0,488	0,182	0,378	0,185	0,259	0,495	0,454	0,212
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,163	0,061	0,126	0,062	0,087	0,165	0,152	0,071
Doğal Faktörler	%31,72	0,163	0,059	0,114	0,016	0,032	0,165	0,144	0,108
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,052	0,019	0,036	0,005	0,010	0,052	0,046	0,034
Beşeri Faktörler	%34,83	0,549	0,078	0,220	0,112	0,085	0,569	0,274	0,112
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,191	0,027	0,077	0,039	0,030	0,198	0,095	0,039
Toplam	%100	0,406	0,107	0,239	0,106	0,126	0,416	0,293	0,144

birleştirilmelidir. Hepsinin bir arada hesaplanması sonucunda seçim yapılacağından olası pek çok ihtimal söz konusudur. İşlem metodolojisindeki basamaklandırmanın temel nedeni de budur. Örneğin; beşeri perspektif incelemesinin yapıldığı Çizelge 4.14'te 4. koridorun risk değerinin 5. koridordan daha fazla olmasına rağmen, 4. koridor 5. koridordan daha optimum çıkabilir. Çünkü nihai seçime mühendislik ve doğal perspektif analizleri de tesir etmektedir. Bu bakımdan, işleyişin daha net algılanabilmesi için üç perspektifin sonuçlarının toplandığı karma perspektif üzerinden seçim yapılmıştır. Çizelge 4.15,çalışılan probleme ait karma perspektif hesap sonuçlarını içermektedir. Bu sonuçlar neticesinde, üç farklı bakış açısını bünyesinde barındıran ve belirlenen kriterler çerçevesi içerisinde kötü tesirleri en az olan koridorun seçimi gerçekleştirilmiştir.

4.1.2.5. Alternatif koridorların seçimi

Mühendislik, doğal ve beşeri perspektifler için ortalama olarak oluşturulan karma perspektif sonuçları ele alındığında, Çizelge 4.15'te görüleceği üzere en düşük puana sahip olan koridorlar sırasıyla 2. koridor, 4. koridor, 5. koridor ve 8. koridordur. Bütün koridorların risk payları incelenecek olursa, 1-3-6-7. koridorların değerlerinin 2-4-5-8. koridorlarınkinden oldukça yüksek çıktığı görülür. 2. ve 4. koridorların değerleri

Çizelge 4.16. Alternatif yol kriter dağılımı

ALTERNATİF YOL KRİTER DİYAGRAMI			
	MÜHENDİSLİK FAKTÖRLERİ	**DOĞAL FAKTÖRLER**	**BEŞERİ FAKTÖRLER**
1.	Otoyol Atlaması	Su Havzaları	Binaların Yoğunluğu ve Yakın Oluşu
2.	Su Kanalı Atlaması	Akarsu- Dere Yatakları	Kaçınılacak Alanlar
3.	Toprak Tahliye Kanalı Atlaması	Engebe	Havaalanı, Askeri Saha, Tünel, Tarihi Eser, Patlayıcı Madde Depoları
4.	Demiryolu Atlaması	Bataklık	
5.	ENH Atlaması	Ağaçlık	Arazi Faaliyetleri
6.	Gaz Boru Hattı Atlaması		Tarım Arazisi, Endüstriyel Arazi, Ticari Arazi, İdari Alanlar, Yatırım arazisi, Mezarlık, Okul Alanı, Hastaneler, Kent Parkları, Camiler
7.	Haberleşme Hattı Atlaması		

ise birbirlerine çok yakın çıktığından, her ikisi için daha detaylı bir analiz yapmak zorunludur. Bu durumda, alternatif yol analizini kolaylaştırmak ve optimum güzergah seçimini tutarlı hale getirmek için en düşük puanlı 4 farklı koridor üzerinden çalışmalara devam edilmiştir.

4.1.3. Alternatif yol araştırması

Makro koridorların eliminasyonu ile elde edilen alternatif koridorlardan benzer yöntemle eliminasyon yapılabilir ve en uygun yol seçimi ortaya konulabilir. Alternatif yolların seçimi için alternatif koridorların daha detaylandırılmış data bilgileri gerekmektedir.

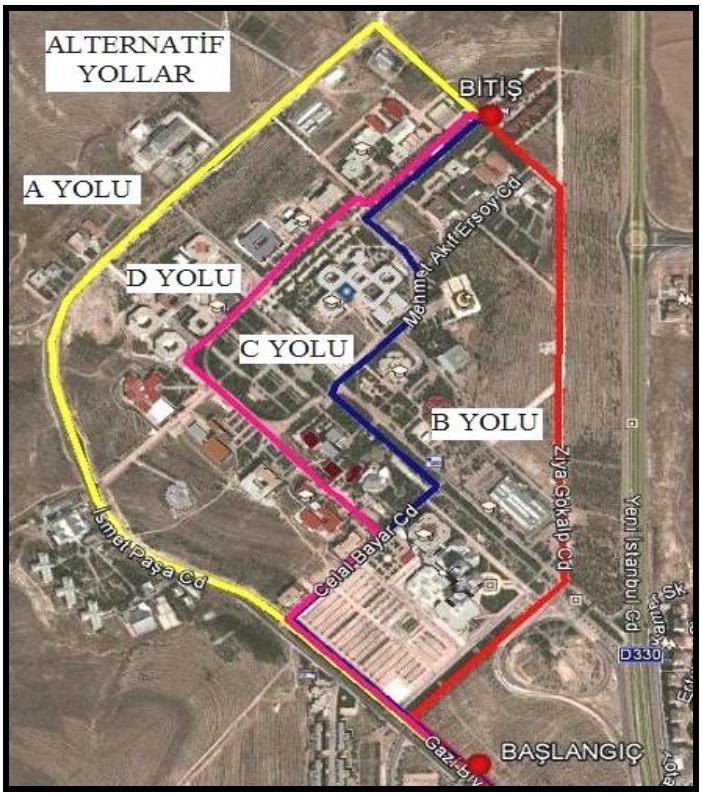
Seçilmiş alternatif koridorları daha küçük sayıda parçalara ayırıp yüzeysel analiz yapılabilir. Alternatif koridor üretimi için kullanılan ana kriterlerin detaylandırılması daha kapsamlı yapılıp, sınıflandırma ve sayısallaştırma işlemleri çoğaltılabilir. Alternatif koridorların eliminasyonuna göre toplam zaman ve proje maliyeti düşünülerek ilave datalar elde edilebilir.

Tez çalışma alanı için yapılan alternatif koridor eliminasyonu sonucunda, dört optimum koridor elde edilmiştir. Alternatif yol analizinde seçilen bu dört koridorun

detaylı irdelemesi yapılmıştır. Alternatif yol araştırması yapılırken Çizelge 4.16'nın içerdiği kriterler ve yaklaşımlar göz önünde bulundurulmuştur. Her bir koridor için bir adet yol türetilmiştir. 2. koridordan türetilen yola A yolu, 8. koridordan türetilen yola B yolu, 5. koridordan türetilen C yolu, 4. koridordan türetilen yola D yolu adı verilmiştir. Alternatif koridorlardan elde edilen alternatif yollar Şekil 4.4' te gösterilmiştir.

4.1.3.1. Alternatif yol analizinde mühendislik perspektifi araştırması

Yol hesap süreci, profesyonel çalışmalarda yer alan üretim gereci olarak dizayn edilir. Mühendisler yüzey kazancı, çevre ve diğer teknik konulardaki tecrübeleriyle alternatif yolların avantaj ve dezavantajlarını kolaylıkla hesaplayabilir ve tercih edilebilecek yolu seçebilirler. Ayrıca, nicel ve nitel özellikleri, coğrafik sorguları, yayılan süreç şiltlerini ve harita analizini kullanarak data katmanlarının özelliklerini ve kriterlerini elde edebilirler. Böylece, beşeri, doğal, mühendislik perspektiflerine karşı değişimleri, harita analizlerini kullanarak grafik halinde gözler önüne sererek şekillendirebilirler. Çizelge 4.17, alternatif yol analizinde elde edilen mühendislik perspektifi hesap sonuçlarını içermektedir.

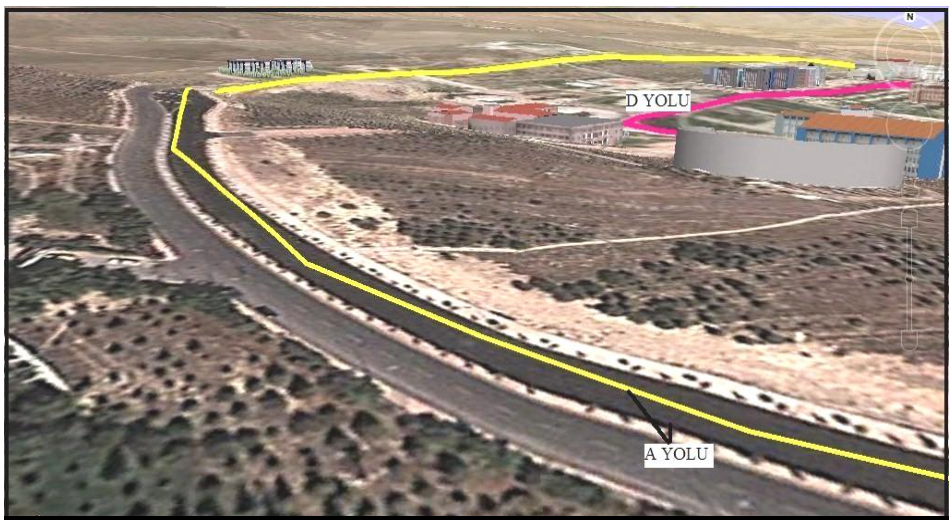


Şekil 4.4. Alternatif yolların gösterimi

Mühendislik açısından yol güzergahlarında yapılan atlamalar büyük risk teşkil ettiğinden A, B, C, D yolları için yapılan analizde, atlama çeşitlerinin risk faktörleri üzerinde durulmuştur. Şekil 4.5, A yolunun yer aldığı güzergahı göstermektedir. Otoyola paralel devam eden A yolu, mühendislik faktörü açısından en az riske sahip olan yoldur. Diğer alt kriter özelliklerini taşımadığı için en düşük mühendislik perspektif değeri A yolunun sahip olduğu değerdir.

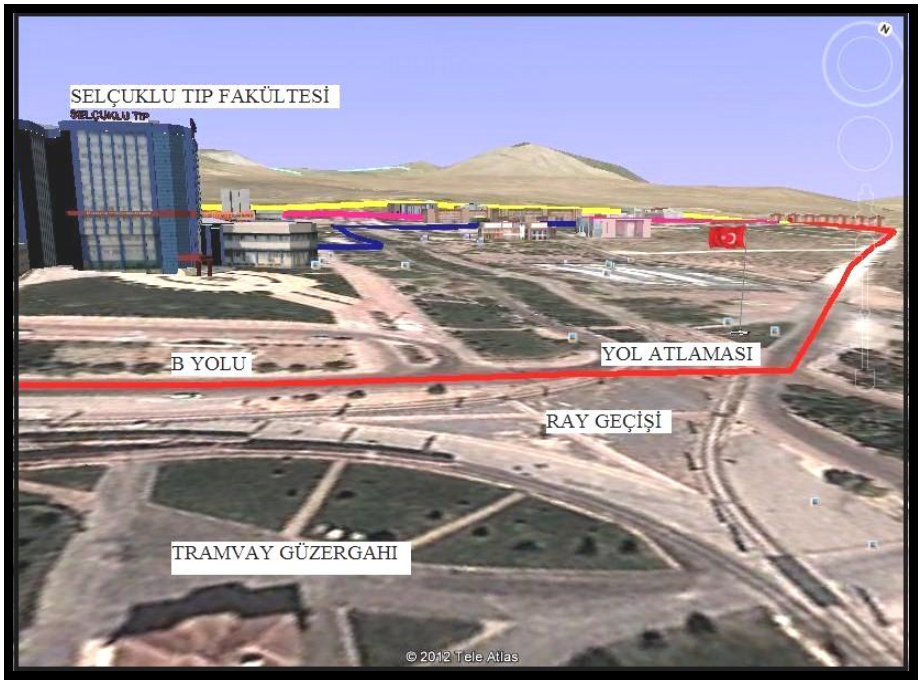
Çizelge 4.17. Alternatif yol analizinde mühendislik perspektifi

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	ALTERNATİF YOLLAR			
		A YOLU	B YOLU	C YOLU	D YOLU
Otoyol Atlaması	%13,20	0,100	0,400	0,200	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,013	0,053	0,026	0,026
Su Kanalı Atlaması	%13,20	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Toprak Tahliye Kanalı Atlama	%12,50	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Demiryolu Atlaması	%14,10	0,000	0,250	0,250	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,035	0,035	0,000
ENH Atlaması	%14,80	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Doğal-Gaz Borusu Atlaması	%15,50	0,100	0,250	0,300	0,150
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,016	0,039	0,047	0,023
Haberleşme Hattı Atlaması	%16,70	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
	%100	0,029	0,127	0,108	0,050

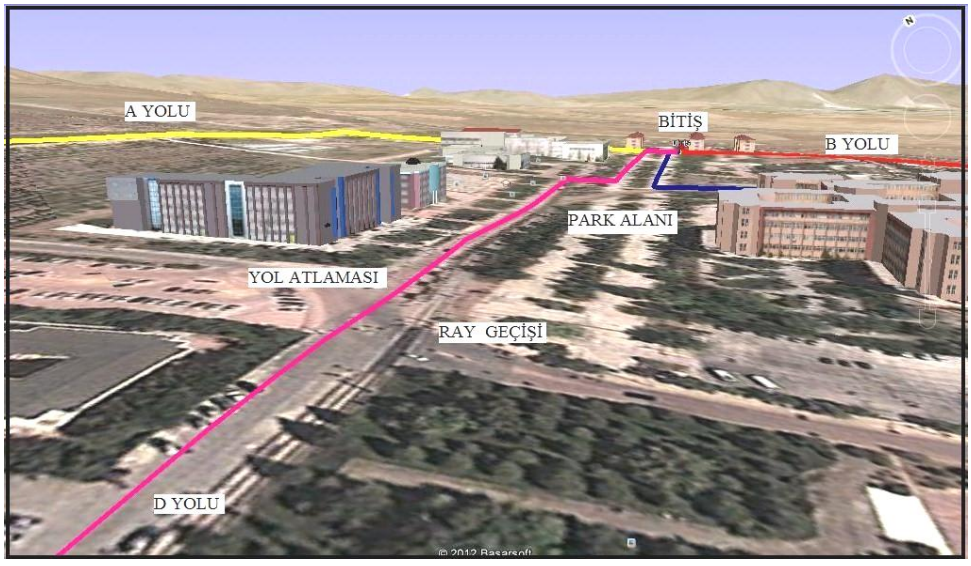


Şekil 4.5. Alternatif A yolu mühendislik perspektifi

Mühendislik faktörleri incelendiğinde en büyük risk yüzdesine B yolunun sahip olduğu görülür. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, B yolu hastaneye hizmet eden ve bu nedenle kalabalık bir trafiği olan otoyola sahiptir. Tramvay hattının B yolu geçiş güzergahını iki farklı noktadan kesiyor olması ve hem otoyol hem de ray hattının aynı noktadan geçiyor olması uygun manevra zorunluluğu gerektirdiğinden B yolunun en riskli yol olmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.6. Alternatif B yolu mühendislik perspektifi



Şekil 4.7. Alternatif D yolu mühendislik perspektifi

Şekil 4.7'de D yolunun geçiş güzergahı gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, D yolu bir kez yol atlamasına sahiptir. Ancak, çok yoğun trafiği olmayan ve atlama yapabilmek için uygun emniyet mesafesi bulunan D yolu, genişlik bakımından incelenecek olursa, manevra için kötü tesir oluşturmamaktadır. Ray hattına paralel istikamette devam eden D yolu bu özelliği ile A yoluna göre daha riskli değere sahip iken, B yoluna göre oldukça emniyetli özellik taşımaktadır.

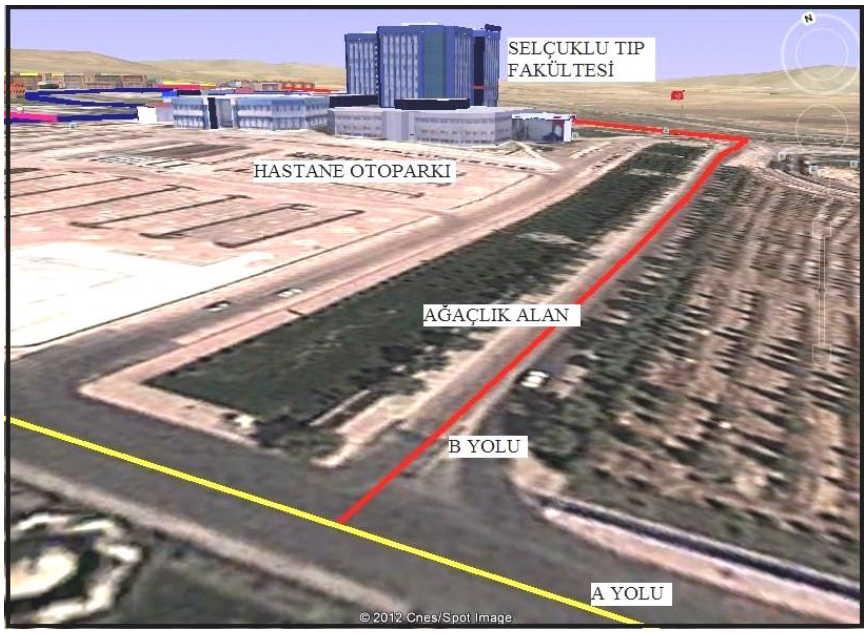
4.1.3.2. Alternatif yol analizinde doğal perspektif araştırması

Planlanan ENH'nın doğal çevreye verebileceği zararları minimize etmek için ya da çevreci bilinç ve ekolojik dengeyi korumak için bu bakış açısına hassasiyetle yaklaşılmalıdır. Kampus sahasında yapılan ağaçlandırma çalışmalarını göz önünde bulundurarak kriter puanlandırmasına gidilmiştir. Ağaçlık alanların orta kısmında kalan C yolu diğer yollardan daha büyük riske sahiptir. Şekil 4.6'dan anlaşılacağı üzere, Çizelge 4.18'de yer alan alt kriterlerden eğim faktörü ve ağaçlık saha faktörü dışında diğer doğal perspektif kriterleri çalışma alanında yer almamaktadır. Bu nedenle alternatif yol analizi çalışmalarında doğal perspektifi etkileyen bu iki kriter hakim olmuştur. Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 incelenecek olursa eğimin ve açının, B yolunun bulunduğu bölgede oldukça dik, A yolunun bulunduğu bölgede ise daha yumuşak olduğu görülür. Bu nedenle ''Engebe-Eğimve Açı'' kriteri puanlandırmasında B yolundan A yoluna doğru azalarak giden bir dağılım söz konusudur.

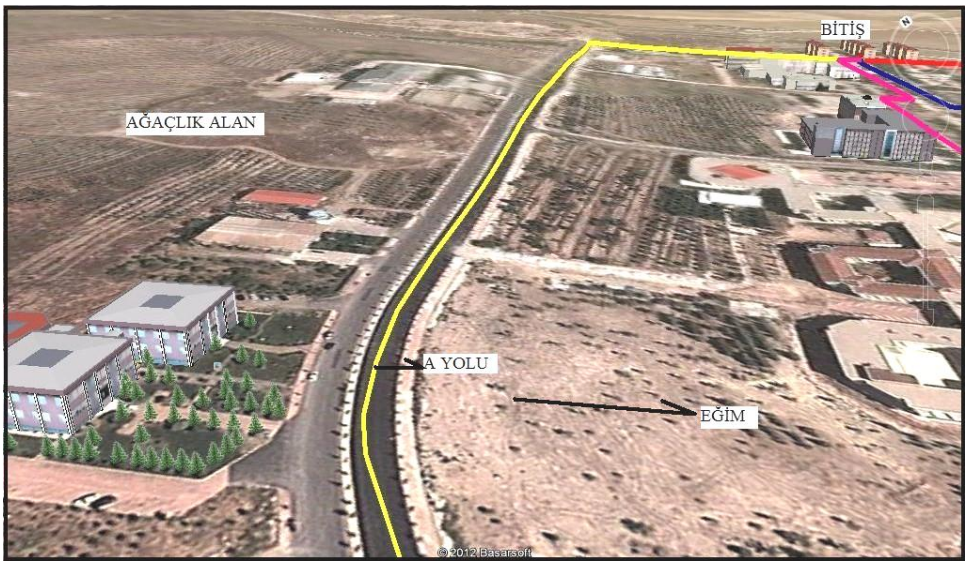
Çizelge 4.18. Alternatif yol analizinde doğal perspektif

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	ALTERNATİF YOLLAR			
		A YOLU	B YOLU	C YOLU	D YOLU
Su Havzaları	%18,70	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Akarsu - Dere Yatakları	%18,90	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Engebe – Eğim ve Açı	%19,60	0,200	0,350	0,400	0,250
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,039	0,069	0,078	0,049
Bataklık	%22,20	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Ağaçlık Saha	%20,60	0,100	0,200	0,250	0,150
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,021	0,041	0,052	0,031
	%100	0,060	0,110	0,130	0,080

Şekil 4.8'de örneklenen B yolunda, yer alan keskin hat dönüşü ve dik engebe doğal perspektif içerisinde değerlendirilmiştir. Şekil aynı zamanda B yolunun ağaçlandırma sahası yakınından geçmekte olduğunu göstermektedir. Doğal faktör kriterlerinin diğerleri çalışma sahasında yer almadığı için, doğal perspektif neticesini belirleyecek olan kriterler arazi eğimi, engebe ve ağaçlık sahalardan geçiş özellikleri olacaktır.

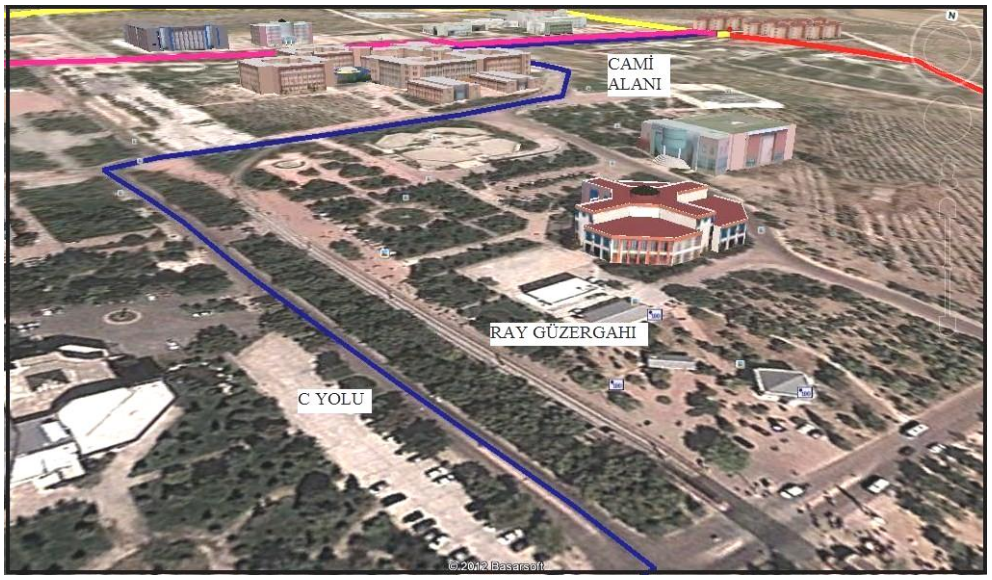


Şekil 4.8. Alternatif B yolu doğal perspektif

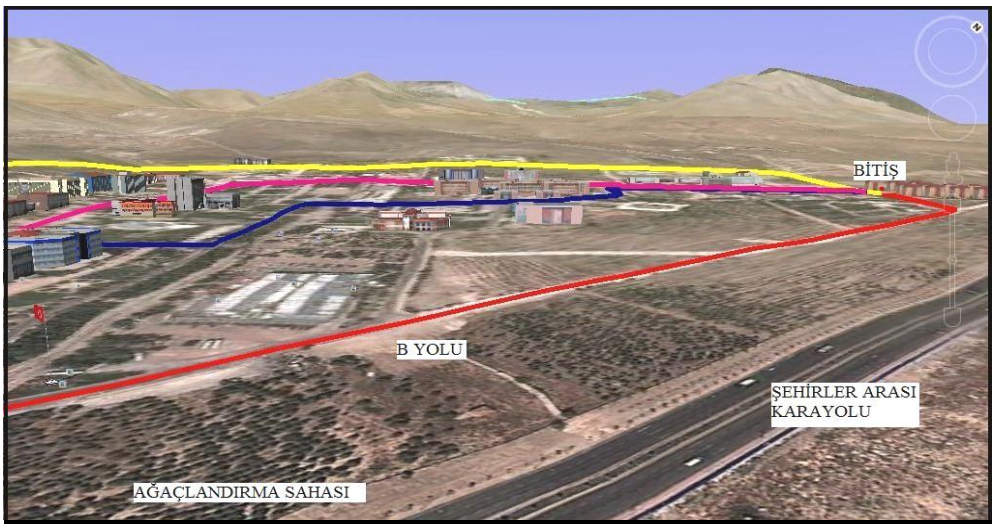


Şekil 4.9. Alternatif A yolu doğal perspektif

Şekil 4.9, A yolunun doğal perspektifte değerlendirilme gerekçelerini kolaylıkla açıklayabilmek için oluşturulmuştur. Şekil 4.10'da yer alan C yolunun doğal perspektif açısından incelenmesi sonucu, diğer alternatif yollar gibi eğim ve ağaçlık saha ana kriterlerinin C yolu seçimini etkilediği görülecektir. C yolu istikametindeki ağaçlık saha, Şekil 4.11'de gösterilen B yoluna oranla daha iri yapılı ağaçlar barındırmaktadır. Ayrıca binaların bulunduğu bölgeler içinde C yolu B yolundan daha keskin açılarla bitiş noktasına ulaştığı için, C yolu B yoluna oranla daha fazla risk taşımaktadır.

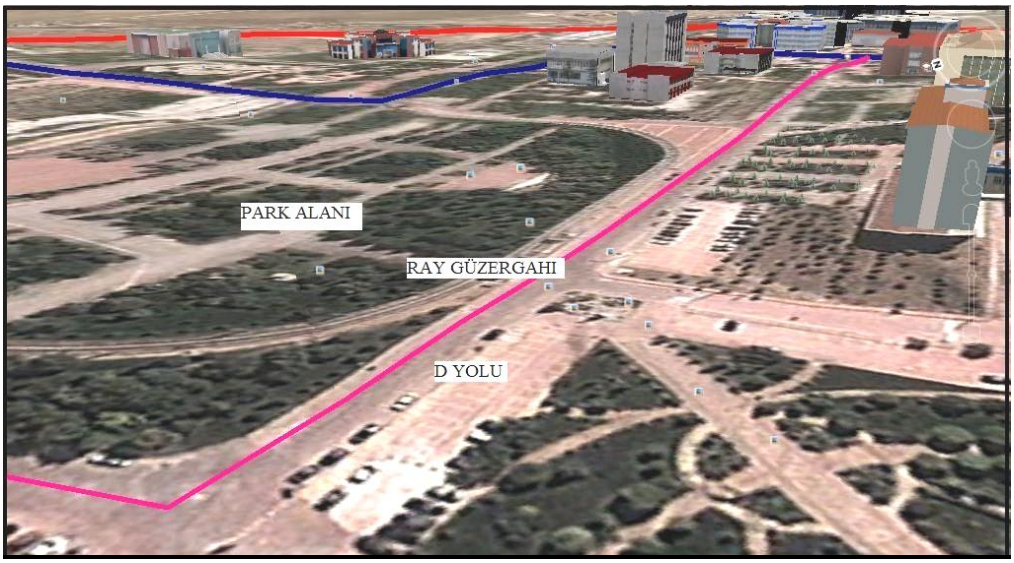


Şekil 4.10. Alternatif C yolu doğal perspektifi



Şekil 4.11. Alternatif B yolu doğal perspektifi-2

Şekil 4.12, alternatif D yolunu doğal perspektifte gözlemlemeyi sağlamaktadır. D yolu binaların ortasından ilerleyen sık ağaçlık bir bölgeden geçmektedir. Ancak D yolunun ağaçlara olan emniyet mesafe açıklığı, C yolunun sahip olduğundan daha büyük genişliktedir. Açı faktörü C yolu ve D yolu için benzerlik gösteriyor olsa da D yolu C yolundan daha az risklidir. Bu nedenle puanı daha düşüktür. Aynı şekilde, D yolu ile A yolu arasında kıyaslama yapılacak olunursa, A yolunun ağaçlık alanlara yaklaşımının daha tercih edilebilir durumda olduğu görülür. Aynı zamanda A yolunun ilerleyen hat doğrultusunda keskin açı miktarı diğer alternatiflerden daha az olduğu için D yolu A yoluna nazaran daha büyük puana, C yoluna nazaran daha küçük puana sahiptir.



Şekil 4.12. Alternatif D yolu doğal perspektif

Çizelge 4.19. Alternatif yol analizinde beşeri perspektif

BEŞERİ KRİTERLER	**KRİTER AĞIRLIKLARI**	**ALTERNATİF YOLLAR**			
		A YOLU	**B YOLU**	**C YOLU**	**D YOLU**
Bina Yoğunluğu ve YakınlıkDerecesi	%33,40	0,100	0,100	0,200	0,300
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,033	0,033	0,067	0,100
Kaçınılacak Alanlar	%34,6	Çizelge 4.20			
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,014	0,000	0,000	0,000
Arazi Faaliyetleri	%32	Çizelge 4.21			
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,010	0,026	0,028	0,020
Toplam	%100	0,057	0,059	0,095	0,120

Çizelge 4.20. Alternatif yol analizinde kaçınılacak alan detayı

KAÇINILACAK ALANLAR	KRİTER AĞIRLIKLARI	ALTERNATİF YOLLAR			
		A YOLU	B YOLU	C YOLU	D YOLU
Havaalanı ve Yakınlık Derecesi	%6,92	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Tünel ve yakınlık Derecesi	%6,92	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Sit Alanı ve Yakınlık Derecesi	%6,92	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Akaryakıt İst. ve Yakınlık Derecesi	%6,92	0,200	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,014	0,000	0,000	0,000
Askeri Saha ve Yakınlık Derecesi	%6,92	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
	%36,40	0,014	0,000	0,000	0,000

4.1.3.3. Alternatif yol analizinde beşeri perspektif araştırması

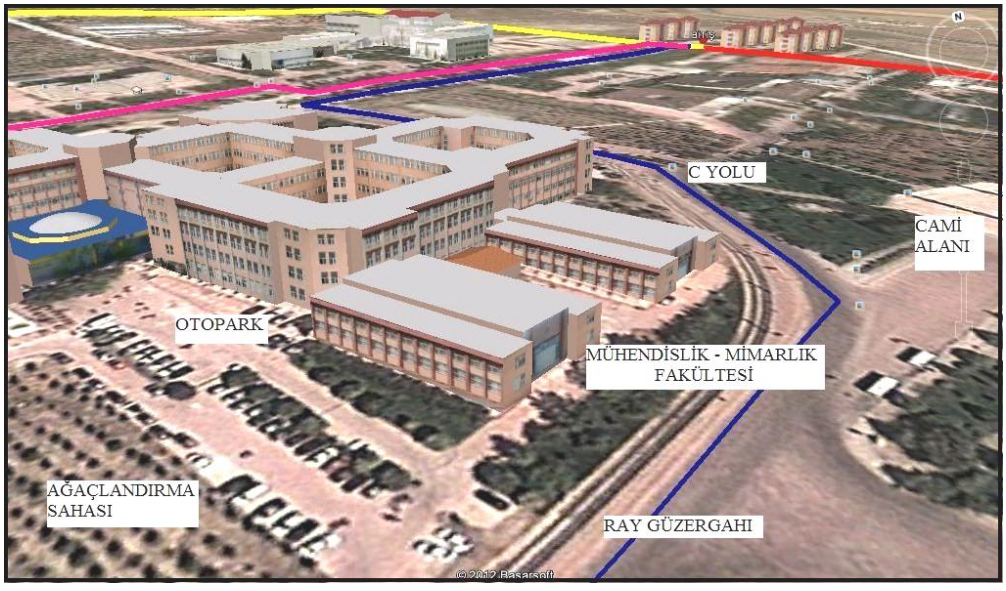
Beşeri perspektif, çalışma alanı içerisinde en yoğun analizin yapılacağı kriterlere sahiptir. Kamu hizmetinde bulunan ve resmi statüye sahip binaların geniş yer tuttuğu çalışma alanında, beşeri perspektif alternatif yol seçimini etkileyen en önemli faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, Çizelge 4.19'da yer verilen beşeri perspektif üç ana kriter başlığı altında incelenmiştir. Araştırmanın daha doğru sonuçlar vermesini sağlayabilmek için, bu üç kriter içinde yer alan **''Kaçınılması Gereken Alanlar''** ve **''Arazi Faaliyetleri''** kriterleri Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'de olduğu gibi detaylandırılarak irdelenmişlerdir. Bu sayede araştırma yapılan söz konusu iki kriterin alt kriterlerle derecelendirilmesi ve seçimin yönteminin hassaslaştırılması sağlanmıştır.

Çizelge 4.20'de yer alan beşeri faktör ana kriterlerinden **''Kaçınılması Gereken Alanlar''** kriteri eşit öneme sahip olduğu düşünülen beş farklı alt kriter ile detaylandırılmıştır. Çizelge 4.21'de, **''Arazi Faaliyetleri''** ana kriteri sekiz farklı alt kriter ile detaylandırılmıştır. Alt kriterlerin birbirleriyle eşit öneme sahip oldukları düşünülebildiği gibi, Delphi Process ile yapılan çalışmada bu kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi hazırlanabilmektedir. Bu durum, yüksek hassasiyet gerektiren çalışmalarda mutlaka dikkate alınması gereken bir husustur. Yapılan sayısal irdelemeler neticesinde, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te gösterilen C yolu güzergahının **''Arazi Faaliyetleri''** kriteri açısından en yüksek puana sahip alternatif yol olduğu görülür.

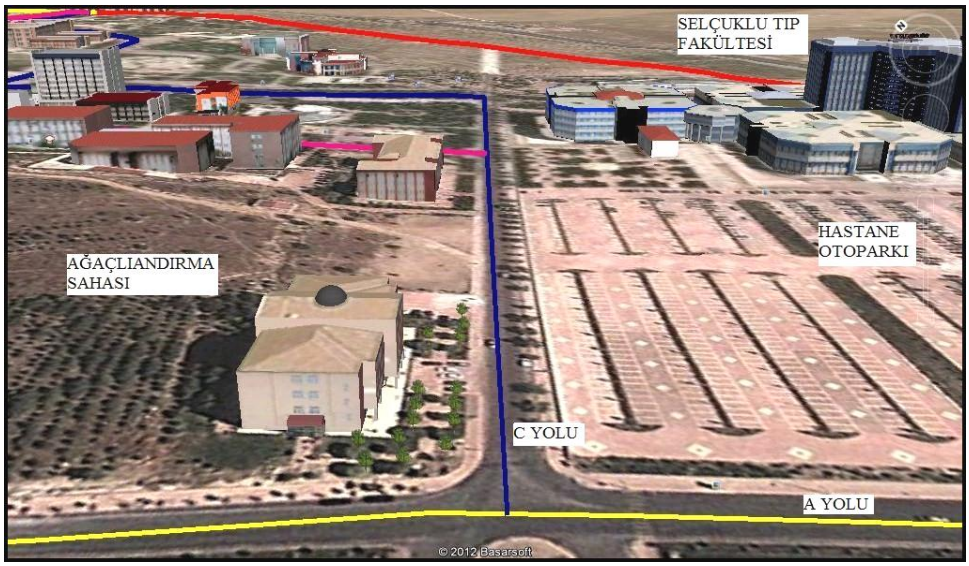
Çünkü aynı güzergah üzerinde hem idareye ait ve kamuya açık hizmette bulunan binalara yakınlığı, hem de park alanı söz konusudur. İlaveten, hastane alanından geçiş yapan bir güzergah olması da puanlandırmada kötü tesir payını artıracaktır.

Çizelge 4.21. Alternatif yol analizinde arazi faaliyetleri detayı

ARAZİ FAALİYETLERİ	KRİTER AĞIRLIKLARI	ALTERNATİF YOLLAR			
		A YOLU	B YOLU	C YOLU	D YOLU
Tarım Arazisi	%4,00	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Endüstriyel Arazi	%4,00	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
Ticaret Sahası	%4,00	0,000	0,000	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,000	0,000
İdareye Ait Araziler	%4,00	0,250	0,250	0,150	0,150
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,010	0,010	0,006	0,006
Mezarlık Alanı,Cami Alanı	%4,00	0,000	0,000	0,200	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,008	0,000
Okul Arazisi, Hastane Alanı	%4,00	0,000	0,150	0,200	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,006	0,008	0,008
Kent Parkları	%4,00	0,000	0,000	0,150	0,150
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000	0,006	0,006
Yatırım Programında Bulunan Araziler	%4,00	0,000	0,250	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,010	0,000	0,000
	%32	0,010	0,026	0,028	0,020



Şekil 4.13. Alternatif C yolu beşeri perspektif-1



Şekil 4.14. Alternatif C yolu beşeri perspektif-2



Şekil 4.15. Alternatif yol karma perspektifi

4.1.3.4. Alternatif yol analizinde karma perspektif araştırması

Karmaşık alternatif yol analizinde, modelleme bütün data katmanlarının hesaplanan kriterlerini izole eder. Sonuç; harita oluşturulması, eğitilmiş data gösterimi, grafiksel gösterim, istatistiksel özetler gibi pek çok şeklide ortaya konulabilir.

Modellemenin arazi aşamasında görev alan takım üyeleri yani experler, diğer coğrafi ve yerleşim unsurlarının bulunduğu kriterler listesi başına yeni bir kriter

ekleyebilir veya her hangi bir yerleşimi direkt olarak seçebilirler. Bu sayede, interaktif geo-özellikler hakkında takım kararını belirlemek için sisteme giriş yapmış olurlar. Grafiksel gösterime ilaveten, alternatif yolların yada bağımsız bölümlerin özellikleri ve hesaplanan kriterleri için data nüshaları üretilebilinir. Hatta bu datalar, alternatif yol analizi gerçekleştiren yazılımlara aktarılabilinir. Alternatif yol analizinde yazılım, rölatif uzunluğun ve mesafenin rahatlıkla tartışma olanağını sağlayan ve exper takım tarafından hesaplanan pek çok noktadaki mesafeleri örneklemek için kullanılabilir. Söz konusu metraj bilgileri, konutların yerleşim sayısı veya doğal orman arazilerinden geçen yolların uzunluğu gibi, alternatif yolların avantaj ve dezavantajlarının kıyaslama tartışmasında klavuz olarak kullanılır. Şekil 4.15'de kampus çalışma sahasının karmaşık yüzey alanı perspektifi görülmektedir.

Karmaşık yüzey alanının analiz sonucu Çizelge 4.22'de verilmiştir. Üç farklı perspektifin ortak bir sonuç oluşturduğu karma perspektif, üç perspektifin farklı kriter ağırlık değerleriyle hesaplanabileceği gibi, her üç perspektifin eşit öneme sahip olduğu düşünülerekte hesaplanabilir. Çizelgede yer alan değerler, EK-2'de verilen anket analizi sonucunda elde edilen değerlerdir.

4.1.3.5. Exper raporu

Çalışmanın ön gördüğü sayısal tercihler, arazi koşullarının uygunluğuna göre belirlenmiş olmasına rağmen, genel sonuç elde edilirken ve hesaplama aşamasında iken kesin metraj bilgileri ve sayısal değerler kullanılmalıdır. Kriter metodolojisi, optimum yolu hesaplama ve seçme sürecinde takımın düşüncesine dayanan, temel ve belirgin kriter hesabının açıkça tartışılmasına imkan sağlamak için dizayn edilmiştir. Exper raporu ise, yapılan kıyaslamaların tecrübeli uzmanlar tarafından tekrar gözden geçirilmesini ve arazin son anlık şartlarının yeniden irdelenmesini sağlamaktadır. Çizelge 4.23, bu çalışma için hazırlanan exper raporu sonuçlarını göstermektedir.

Yapılar, bina yoğunluk alanlarının kıyası ve mevcut binaların yakınlık derecelerine göre irdelenmelidir. Kamu hizmetinde bulunan alanların irdelemesi ise sadece kamu binalarını değil, bu alanlardaki yasal işleyişi de kapsamaktadır. Binaların ruhsat ve izin belgeleri, yapı bakım analizleri düşünülerek gerçekleştirilecek seçim esastır. Seçim analizi yapılacak mevkii de estetik ve emniyet faktörlerini barındırır. Seçimin ekonomik olması açısından maliyet konusunda kıyaslama yapılmalıdır. Hem görsel açıdan estetik bir görünüm özelliği taşıyan hem de diğer alternatiflere göre

maliyeti az olan yolun seçimi sağlanmalıdır. Bu nedenle, arazide yapılacak özel manevralara, arazide kullanılacak özel malzemelere ve bunlara dayalı risk faktörlerine bağlı bir sayısal dağılımla seçim söz konusu olacaktır. Böylece risk önlem derecesi artırılmış, estetik görünümü sağlanmış, maliyet kıyası yapılmış bir seçim gerçekleştirilmiş olacaktır.

Çizelge 4.22. Alternatif yol analizinde karma perspektif

KRİTERLER	**KRİTER AĞIRLIKLARI**	**ALTERNATİF YOLLAR**			
		A YOLU	**B YOLU**	**C YOLU**	**D YOLU**
Mühendislik Faktörleri	%33,45	0,029	0,127	0,108	0,050
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,010	0,042	0,036	0,017
Doğal Faktörler	%31,72	0,060	0,110	0,130	0,080
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,019	0,035	0,041	0,025
Beşeri Faktörler	%34,83	0,057	0,059	0,095	0,120
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,020	0,021	0,033	0,042
Toplam	%100	**0,049**	**0,098**	**0,110**	**0,084**

Çizelge 4.23. Alternatif yol analizinde exper raporu

EXPER RAPORU KRİTERLERİ	**ALTERNATİF YOLLAR**				
		A YOLU	B YOLU	C YOLU	D YOLU
Yapılaşma öz. ve emniyet mesafeleri	%13	0,100	0,800	0,500	0,400
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,013	0,102	0,064	0,051
Kamu hizmet binaları ve yasal işleyiş	%3	0,100	0,100	0,400	0,700
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,003	0,003	0,010	0,018
Ruhsat ve özel izin belge analizleri	%4	0,100	0,100	0,300	0,300
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,004	0,004	0,012	0,012
Yapıların bakım analizleri	%12	0,100	0,100	0,300	0,400
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,012	0,012	0,036	0,048
Estetik görünüm sağlama analizi	%5	0,100	0,100	0,600	0,400
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,005	0,005	0,031	0,020
Arazide yapılacak özel manevralar	%23	0,100	0,100	0,500	0,500
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,023	0,023	0,113	0,113
Arıza önlem veya arıza risk derecesi	%35	0,300	0,500	0,700	0,700
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,105	0,176	0,246	0,246
Maliyet Fizibilite Çalışması	%6	0,200	0,350	0,400	0,600
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,012	0,021	0,024	0,037
Toplam	%100	**0,176**	**0,345**	**0,535**	**0,544**

4.1.3.6. Optimum yol seçimi

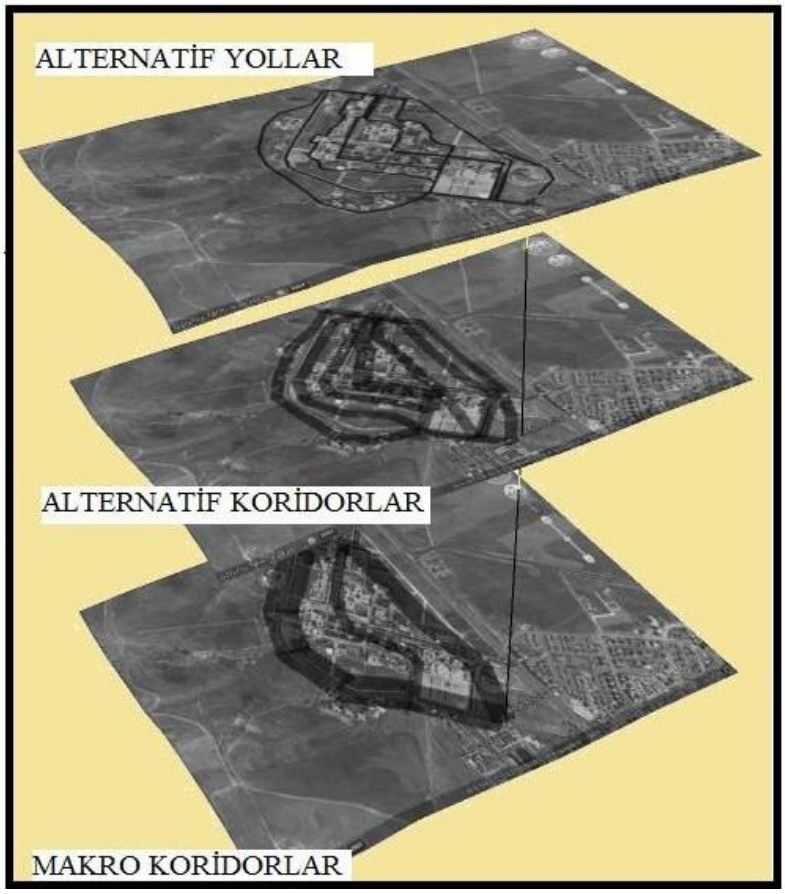
Karar metodolojisi ve exper raporunun bir arada değerlendirilmesi, takım görüşünü odaklamayı ve görüşleri organize etmeyi sağlamaktadır. Exper raporu gibi, uzmanların görüş ve deneyimlerinin seçim sürecine özgürce katkıda bulunması sistem işleyişi için büyük fırsatlardır. Karar modellemesi, katmanların diğer perspektifler içerisinde yer alması ihtimallerine asla karşı çıkmamaktadır. Örneğin; evlerin yer aldığı bölgeler sadece beşeri perspektifte değil, doğal perspektifte de yer alabilir. Modelleme bu hali ile hesap yapabilir.

Perspektifler, alternatif yoların geliştirilmesini sağlayacak özellikleri hesaplama imkanını ve öncelikli kıyaslamanın yapıldığı alternatif koridorların ayrımını üretir. Data katmanları ağırlıklandırılarak, bilgiler, her bir alternatif koridora karşı optimum yolu bulacak perspektifi oluşturmak için birleştirilir. Optimum yol en uygun yoldur. Çünkü en düşük scoru taşır. Aynı zamanda, perspektif içerisinde en az kötü tesiri ya da en az riski taşıyan yol optimum yoldur.

Optimum yol seçimi için yapılan hesaplamalar Çizelge 4.24'te verilmiştir. AHP kriter diyagramı ile yapılan seçim neticesinde elde edilen sayısal değerler ile çalışma bölgesi üzerinde hazırlanan exper raporu eşit öneme sahip olarak çözümlenmiştir. Delphi süreci ile gerçekleştirilen ikili matrisler analiz edilerek ağırlıkların değerleri değiştirilebilir. Bu tür çözümlerin daha hassasiyet gereksinime ihtiyaç duyulan durumlarda gerçekleştirilmesi uygundur. Yapılan analiz sonucunda A yolu diğer alternatif yollardan daha az puan aldığı için risk yüzdesi en az olan yoldur. En düşük puana sahip olan A yolu alternatifler içinde optimum yoldur. Şekil 4.16, çalışılan alanda tüm seçim metodolojisine bağlı olarak, makro koridorlardan alternatif koridorların elde edilmesi ve alternatif koridorlardan alternatif yolların elde edilmesini göstermektedir.

Çizelge 4.24. Optimum yol seçimi

KARAR	AĞIRLIKLAR	A YOLU	B YOLU	C YOLU	D YOLU
FAKTÖRLER	%50	0,049	0,098	0,110	0,084
		0,025	0,049	0,055	0,042
EXPER RAPORU	%50	0,176	0,345	0,535	0,544
		0,088	0,173	0,268	0,272
	SONUÇ	0,116	0,228	0,332	0,324
	YÜZDELER	**%11,6**	**%22,8**	**%33,2**	**%32,4**



Şekil 4.16. Koridorların eliminasyonu

4.2. Uygulama II İçin

Yapılan tez çalışmasında, pratik hayatta karşılaşılan iki ayrı örnek üzerinde çalışma yapılmış ve metodolojinin optimum seçimi incelenmiştir. İlk örnek;Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüs alanıdır. Araştırma bölümünde, plot bölge seçilen Selçuk Üniversitesi Kampus sahası üzerinde ENH güzergah optimizasyonu yapılmış ve yapılandırılan alternatif güzergahlar içerisinden optimum olanının seçilmesi amacıyla çalışılmıştır. Yapılan seçim aşamasında, kademe kademe detaylandırılan kriterler metodoloji ile sayısallaştırılmış, tutarlı ve mantıklı çözümünün elde edilmesi amaçlanmıştır.

İkinci örnek ise; Selçuk Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Lisans tezi çalışmasında uygulaması gerçekleştirilmiş, Beyşehir İlçesi Yeşildağ Kasabası Dumanlı Köyü enerji nakil hattı güzergahı seçimidir. Bu çalışmada, enerji ihtiyacına yetersiz kalan hatta kış aylarında arıza kaynağı oluşturan, Yeşildağ Kasabası'na, Güldürhacı Mahallesi'ne ve Dumanlı Köyü'ne ait

ENH üzerinde tadilat yapılmıştır. Dumanlı Köyü'ne giden mevcut besleme hattı Yeşildağ Kasabası'ndan kopartılmış, sadece Dumanlı Köy' üne hizmet edecek saplama hattı oluşturulmuştur. Yeşildağ Kasabası'nın girişine yerleştirilmiş kesicili ölçü kabini ile bu saplama hattın beslenmesi amaçlanmıştır. Şekil 4.17, eski besleme hattı güzergahını göstermektedir. Yerel elektrik dağıtım kuruluşu olan MEDAŞ tarafından, ödenek yetersizliği nedeniyle proje yapımının iki etap halinde gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.



Şekil 4.17. Tadilat çalışması yapılan eski besleme hattı güzergahı

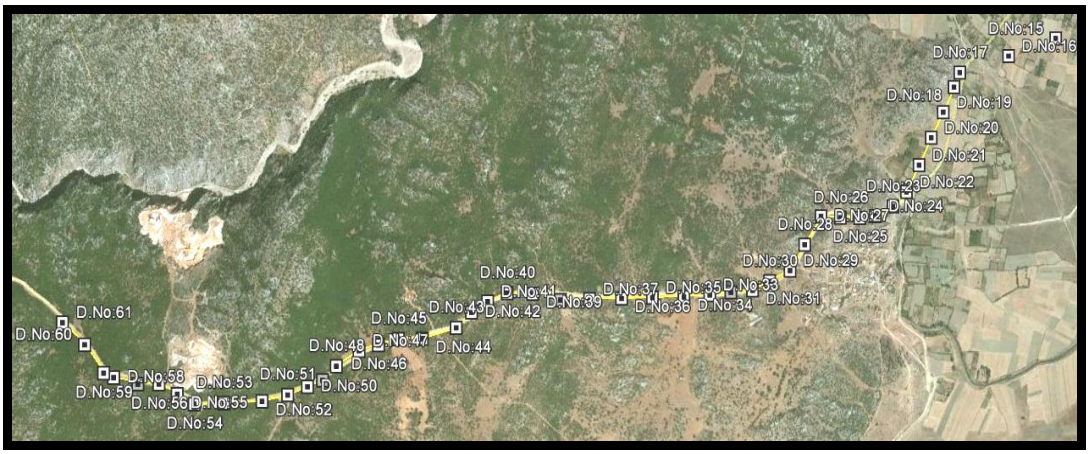


Şekil 4.18. Birinci etap çalışmasının güzergahı

2006 yılında projenin ilk etap çalışması, yine MEDAŞ proje ekipleri tarafından hayata geçirilmiştir. Ancak bu çalışma, sadece Güldürhacı Mahallesi'ne hizmet edecek besleme hattına ait direklerin tadilatından ve Yeşildağ KÖK(kesicili ölçü kabini)' ünün yerleştirilmesinden ibarettir. Şekil 4.18, bahsedilen ilk etap çalışmasına ait proje güzergahını göstermektedir.

İkinci etap projesi ise lisans tezi çalışması olarak 2008 yılında gerçekleştirilmiştir. Söz edilen proje, Dumanlı Köyü ENH beslemesinin Yeşildağ Kasabası'na ait ENH' ından koparılarak, Yeşildağ KÖK'ten enerji alan ve mevcut Dumanlı Hattının 61. direğine bağlanan yeni bir saplama hat tesisi işlemidir. Saplama hat, sadece 61 nolu direkten sonrasının yol kenarında yer aldığı eski hattın tamamının, işletme bakım kolaylığı açısından yol kenarına taşınması sağlamıştır. Arıza kaynağı oluşturan hattın yol kenarına taşınması amacıyla, çalışma bünyesinde çizilen ikinci etap projesi tam bir yıl sonra hayata geçirilerek sahada tesis edilmiştir. Böylece hem işletme bakım kolaylığı sağlanmış, hem de Yeşildağ Kasabası'nın arıza ve kesintisi yansıtılmaksızın Dumanlı Köyü'nün artan enerji ihtiyacına cevap verilebilmiştir. Şekil 4.19, ikinci etap projesinin başlangıç ve bitiş noktalarını göstermektedir.

Alternatifler arasından optimum güzergahı seçme, tesisin inşaasından hatta plan–proje safhasından bile çok önce kararlaştırılması gereken bir zorunluluktur. Yapılan bu tez çalışmasında amaç; bahsedilen ikinci etap projesindeki yeni tesis edilen güzergah ile kötü tesirleri nedeniyle yenilenmek zorunda kalınan eski güzergah arasında analiz yapmaktır. Tadil edilen eski ENH güzergahı ile yeniden tasarlanan güzergah, mühendislik faktörleri açısından ikili olarak kıyaslanmış ve kıyaslama sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.19. İkinci etap projesi güzergahı

Çizelge 4.25. Dumanlı hattı mühendislik perspektifi

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	YOLLAR	
		ESKİ YOL	YENİ YOL
Otoyol Atlaması	%13,20	0,000	0,400
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,053
Su Kanalı Atlaması	%13,20	0,200	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,026	0,026
Toprak Tahliye Kanalı Atlama	%12,50	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Demiryolu Atlaması	%14,10	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
ENH Atlaması	%14,80	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Doğal-Gaz Borusu Atlaması	%15,50	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Haberleşme Hattı Atlaması	%16,70	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
	%100	0,026	0,079

Tasarlanan yeni güzergah, Dumanlı Köyü'ne giden karayoluna paralel ilerlemekte olsa da, hattın açı faktörü bazı sorunlara neden olmuştur. Keskin dönüşlerin yer alması nedeniyle, karayolu ile paralel ilerleyen direklerin tesisinde, direkler arası mesafe azalmakta dolayısıyla malzeme ve işçilik fiyatları artmaktadır. Bu nedenle, açının uygun olmadığı dönüş noktalarında hattın yol atlaması yaparak karayolunun karşı tarafından ilerlemesi uygun bulunmuştur. Böylece, otoyol atlaması yeni yol için riskli bir puan oluştururken, eski yol için böyle bir durum söz konusu değildir. Hat içerisinde risk oluşturabilecek diğer bir faktör, hattın güzergahı üzerinde yer alan Güldürhacı Mahallesi'nin sulama kanalıdır. Ancak her iki yol alternatifinin sulama kanalı üzerinden atlama yapıyor olması, her iki yolun da aynı puana sahip olmasına neden olmuştur. Bu bakımdan, sulama kanalı atlaması kriteri analiz için ayırt edici özellik olmamıştır.

Dumalı hattının eski ve yeni yolu doğal kriterler bakımından irdelemeye tabi tutulmuş ve araştırma sonuçları Çizelge 4.26'da belirtilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı gibi, arazinin doğal analizleri yapılırken belirleyici olan alt kriterler engebe ve ağaçlık saha kriterleridir. Eski yol güzergahı Güldürhacı Mahallesine branşman verdiği için, hat yol kenarı yerine daha içerideki noktalardan götürülmüştür. Dolayısıyla, bu hat düzenli yol çalışması yapılmayan engebeli bir arazi şartı taşımıştır. Aynı yolun sahip olduğu diğer bir problem ise, hattın disiplinli bir güzergahtan geçmesi yerine ağaçlandırılmaya

Çizelge 4.26. Dumanlı hattı doğal perspektif

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	YOLLAR	
		ESKİ YOL	YENİ YOL
Su Havzaları	%18,70	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Akarsu – Dere Yatakları	%18,90	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Engebe - Eğim ve Açı	%19,60	0,500	0,300
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,098	0,059
Bataklık	%22,20	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Ağaçlık Saha	%20,60	0,700	0,100
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,144	0,021
	%100	0,242	0,079

Çizelge 4.27. Dumanlı hattı beşeri perspektif

BEŞERİ KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	YOLLAR	
		ESKİ YOLU	YENİ YOLU
Bina Yoğunluğu ve Yakınlık Derecesi	%33,40	0,300	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,100	0,000
Kaçınılacak Alanlar	%34,6		
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Arazi Faaliyetleri	%32	Çizelge 4.28	
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,036	0,008
Toplam	%100	0,136	0,008

müsait bölgenin tam ortasından geçmesidir. Bu şartlar altında kıyaslanan güzergahların doğal kriter sonuçları çizelgede yer aldığı gibidir.

Dumanlı hattının en son kriter araştırması beşeri faktörler üzerine yapılmıştır ve araştırma sonuçları Çizelge 4.27' de verilmiştir. Tez çalışmasının beşeri kriterler analiz şablonlarından olan kaçınılacak alanlar kriteri (havaalanı, tünel, vb.) bu örnekte yer almamaktadır. Bu sebeple, çalışmada sadece arazi faaliyetleri kriteri detaylandırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.28'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.28. Dumanlı hattı beşeri perspektif detayı

ARAZİ FAALİYETLERİ	KRİTER AĞIRLIKLARI	YOLLAR	
		ESKİ YOL	YENİ YOL
Tarım Arazisi	%4,00	0,500	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,020	0,000
Endüstriyel Arazi	%4,00	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Ticaret Sahası	%4,00	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
İdareye Ait Araziler	%4,00	0,400	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,016	0,008
Mezarlık Alanı,Cami Alanı	%4,00	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Okul Arazisi, Hastane Alanı	%4,00	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Kent Parkları	%4,00	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
Yatırım Programında Bulunan Araziler	%4,00	0,000	0,000
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,000	0,000
	%32	0,036	0,008

Çizelge 4.29. Dumanlı hattı karma perspektifi

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	YOLLAR	
		ESKİ YOLU	YENİ YOLU
Mühendislik Faktörleri	%33,45	0,026	0,079
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,009	0,026
Doğal Faktörler	%31,72	0,242	0,079
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,077	0,025
Beşeri Faktörler	%34,83	0,136	0,008
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,047	0,003
Toplam		**0,133**	**0,054**

Beşeri faktörlerin incelenmesi ardından son analiz katmanı olan ana kriter çözümlemesi yapılmış, Çizelge 4.29'da belirtilen karma perspektif sonuçları elde edilmiştir. Dumanlı hattı için arazi incelemeleri yapılmış, bu çalışmaya göre daha önceki bölümlerde hazırlanma çalışması detaylı olarak anlatılan exper raporu detayı elde edilmiştir. Çizelge 4.30, bahsedilen exper raporu sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 4.30. Dumanlı hattı exper raporu detayı

EXPER RAPORU	AĞIRLIKLAR	ESKİ YOL	YENİ YOL
Yapılaşma özellikleri ve emniyet mesafeleri	%13	0,700	0,300
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,090	0,038
Kamu hizmet binaları ve yasal işleyiş	%3	0,300	0,300
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,008	0,008
Ruhsat ve özel izin belge analizleri	%4	0,350	0,350
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,014	0,014
Yapıların bakım analizleri	%12	0,400	0,100
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,048	0,012
Estetik görünüm sağlama analizi	%5	0,100	0,300
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,005	0,015
Özel malzemelerin analizi	%23	0,400	0,600
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,090	0,135
Arıza risk derecesine göre analiz	%35	0,800	0,200
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,281	0,070
Maliyet Fizibilite Çalışması	%6	0,200	0,350
Ağırlıklandırılmış Değeri		0,012	0,021
Toplam	%100	**0,547**	**0,314**

Çizelge 4.31. Dumanlı hattının optimum güzergahı

KARAR	AĞIRLIKLAR	ESKİ YOLU	YENİ YOLU
FAKTÖRLER	%50	0,133	0,054
		0,067	0,027
EXPER RAPORU	%50	0,547	0,314
		0,274	0,157
	SONUÇ	0,649	0,351
	YÜZDELER	**%64,89**	**%35,11**

Kriter analizleri ve exper raporu neticelerinin hesaplanmasıyla birlikte nihai yargıya ulaşılmıştır. Bu çalışma için, hesaplama yöntemi olarak her iki karar ünitesinin eşit puana sahip olması düşünülmüş ve bu doğrultuda Çizelge 4.31'de yer alan değerler oluşturulmuştur. Ancak daha detaylı sonuçlar elde edilmesi istenilen çalışmalarda bu eşitlik durumu değişime uğrayabilir, karara tesir etme olanaklılıklarına göre faktörler ve exper raporu karar üniteleri farklı yüzdeler ile analiz edilebilir.

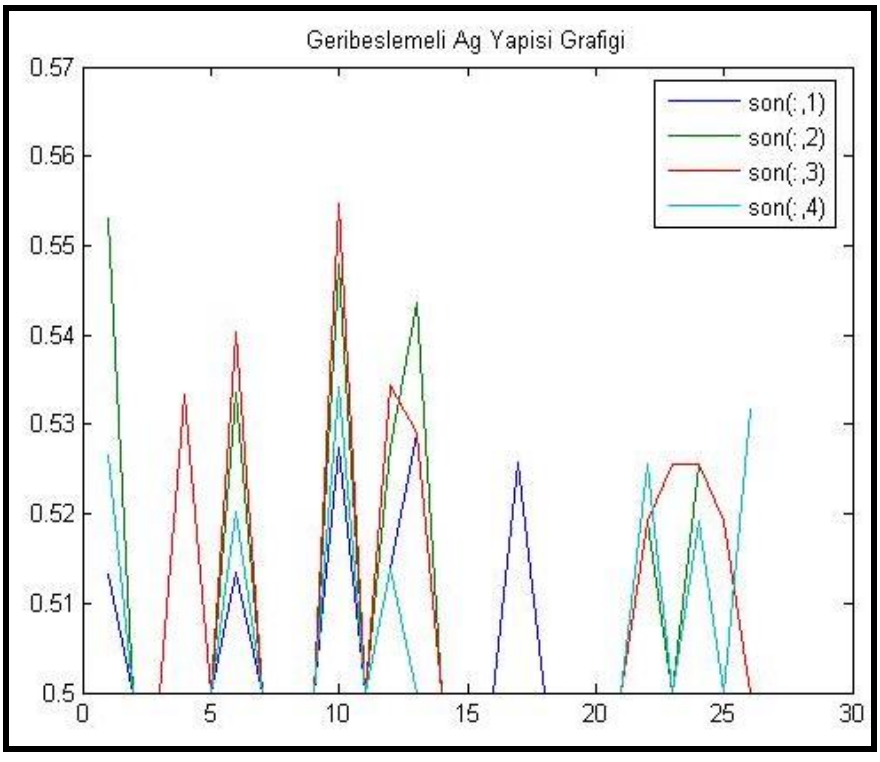
Çizelge 4.31'de yer alan değerler, Dumanlı Köyü' ne ait ENH tadilatının sayısal analiz sonuçlarıdır. Bu analiz sonuçları daha önceden inşa edilen güzergahın ne kadar

yanlış bir seçim olduğunu göstermektedir. Gerçek hayatta ise bu seçimin yanlış olduğu, arızalar, yüksek masraflı işletme bakım çalışmaları, köy enerjisinin sık sık kesintiye uğraması gibi sorunlar ile fark edilmiştir. Çünkü enerji nakil hattının ilk güzergah seçiminde yapılan çalışmalar artan enerji ihtiyacı göz önüne alınmadan gerçekleştirilmiştir. Hattın tadilatı için ikinci kez ve belki de totalde ekonomik olmayan bir yöntem geliştirmek zorunda kalınmıştır. Bu bakımdan, yapılan tez çalışmasının konu edindiği bir analiz araştırması, optimum güzergahın seçimini tutarlı ve mantıklı elde ederken, yanlış seçimlerin ve tesis inşaasının bitiminden sonra yaşanılan sorunların önüne geçebilmektedir. İyi bir değerlendirme sonrası güzergah seçimi yapmak bu nedenle bir zorunluluk haline gelmiştir.

5. ALTERNATİF ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ: MATLAB OPTİMİZASYONU

MatLAB Optimizasyon Toolbox'ı büyük ölçekli problemler için standartlaştırılmış ve yaygın olarak kullanılan algoritmaları içerir. Bu algoritmalar kısıtlı ve ayrık sorunları çözmek amacıyla fonksiyonlar içermektedir. Doğrusal programlama, karesel programlama, ikili tamsayılı programlama, doğrusal olmayan optimizasyon, doğrusal olmayan en küçük kareler, lineer olmayan denklem sistemleri ve çok amaçlı optimizasyon, bu fonksiyonlardan bazılarıdır. Fonksiyonlar, birden çok tasarım alternatiflerini dengelemek, algoritmalarla modeller içerisinde optimizasyon yöntemlerini dahil ederek trade off analizleri yapmak, optimal çözümler bulmak için kullanılabilir.

Optimizasyon problemlerinde çözüm yöntemi, ilerleme tanımlanması ve çözümü için etkileşimli araçlar ile geliştirilir. Örneğin; doğrusal olmayan ve çok amaçlı optimizasyon için Solvers; doğrusal olmayan en küçük kareler, veri uydurma, ve doğrusal olmayan denklemler için Solvers; kuadratik ve doğrusal programlama problemlerinin çözümü için, ikili tamsayı programlama problemlerinin çözümü için kısıtlı doğrusal olmayan çözücüler ve paralel işlem desteği kullanılabilmektedir.

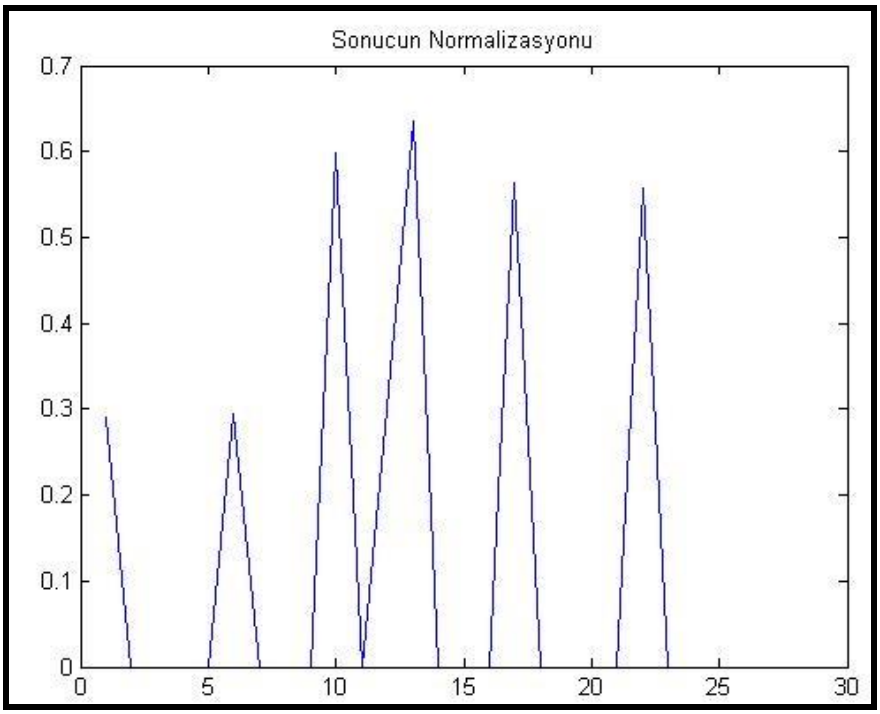


Şekil 5.1. Geri beslemeli ağ yapısı grafiği

Optimizasyon Toolbox'ı minimizasyonu ve maksimizasyonu yerine getirmek için kullanılan en yaygın yöntemleri içerir. Bu çözüm aracı yöntemler, problemlerin yapısını analiz edip sorunları çözmeyi sağlayarak, hem standart hem de büyük ölçekli algoritmaları uygulamaktadır.

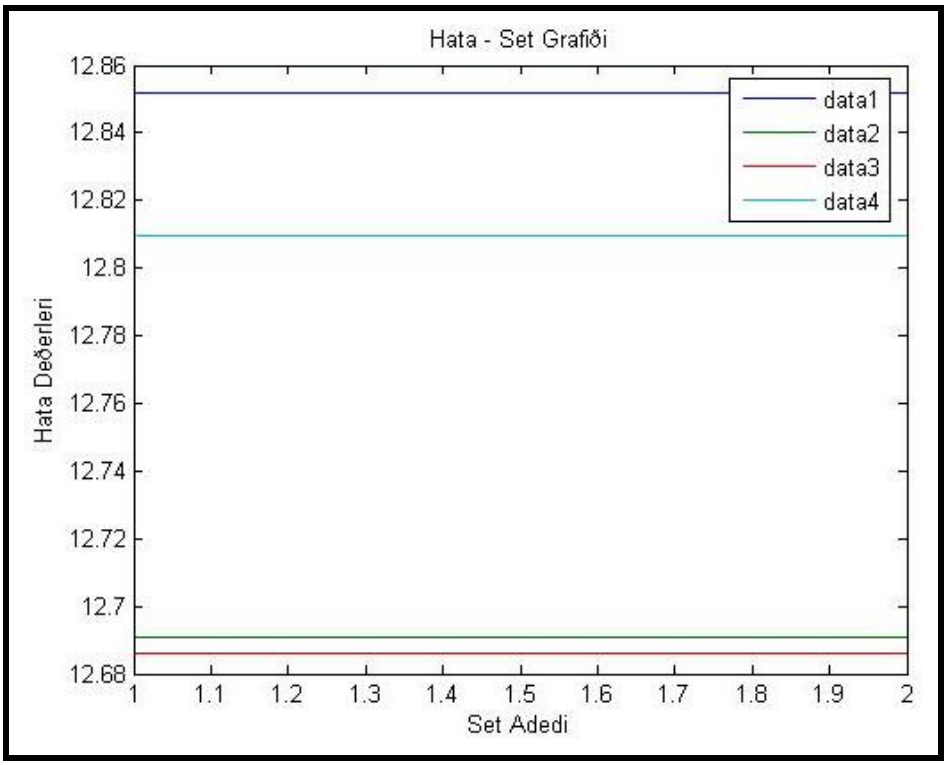
MatLAB optimizasyon aracı, ortak optimizasyon görevlerini basitleştirip bu görevleri bir çözücü seçmek için kullanılır. Ayrıca, bir optimizasyon problemi tanımlama, seçilen çözücü için optimizasyon seçeneklerini ve varsayılan değerleri ayarlama, değerleri kontrol etme, sorunları çalıştırma ve ara sonuçları ya da nihai sonuçları görselleştirme imkanları sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, seçilmiş çalışma alanı olan Kampus bölgesi ve bölgeye ait alternatif yol analizi için kullanılmış datalar, MatLAB optimizasyon tekniği ile incelenmiştir. İnceleme için önce geri beslemeli ağ yapısı oluşturulmuştur. Bu ağ yapısına uygun olarak EK-4'de belirtilen kod yazımı gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular grafiksel olarak görselleştirilmiştir. Şekil 5.1, analiz edilen data değerlerinin ağ yapısında bir iterasyon için datalara göre değişimini, Şekil 5.2 ise, datalara uygulanan normalizasyon işleminin değişimini göstermektedir.



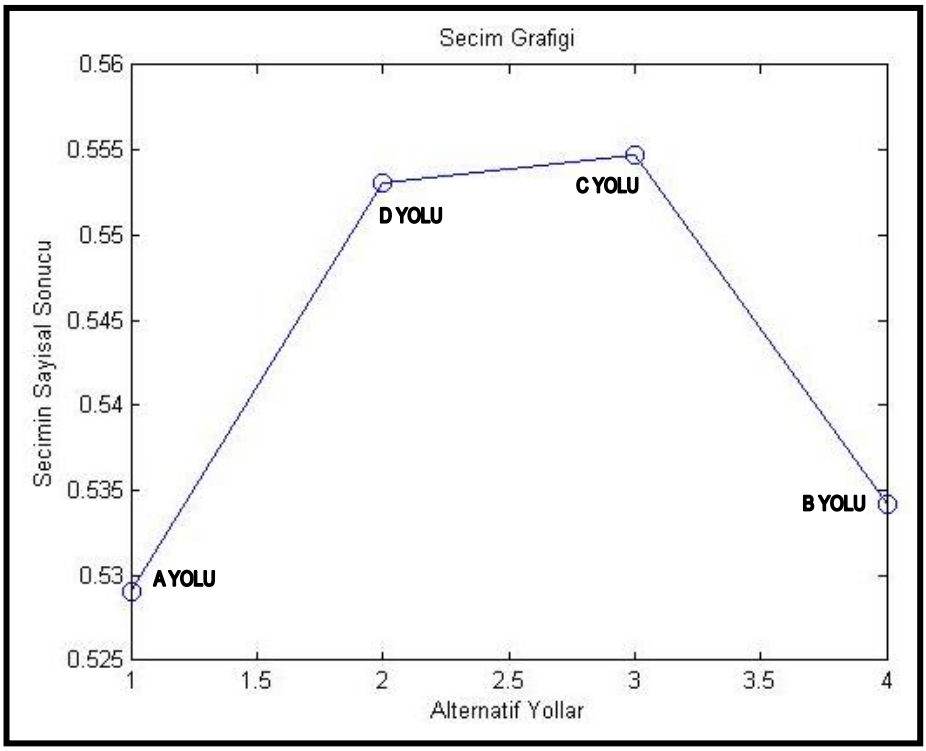
Şekil 5.2. Dataların normalizasyon grafiği

Tez çalışması için EK-4'de verilen kod yapısı incelendiğinde dataların ağ yapısı için hata kontrolü yapıldığı görülür. Şekil 5.3, hesaplanan hataların anlık değişimini ifade etmektedir. Her bir alternatif yol birer data seti olarak işletilmiş ve aynı sayıdaki iterasyon için Şekil 5.3'te yer alan grafik oluşturulmuştur. İterasyon sayısı değiştirildikçe dataların hata oranları da değişmektedir.



Şekil 5.3. Hata- set grafiği

Tez çalışmasında, birinci uygulama örneği için analiz edilen A, B, C, D isimli alternatif yollara sırasıyla Data1, Data2, Data3, Data4 adları verilmiştir. Şekil 5.3'te yer alan grafik, hazırlanmış optimizasyon programına göre seçim yapılan optimum yolu göstermektedir. Grafiğe göre en düşük puanı alan alternatif yol, Data1 veri seti adı verilen A yoludur. A yolu 0,528 puan aldığı için en az riskli yol olmuştur. D yolu 0,532 puan ile ikinci optimum yol olmuştur. Grafikten anlaşılacağı gibi B ve C yolları alternatif yollar içerisinde en yüksek iki puanı alan yollardır.



Şekil 5.3. Optimum yol seçimi

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Yapılan bu tez çalışmasında, ENH güzergah optimizasyonu ‘’Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri’nden AHP yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. AHP yöntemiyle karar mekanizması oluşturulmuş ve bu metodoloji ile iki ayrı örnek üzerinde uygulama yapılmıştır. İlk örnek; Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüs alanıdır. Plot bölge seçilen Selçuk Üniversitesi Kampüs sahası üzerinde Kampüs ana girişinden başlayan ve Kampus Lojmanlarında sonlanan bir ENH’ının planlanma problemi oluşturulmuştur. Bu problem için sahada kriter analizi yapılmış ve yapılandırılan alternatif güzergahlar için kriter perspektifleri kıyaslanmıştır. Alternatif güzergahlar içerisinden optimum olanının seçilmesi amacıyla yapılandırılan kriter katmanları, AHP yöntemi ile sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırma ve kıyaslama aşamasındaki gerekli veriler, Delphi Process tekniğiyle oluşturulan anket çalışmasından elde edilmiştir. Anket çalışmasında, alanında uzman 25 katılımcının görüşleri alınmış, elde edilen tüm görüşler uygun yöntemle, objektif davranılarak birleştirilmiş ve ortak bir kanaat tespit edilmiştir. Kademe kademe detaylandırılan kriterler, aynı metodolojinin kullanımıyla sayısallaştırılmış, hesaplama işlemlerine iteratif olarak devam edilmiş, Delphi yakınsaklığı ve AHP ağırlık değerlendirmeleri iteratif olarak sisteme adapte edilmiştir. Seçimin karar mekanizması ile elde edilen niceliği, uzman katılımcıların görüşleriyle desteklenmiştir. Böylece, kullanılan metodoloji bilime, çevre koruyucu bilince ve takım görüşüne dayalı ve de ayrıntılı bakış açısına sahip sistem üzerine kurulmuştur.

İkinci örnek ise; Selçuk Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Lisans tezi çalışmasında uygulaması gerçekleştirilmiş, Beyşehir İlçesi Yeşildağ Kasabası Dumanlı Köyü enerji nakil hattı güzergahı seçimidir. Bu çalışmada, enerji ihtiyacına yetersiz kalan hatta kış aylarında arıza kaynağı oluşturan, Yeşildağ Kasabası’na, Güldürhacı Mahallesi’ne ve Dumanlı Köyü’ne ait eski ENH üzerinde tadilat yapılmıştır. Dumanlı Köyü’ne giden mevcut besleme hattı Yeşildağ Kasabası’ndan kopartılmış, sadece Dumanlı Köy’ üne hizmet edecek saplama hattı oluşturulmuştur. Saplama hattı ile eski hat güzergahları karar metodolojisi kullanılarak kıyaslanmıştır. Gerçek hayatta karşılaşılan sorunlar, olumsuzluklar ortaya konularak güzergah optimizasyonunun önemi vurgulanmıştır. Ayrıca üzerinde araştırma

yapılan ilk örnek için MatLAB'de yazılan yazılım yardımıyla optimizasyon yapılarak, AHP'den elde edilen optimizasyonun sağlaması gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, yeni planlanan iletim hatları için daha nicel, tutarlı, koruyucu kararlara dayanan objektif bir gelişimi başarabilme amacı taşımaktadır. Bunun için şunlar yapılmıştır:

- Yeni metodoloji geliştirilmiş, data analiz gereçleri artırılmıştır.
- Data katmanlarını ağırlıklandırma ve datalara bağlı özellikler yaklaşımı ile ortak karar birliği sağlanarak giriş ve çıkışlar elde edilmiştir.
- Genel ya da yerel ekolojik çevreyi koruma bilinciyle çalışılmıştır.
- Koridor ve yol seçimi paralelizmi uygulanarak aktüel hatlar ve sonuçları hesaplanmıştır.

Çalışma metodolojisine kriter katmanlarının eklemesiyle karar mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi, sistemin daha mantıklı karar verebilmesi sağlanmıştır. Bu sayede, sistemde sayısal sonuçlara varılabilmiş, analiz bilimsel bir süreç ile tutarlılık bakımından desteklenmiş, arazide çalışan ekip ile projede çalışan ekibin görüşleri birleştirilmiştir. Metodolojinin avantajlarından bir diğeri maliyet ve emniyet açısından başarıya ulaşmaktır. Çalışma, karmaşık dataların daha tutarlı ele alınması ve çözümlenmesi kolaylığı sağlamıştır. Dataların toplanmasına ve işlenmesine özen gösterilmiş, böylece bölgenin inşa aşamasında karşılaşılabilecek maliyete ve zamanlamaya bağlı sorunların azaltılması amaçlanmıştır. Çevreci bilinçle doğrusal ya da doğrusal olmayan kümülatif çevresel faktörlerin tesirleri göz önünde bulundurularak, kötü etkilerin azaltılması amaçlanmıştır.

6.2. Öneriler

Data girişlerinin toplanıp uygun bir şekilde işlenmesi suretiyle metodolojinin diğer dallar için de geliştirilmesi sağlanmalıdır. Sistem metodolojisiyle, tesis aşamasında karşılaşılan sorunlara ya da hattın zaman içerisinde ihtiyaç duyabileceği bakım ve yenileme çalışmalarına göre tercih imkanı oluşturulmuştur. Bu imkanlar, dataların araziden temin edilmesine ve işlenebilirliğine bağlıdır. Data temini aşamasında bilgilerin depolanması ve daha sonraki çalışmalarda işlenebilirliğinin artırılması sağlanmalıdır. Bu tür güncelleme çalışmalarına daha kısa sürede adaptasyon sağlayacak bilgi depolama çalışması yapılmalıdır. Çalışma bünyesinde sayısal değerlere bağlı

kalarak çalışılan bölgenin arazi şartları ve öncelikli değerleri göz önünde bulundurulmuş, tecrübeli takım kanaatleriyle sonuçlar desteklenmiştir. Ağırlıklandırma, puanlandırma ve kalibre bir ekibin ortak kanaati olduğundan çalışma takım çalışmasıdır. Bu süreçte tutarlı ancak yavaş bir hazırlık aşaması oluşmaktadır. Güzergah seçiminde hızlı ve tutarlı eliminasyon avantajı sağlayan sistemin karar mekanizması hazırlık sürecinin de hızlandırılması gereklidir. Takım çalışmasını hızlandırıcak alternatif çözümler geliştirilmelidir. Özellikle karmaşık dataların daha tutarlı ele alınması ve çözümlenmesi kolaylığı sağlanmalıdır. Sistem ENH güzergah optimizasyonu dışında karayolları, petrol boru hatları, sulama kanalları gibi farklı dallar için uyumlu hale getirilebilmelidir. Her farklı dal için önem dereceleri birbirinden farklı değerler taşıyacak aynı saha kriterleri yer alabileceği gibi, çalışılan dallardan sadece bir tanesi için önem arz eden bağımsız kriterlerde yer alabilir. Bu karmaşık dataların tek bir yerde depolanmasını, tüm dallar için kullanılabilir olmasını sağlayabilecek bir yazılım geliştirilebilir. Arazinin sayısal haritasına inşa edilen mevcut ve ya gelişebilecek alt yapı çalışmaları ile seçim olanağı sağlanabilir, süreci hızlandırılmış bir keşif tespiti ile yazılım desteklenebilir.

KAYNAKLAR

Azadeh A., Ghaderi S.F., Izadbakhsh H., 2008, Integration of DEA and AHP with computer simulation for railway system improvement and optimization, Department of Industrial Engineering, Research Institute of Energy Management and Planning,Faculty of Engineering, University of Tehran, P.O. Box 11365-4563, Iran, 1-11.

Coulston C., Weısshach, R., 2003, Routing Transmission Lines via Steiner trees, *IEEE*, 1576-1579.

Demircan S., 2009, Çoklu Etmenler Kullanılarak Enerji Nakil Hattı Güzergâh Optimizasyonu, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 1-55.

EPRI, 2006, Demonstration of Decision Tool for Selection of Distribution Poles Final Report, October 2006 - Palo Alto, California USA, and *Georgia Transmission Corporation, Tucker, GA., 1012598*, 1-7.

EPRI, 2007, Kentucky Transmission Line Siting Methodology. EPRI, Palo Alto, California USA, *Kentucky Power Cooperative, Winchester, KY, and E.ON U.S., Louiseville, KY: 2007, 1016198*,1-154.

EPRI-GTC, 2006, Overhead Electric Transmission Line Siting Methodology. EPRI, Palo Alto, California USA, and *Georgia Transmission Corporation, Tucker, GA., 1013080*, 1-198.

Eynon, R.T., Leckey, T.J., Hale, D.R., 1999, The Electric Transmission Network: A Multi-Region Analysis, Energy Information Administration, "An Exploration of Network Modeling: The Case for NEPOOL," Issues in Midterm Analysis and Forecasting,*DOE/EIA-0607(98)*,website: www.eia.doe.gov/oiaf/issues98/modtech.html.

Fung Yuen K.K., 2010, Analytic hierarchy prioritization process in the AHP application development: A prioritization operator selection approach, Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, China, *Elsevier Soft Computing* ,1-15.

Gerdsri N., Kocaoglu D.F., 2007, Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic framework for technology roadmapping, Department of Engineering and Technology Management, Maseeh College of Engineering and Computer Science, Portland State University, Portland, OR 97201, USA, *Expert Systems with Applications*, 1-10.

Gill, 2005, Electric Transmission Line Routing Using A Decision Landscape Based Methodology, MsC Thesis, Punjab Technical University.

Gill, R. 2006, Engineering Aspects of Transmission Line Routing, *Submitted for IEEE Power Systems Conference and Exhibition. Atlanta*, GA. 29 Ekim – 1 Kasım 2006.

Gill, R., Jewell, W., Grossardt, T., Bailey, K., 2006, "Landscape features in transmission line routing," *in Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transmission Distribution Conf. Exhibit.*, 1122–1126.

Jewell, W., Grossardt, T., Baıley, K.,2006, Introduction to Electric Transmission Line Routing using a Decision-Landscape Based Methodology, This work was supported by the U.S. National Science Foundation, under Award 0400988.

Joskow, P.L., 2005, Incentive Regulation in Theory and Practice: *Electricity Distribution and Transmission Networks Working Paper* 05-18 September 2005.

Joskow, P.L., 2005, Incentive Regulation in Theory and Practice: *Electricity Distribution and Transmission Networks Working Paper*, 5-18.

Kandakoglu A., Celik M., Akgun I., 2009, A multi-methodological approach for shipping registry selection in maritime transportation industry, Department of Industrial Engineering, Istanbul Technical University, 34367 Macka, Istanbul, Turkiye, *Elsevier Mathematical and Computer Modelling*, 1-12.

Keçeci U., 2006, Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Süreci, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1-124.

Mamat N.J.Z., Daniel J.K., 2006, Statistical analyses on time complexity and rank consistency between singular value decomposition and the duality approach in AHP: A case study of faculty member selection, Faculty of Information Technology, Multimedia University, 63100 Cyberjaya, Selangor, Malaysia,*Science Direct*, 1-8.

Önüt S., Efendigil T., Kara S.S., 2010, A combined fuzzy MCDM approach for selecting shopping center site: An example from Istanbul, Turkey, Yildiz Technical University, Mechanical Faculty, Department of Industrial Engineering, Yildiz, Istanbul 34349, Turkey, 1-8.

Sarıgül B.. 2010, Analitik Hiyerarşi Süreci İle İletim Hattı Güzergah Optimizasyonu, *Selçuk Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Lisans Tezi*, 1-27.

Schmidt A.J., 2009, Implementing a GIS Methodology for Siting High Voltage Electric Transmission Lines, cilt 11, Papers in Resource Analysis, 1-17.

Sumper A., Aragon O.B., Villafa R., Bergas J., Ramı´rez R., 2010, Methodology for the assessment of the impact of existing high voltage lines in urban areas, Centre d'Innovacio´ Tecnologica en Convertidors Estatics iAccionaments (CITCEA-UPC), Departamentd' Enginyeria Electrica, Universitat Politecnica de Catalunya, EUd'EnginyeriaTecnica Industrialde Barcelona, Comted'Urgell, 187;08036 Barcelona, Spain , 1-9.

Welter, J.C., 2006, Public Participation in Transmission Line Routing – Overview, Burns & McDonnell Engineering, *IEEE*, 375-378.

Vajjhalaa, S.P.,Fıschbeck P.S., 2007, Quantifying siting difficulty: A case study of US transmission line siting, *Energy Policy 35 (2007)*, ss. 650–671.

Yıldırım V.,Nısancı R., 2010, Developing a Geospatial Model for Power Transmission Line Routing in Turkey, *FIG Congress 2010 Facing the Challenges – Building the Capacity Sydney*, Australia, 11-16 April 2010, 1-12.

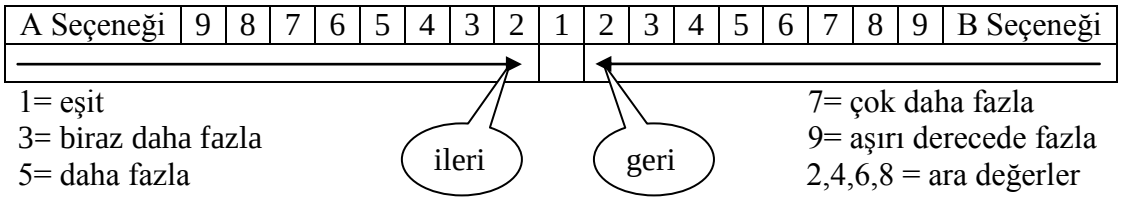
Yu C.S., 2002, AGP-A HP method for solving group decision-making fuzzy AHP problems, Department of Information Management, Shih Chien University, Taipei 10497, Taiwan, ROC, *Pergamon Computer Operation Resarch*, 1-33.

EKLER

EK-1 Anket

Aşağıdaki sorular “Enerji Nakil Hatları Güzergah Optimizasyonu ‘’adlı bir çalışma için hazırlanmıştır. Bu çalışmanın sağlıklı sonuçlar verebilmesi için soruların dikkatli ve titiz bir şekilde yanıtlanması gerekmektedir. Bu ankete katıldığınız için teşekkür ederiz.

Sorular ikili karşılaştırmalar şeklinde hazırlanmış olup herhangi 2 öğenin başka bir öğeye göre etki değerlerinin belirlenmesi istenmektedir.



A ile B nin eşit öneme sahip olduğunu düşünüyorsanız 1’ işaretleyiniz.
A’ nın B’den daha önemli olduğunu düşünüyorsanız ileri istikametinde ,
B’ nin A’ dan daha önemli olduğunu düşünüyorsanız geri istikametinde puanlandırınız.

1. Aşağıda özellikleri genel hatları ile örneklenmiş öğeleri ikili olarak karşılaştırınız.

Beşeri Faktörler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Doğal Faktörler
Kentsel bölge, madencilik alanı, havaalanı, askeri saha, arkeolojik bölge, sit alanı										Su kütleleri, akarsu yatakları,çöl arazisi, orman arazisi, vadi								
Beşeri Faktörler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mühendislik Faktörleri
Kentsel bölge, madencilik alanı, havaalanı, askeri saha, arkeolojik bölge, sit alanı										İletim güzergahı (ENH, Gaz-Boru), bağlantı yolları (şehirler veya ilçeler arası), eğim, büyük kot farkı								
Doğal Faktörler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mühendislik Faktörleri
Su kütleleri, akarsu yatakları, çöl arazisi, orman arazisi, vadi										İletim güzergahı (ENH, Gaz-Boru), bağlantı yolları (şehirler veya ilçeler arası), eğim, büyük kot farkı								

EK-1 Anket (Devam)

2. Aşağıda yer alan öğeleri mühendislik çalışma alanı olarak değerlendiriniz ve ikili olarak karşılaştırınız. (1= eşit, 3=biraz daha fazla, 5= daha fazla, 7 = çok daha fazla, 9=aşırı derecede fazla , 2,4,6,8= ara değerler)

Lineer Altyapı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eğim
Lineer Altyapı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Buz Yükü
Lineer Altyapı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rüzgar Yükü
Lineer Altyapı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Toprak Yapısı

Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Buz Yükü
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rüzgar Yükü
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Toprak Yapısı

Buz Yükü	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Rüzgar Yükü
Buz Yükü	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Toprak Yapısı

Rüzgar Yükü	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Toprak Yapısı

EK-1 Anket (Devam)

3. Aşağıda yer alan doğal alan özelliklerini değerlendiriniz ve ikili olarak karşılaştırınız. (1= eşit, 3=biraz daha fazla, 5= daha fazla, 7 = çok daha fazla, 9=aşırı derecede fazla , 2,4,6,8= ara değerler)

Göl ve Su Havzaları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Akarsu Dere Yatakları
Göl ve Su Havzaları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uçurum
Göl ve Su Havzaları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erozyon Bölgesi
Göl ve Su Havzaları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Bölgesi
Göl ve Su Havzaları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bataklık
Göl ve Su Havzaları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

Akarsu Dere Yatakları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uçurum
Akarsu Dere Yatakları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erozyon Bölgesi
Akarsu Dere Yatakları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Bölgesi
Akarsu Dere Yatakları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bataklık
Akarsu Dere Yatakları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

EK-1 Anket (Devam)

Uçurum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Erozyon Bölgesi
Uçurum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Bölgesi
Uçurum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bataklık
Uçurum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

Erozyon Bölgesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Bölgesi
Erozyon Bölgesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bataklık
Erozyon Bölgesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

Heyelan Bölgesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bataklık
Heyelan Bölgesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

Bataklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

EK-1 Anket (Devam)

4. Aşağıda yer alan beşeri alan özelliklerini değerlendiriniz ve ikili olarak karşılaştırınız. (1= eşit, 3=biraz daha fazla, 5= daha fazla, 7 = çok daha fazla, 9=aşırı derecede fazla , 2,4,6,8= ara değerler)

Kentsel Bina Yoğunluğu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İdari Alanlar
Kentsel Bina Yoğunluğu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korunması Yüksek Alanlar
										Havaalanı, tünel, askeri sahalar, mezarlıklar, camiler, hastane alanları								
Kentsel Bina Yoğunluğu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Kullanım Özelliği
										Tarımsal, endüstriyel ve ticari alanlar								

İdari Alanlar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Korunması Yüksek Alanlar
										Havaalanı, tünel ,askeri sahalar, mezarlıklar, camiler, hastane alanları								
İdari Alanlar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Kullanım Özelliği
										Tarımsal, endüstriyel ve ticari alanlar								

Korunması Yüksek Alanlar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Kullanım Özelliği
Havaalanı, tünel, askeri sahalar, mezarlıklar, camiler, hastane alanları										Tarımsal, endüstriyel ve ticari alanlar								

EK-1 Anket (Devam)

5. Aşağıda yer alan öğeler bir enerji nakil hattı güzergah etüdünde kullanılan mühendislik kriterlerdir. Verilen kriterleri ikili olarak karşılaştırınız. (1= eşit, 3=biraz daha fazla, 5= daha fazla, 7 = çok daha fazla, 9=aşırı derecede fazla , 2,4,6,8= ara değerler)

Otoyol Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Su Kanalı Atlaması
Otoyol Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toprak Tahliye Kanalı Atlaması
Otoyol Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Demiryolu Atlaması
Otoyol Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eneri Nakil Hattı Atlaması
Otoyol Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Petrol-Gaz Boru Hattı Atlaması
Otoyol Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Haberleşme Hattı Atlaması

Su Kanalı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toprak Tahliye Kanalı Atl.
Su Kanalı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Demiryolu Atlaması
Su Kanalı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eneri Nakil Hattı Atlaması

EK-1 Anket (Devam)

Su Kanalı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Petrol-Gaz Boru Hattı Atl.
Su Kanalı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Haberleşme Hattı Atlaması

Toprak Tahliye Kanalı Atl	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Demiryolu Atlaması
Toprak Tahliye Kanalı Atl	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eneri Nakil Hattı Atlaması
Toprak Tahliye Kanalı Atl	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Petrol-Gaz Boru Hattı Atlaması
Toprak Tahliye Kanalı Atl	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Haberleşme Hattı Atlaması

Demiryolu Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eneri Nakil Hattı Atlaması
Demiryolu Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Petrol-Gaz Boru Hattı Atlaması
Demiryolu Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Haberleşme Hattı Atlaması

EK-1 Anket (Devam)

Eneri Nakil Hattı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Petrol-Gaz Boru Hattı Atlaması
Eneri Nakil Hattı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Haberleşme Hattı Atlaması

Petrol-Gaz Boru Hattı Atlaması	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Haberleşme Hattı Atlaması

6. Aşağıda yer alan öğeler bir enerji nakil hattı güzergah etüdünde kullanılan doğal çevre kriterlerdir. Verilen kriterleri ikili olarak karşılaştırınız. (1= eşit, 3=biraz daha fazla, 5= daha fazla, 7 = çok daha fazla, 9=aşırı derecede fazla , 2,4,6,8= ara değerler)

Engebe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Su Havzaları
Engebe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Akarsu Dere Yatak
Engebe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bataklık
Engebe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağaçlık Saha

7. Aşağıda yer alan öğeler bir enerji nakil hattı güzergah etüdünde kullanılan beşeri çevre kriterlerdir. Verilen kriterleri ikili olarak karşılaştırınız. (1= eşit, 3=biraz daha fazla, 5= daha fazla, 7 = çok daha fazla, 9=aşırı derecede fazla , 2,4,6,8= ara değerler)

EK-1 Anket (Devam)

Binaları Yoğunluğu Yakınlığı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kaçınılacak Alanlar
										Patyalıyıcı madde depoları,akaryakıt istasyonları, tarihi eser, tünel, havaalanı, askeri alan vb.								
Bina Yoğunluğu Yakınlığı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Arazi Faaliyetleri
										Tarım arazisi, endüstriyel arazi, ticari arazi, idareye ait araziler, okul alanı, hastane alanı, mezarlık alanı, cami alanı, kent parkları, yatırım arazisi vb.								

EK-2 Anket Analizi

IKILI KARŞILAŞTIRILAN KRITERLER		KARŞILAŞTIRMA YANITLARI																									GEOMETRIK ORTALAMA
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
Beşeri Faktörler	Doğal Faktörler	2,00	5,00	0,33	0,17	3,00	0,25	0,33	4,00	7,00	2,00	0,14	0,20	2,00	5,00	2,00	0,33	4,00	3,00	5,00	0,50	0,25	2,00	6,00	0,14	0,33	1,077
Beşeri Faktörler	Mühendislik Faktörleri	0,50	0,33	5,00	0,33	0,50	5,00	0,20	0,50	5,00	0,33	4,00	0,17	2,00	0,50	8,00	0,25	3,00	7,00	8,00	0,14	6,00	1,00	0,50	0,20	2,00	1,061
Doğal Faktörler	Mühendislik Faktörleri	0,33	0,14	7,00	4,00	0,17	8,00	0,50	0,13	0,33	0,25	9,00	0,50	1,00	0,13	5,00	0,50	0,50	5,00	4,00	0,17	9,00	0,50	0,11	3,00	5,00	0,930
Lineer Altyapı	Eğim	0,33	2,00	4,00	5,00	0,25	0,33	0,50	2,00	0,20	3,00	2,00	2,00	0,25	0,20	0,33	4,00	5,00	2,00	1,00	0,14	0,17	2,00	0,25	0,25	3,00	0,847
Lineer Altyapı	Buz Yükü	2,00	0,25	5,00	3,00	6,00	0,33	0,25	7,00	0,20	0,50	0,25	0,17	8,00	4,00	0,13	0,33	2,00	5,00	0,14	4,00	0,20	0,17	0,25	5,00	6,00	0,939
Lineer Altyapı	Rüzgar Yükü	0,20	3,00	2,00	4,00	0,14	6,00	7,00	5,00	0,33	2,00	1,00	0,25	0,17	5,00	0,11	2,00	0,33	0,25	4,00	0,25	7,00	6,00	0,14	4,00	5,00	1,164
Lineer Altyapı	Arazi Toprak Yapısı	4,00	0,33	0,20	4,00	5,00	6,00	4,00	0,17	0,50	4,00	7,00	0,33	5,00	2,00	0,25	5,00	0,11	0,25	5,00	0,25	2,00	0,33	4,00	5,00	7,00	1,394
Eğim	Buz Yükü	1,00	5,00	3,00	0,25	0,13	7,00	0,17	2,00	0,20	4,00	0,33	2,00	0,13	9,00	0,25	5,00	0,17	7,00	0,50	8,00	0,25	0,33	5,00	0,17	4,00	1,002
Eğim	Rüzgar Yükü	0,33	0,14	0,25	8,00	5,00	2,00	4,00	5,00	0,20	3,00	0,25	5,00	2,00	6,00	0,25	0,33	0,14	2,00	4,00	0,14	2,00	0,20	0,13	3,00	0,25	0,907
Eğim	Arazi Toprak Yapısı	7,00	0,13	0,50	7,00	0,33	5,00	0,13	8,00	4,00	0,25	3,00	7,00	0,50	0,17	4,00	8,00	0,25	0,50	8,00	0,50	5,00	6,00	3,00	0,20	0,50	1,332
Buz Yükü	Rüzgar Yükü	2,00	0,50	4,00	0,33	7,00	3,00	0,33	0,25	0,50	4,00	0,20	6,00	0,25	4,00	5,00	0,17	4,00	0,13	7,00	2,00	0,25	0,50	8,00	0,33	4,00	1,163

EK-2 Anket Analizi (Devam)

IKILI KARŞILAŞTIRILAN KRITERLER		KARŞILAŞTIRMA YANITLARI																									GEOMETRIK ORTALAMA
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
Buz Yükü	Arazi Toprak Yapısı	0,20	0,33	5,00	0,14	0,33	5,00	0,17	0,25	9,00	0,50	4,00	0,20	8,00	0,25	0,13	7,00	0,50	0,25	0,50	6,00	0,20	0,11	5,00	0,25	3,00	0,746
Rüzgar Yükü	Arazi Toprak Yapısı	0,50	3,00	0,50	2,00	5,00	0,50	0,25	0,20	4,00	0,20	6,00	0,11	5,00	0,14	0,13	7,00	0,25	4,00	6,00	3,00	0,20	2,00	0,25	4,00	7,00	1,047
Göl ve Su Havzaları	Akarsu Dere Yatakları	2,00	5,00	4,00	3,00	2,00	0,50	4,00	0,33	0,25	8,00	0,25	5,00	0,13	9,00	0,17	0,50	7,00	0,14	0,33	4,00	0,20	0,25	2,00	0,13	1,00	0,981
Göl ve Su Havzaları	Uçurum	0,33	2,00	0,20	4,00	0,25	6,00	0,17	7,00	0,14	9,00	0,20	8,00	0,20	0,20	5,00	0,25	0,13	4,00	0,25	3,00	0,17	2,00	0,25	5,00	7,00	0,914
Göl ve Su Havzaları	Erozyon Bölgesi	4,00	0,33	5,00	0,50	4,00	0,20	6,00	8,00	0,14	0,33	4,00	0,13	0,50	0,50	0,25	4,00	0,33	0,50	6,00	0,17	7,00	0,20	8,00	0,25	9,00	1,048
Göl ve Su Havzaları	Heyelan Bölgesi	0,33	2,00	0,13	9,00	0,25	5,00	0,17	7,00	0,50	8,00	0,25	0,33	5,00	0,17	4,00	0,33	0,14	2,00	4,00	0,14	2,00	0,20	0,13	3,00	0,25	0,787
Göl ve Su Havzaları	Bataklık	0,25	0,13	2,00	6,00	0,25	0,33	0,14	2,00	4,00	0,14	2,00	0,20	0,13	3,00	0,25	8,00	0,25	0,50	0,25	0,50	5,00	6,00	3,00	0,20	0,50	0,713
Göl ve Su Havzaları	Ağaçlık Saha	3,00	7,00	0,50	0,17	4,00	8,00	0,25	0,50	0,25	0,50	5,00	6,00	3,00	0,20	0,50	0,17	4,00	0,13	7,00	0,20	0,11	0,50	8,00	0,33	4,00	0,976
Akarsu Dere Yatakları	Uçurum	0,20	0,17	0,25	4,00	5,00	0,17	4,00	0,13	7,00	0,20	0,11	0,50	8,00	0,33	4,00	7,00	0,50	0,25	0,50	6,00	0,20	0,11	5,00	0,25	3,00	0,787
Akarsu Dere Yatakları	Erozyon Bölgesi	0,25	9,00	0,50	4,00	0,20	8,00	0,25	0,13	7,00	0,50	0,25	0,25	9,00	0,50	4,00	7,00	0,25	4,00	6,00	3,00	0,20	2,00	0,25	4,00	7,00	1,258
Akarsu Dere Yatakları	Heyelan Bölgesi	0,20	0,25	0,20	6,00	0,11	5,00	0,14	0,13	7,00	0,25	4,00	0,20	0,25	0,20	6,00	0,50	7,00	0,14	0,33	4,00	0,20	0,25	2,00	0,13	1,00	0,593

EK-2 Anket Analizi (Devam)

IKILI KARŞILAŞTIRILAN KRITERLER		KARŞILAŞTIRMA YANITLARI																									GEOMETRIK ORTALAMA
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
Akarsu Dere Yatakları	Bataklık	0,33	0,25	8,00	0,25	5,00	0,13	9,00	0,17	0,50	7,00	0,14	0,33	0,25	8,00	0,25	0,25	0,13	4,00	0,25	3,00	0,17	2,00	0,25	5,00	7,00	0,798
Akarsu Dere Yatakları	Ağaçlık Saha	7,00	0,14	9,00	0,20	8,00	0,20	0,20	5,00	0,25	0,13	4,00	7,00	0,14	9,00	0,20	4,00	0,33	0,50	6,00	0,17	7,00	0,20	8,00	0,25	9,00	1,100
Uçurum	Erozyon Bölgesi	8,00	0,14	0,33	4,00	0,13	0,50	0,50	0,25	4,00	0,33	0,50	8,00	0,14	0,33	4,00	0,50	4,00	0,20	8,00	0,25	0,13	7,00	0,50	0,25	0,25	0,719
Uçurum	Heyelan Bölgesi	2,00	5,00	2,00	0,33	4,00	3,00	5,00	0,50	0,25	2,00	6,00	0,14	0,33	2,00	5,00	0,33	0,17	3,00	0,25	0,33	4,00	7,00	2,00	0,14	0,20	1,077
Uçurum	Bataklık	2,00	0,50	8,00	0,25	3,00	7,00	8,00	0,14	6,00	1,00	0,50	0,20	2,00	0,50	0,33	5,00	0,33	0,50	5,00	0,20	0,50	5,00	0,33	4,00	0,17	1,061
Uçurum	Ağaçlık Saha	1,00	0,13	5,00	0,50	0,50	5,00	4,00	0,17	9,00	0,50	0,11	3,00	5,00	0,33	0,14	7,00	4,00	0,17	8,00	0,50	0,13	0,33	0,25	9,00	0,50	0,930
Erozyon Bölgesi	Heyelan Bölgesi	0,25	0,20	0,33	4,00	6,00	2,00	1,00	0,14	0,20	2,00	6,00	0,25	3,00	0,33	2,00	4,00	5,00	0,25	0,17	8,00	0,14	0,20	3,00	5,00	2,00	0,990
Erozyon Bölgesi	Bataklık	8,00	4,00	0,13	0,33	2,00	5,00	0,14	4,00	0,20	0,17	0,25	5,00	6,00	2,00	0,25	5,00	3,00	6,00	0,33	0,25	7,00	0,20	0,50	0,25	0,17	0,939
Erozyon Bölgesi	Ağaçlık Saha	0,17	0,13	0,11	0,50	0,33	0,25	0,33	0,25	0,20	6,00	0,14	4,00	5,00	0,20	0,25	2,00	4,00	0,14	6,00	0,25	5,00	0,33	2,00	1,00	0,25	0,591
Heyelan Bölgesi	Bataklık	0,20	2,00	0,25	8,00	0,11	0,25	0,50	0,25	2,00	0,25	4,00	5,00	7,00	4,00	0,33	0,20	6,00	5,00	8,00	4,00	0,17	0,50	4,00	7,00	0,33	1,157
Heyelan Bölgesi	Ağaçlık Saha	0,13	9,00	0,25	5,00	0,17	7,00	0,50	8,00	0,25	0,33	5,00	0,17	4,00	1,00	5,00	3,00	0,25	0,13	7,00	0,17	2,00	0,20	5,00	0,33	2,00	1,011

EK-2 Anket Analizi (Devam)

IKILI KARŞILAŞTIRILAN KRITERLER		KARŞILAŞTIRMA YANITLARI																									GEOMETRIK ORTALAMA
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
Bataklık	Ağaçlık Saha	2,00	6,00	0,25	0,33	0,14	2,00	4,00	0,14	2,00	0,20	0,13	3,00	0,25	5,00	0,14	0,25	8,00	5,00	2,00	4,00	5,00	0,13	0,50	0,25	0,13	0,797
Kentsel Bina Yoğunluğu	Idari Alanlar	0,25	4,00	0,33	0,50	8,00	0,14	0,33	4,00	0,50	4,00	0,13	7,00	0,20	0,11	0,50	8,00	0,33	4,00	4,00	0,33	0,20	6,00	5,00	8,00	4,00	1,110
Kentsel Bina Yoğunluğu	Korunması Yüksek Alanlar	0,50	0,25	2,00	6,00	0,14	0,33	2,00	5,00	0,33	0,50	0,25	0,50	6,00	0,20	0,25	5,00	5,00	3,00	1,00	5,00	3,00	0,25	0,13	7,00	0,17	0,934
Kentsel Bina Yoğunluğu	Arazi Kullanım Ozelliği	0,14	8,00	1,00	0,50	0,20	2,00	0,50	0,33	5,00	0,25	4,00	6,00	3,00	0,20	2,00	0,25	4,00	7,00	0,33	0,14	0,25	8,00	8,00	2,00	4,00	1,177
Idari Alanlar	Korunması Yüksek Alanlar	0,17	7,00	0,50	0,11	4,00	5,00	0,33	5,00	7,00	7,00	0,14	0,33	4,00	0,20	0,25	2,00	0,13	1,00	8,00	0,13	0,50	0,25	0,33	5,00	0,13	0,818
Idari Alanlar	Arazi Kullanım Ozelliği	0,14	0,33	2,00	6,00	0,25	3,00	0,33	2,00	4,00	0,13	4,00	0,25	3,00	0,17	2,00	0,25	5,00	1,00	2,00	0,50	4,00	0,33	5,00	3,00	0,33	1,007
Korunması Yüksek Alanlar	Arazi Kullanım Ozelliği	4,00	0,20	0,17	0,25	7,00	0,17	4,00	0,25	5,00	6,00	0,50	6,00	0,17	7,00	0,20	8,00	0,25	9,00	0,20	6,00	5,00	0,14	0,33	5,00	0,17	1,051
Otoyol Atlaması	Su Kanalı Atlaması	3,00	5,00	4,00	7,00	2,00	6,00	2,00	5,00	0,20	2,00	0,25	0,33	0,50	0,25	0,33	0,17	3,00	5,00	2,00	2,00	0,14	0,33	4,00	0,14	0,33	1,077
Otoyol Atlaması	Toprak Tahliye Kanalı Atl.	7,00	8,00	0,50	5,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,17	2,00	5,00	0,20	0,14	6,00	5,00	0,33	0,50	0,50	8,00	0,33	4,00	0,25	3,00	0,20	2,00	1,061
Otoyol Atlaması	Demiryolu Atlaması	5,00	4,00	0,13	0,33	0,50	0,11	0,33	0,14	0,50	1,00	8,00	0,50	0,17	9,00	7,00	4,00	0,17	0,13	5,00	0,25	9,00	0,50	0,50	3,00	5,00	0,930
Otoyol Atlaması	ENH Atlaması	2,00	1,00	0,14	0,20	2,00	6,00	0,33	2,00	2,00	0,25	0,17	8,00	0,14	0,20	4,00	5,00	0,25	0,20	0,33	3,00	5,00	4,00	6,00	0,25	3,00	0,990

EK-2 Anket Analizi (Devam)

IKILI KARŞILAŞTIRILAN KRITERLER		KARŞILAŞTIRMA YANITLARI																									GEOMETRIK ORTALAMA
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
Bataklık	Ağaçlık Saha	2,00	6,00	0,25	0,33	0,14	2,00	4,00	0,14	2,00	0,20	0,13	3,00	0,25	5,00	0,14	0,25	8,00	5,00	2,00	4,00	5,00	0,13	0,50	0,25	0,13	0,797
Kentsel Bina Yoğunluğu	Idari Alanlar	0,25	4,00	0,33	0,50	8,00	0,14	0,33	4,00	0,50	4,00	0,13	7,00	0,20	0,11	0,50	8,00	0,33	4,00	4,00	0,33	0,20	6,00	5,00	8,00	4,00	1,110
Kentsel Bina Yoğunluğu	Korunması Yüksek Alanlar	0,50	0,25	2,00	6,00	0,14	0,33	2,00	5,00	0,33	0,50	0,25	0,50	6,00	0,20	0,25	5,00	5,00	3,00	1,00	5,00	3,00	0,25	0,13	7,00	0,17	0,934
Kentsel Bina Yoğunluğu	Arazi Kullanım Ozelliği	0,14	8,00	1,00	0,50	0,20	2,00	0,50	0,33	5,00	0,25	4,00	6,00	3,00	0,20	2,00	0,25	4,00	7,00	0,33	0,14	0,25	8,00	8,00	2,00	4,00	1,177
Idari Alanlar	Korunması Yüksek Alanlar	0,17	7,00	0,50	0,11	4,00	5,00	0,33	5,00	7,00	7,00	0,14	0,33	4,00	0,20	0,25	2,00	0,13	1,00	8,00	0,13	0,50	0,25	0,33	5,00	0,13	0,818
Idari Alanlar	Arazi Kullanım Ozelliği	0,14	0,33	2,00	6,00	0,25	3,00	0,33	2,00	4,00	0,13	4,00	0,25	3,00	0,17	2,00	0,25	5,00	1,00	2,00	0,50	4,00	0,33	5,00	3,00	0,33	1,007
Korunması Yüksek Alanlar	Arazi Kullanım Ozelliği	4,00	0,20	0,17	0,25	7,00	0,17	4,00	0,25	5,00	6,00	0,50	6,00	0,17	7,00	0,20	8,00	0,25	9,00	0,20	6,00	5,00	0,14	0,33	5,00	0,17	1,051
Otoyol Atlaması	Su Kanalı Atlaması	3,00	5,00	4,00	7,00	2,00	6,00	2,00	5,00	0,20	2,00	0,25	0,33	0,50	0,25	0,33	0,17	3,00	5,00	2,00	2,00	0,14	0,33	4,00	0,14	0,33	1,077
Otoyol Atlaması	Toprak Tahliye Kanalı Atl.	7,00	8,00	0,50	5,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,17	2,00	5,00	0,20	0,14	6,00	5,00	0,33	0,50	0,50	8,00	0,33	4,00	0,25	3,00	0,20	2,00	1,061
Otoyol Atlaması	Demiryolu Atlaması	5,00	4,00	0,13	0,33	0,50	0,11	0,33	0,14	0,50	1,00	8,00	0,50	0,17	9,00	7,00	4,00	0,17	0,13	5,00	0,25	9,00	0,50	0,50	3,00	5,00	0,930
Otoyol Atlaması	ENH Atlaması	2,00	1,00	0,14	0,20	2,00	6,00	0,33	2,00	2,00	0,25	0,17	8,00	0,14	0,20	4,00	5,00	0,25	0,20	0,33	3,00	5,00	4,00	6,00	0,25	3,00	0,990

EK-2 Anket Analizi (Devam)

IKILI KARŞILAŞTIRILAN KRITERLER		KARŞILAŞTIRMA YANITLARI																									GEOMETRIK ORTALAMA
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	
Demiryolu Atlaması	ENH Atlaması	0,50	6,00	8,00	0,14	0,20	8,00	4,00	0,33	0,13	0,50	0,20	6,00	0,17	7,00	8,00	0,50	4,00	0,50	0,25	0,33	4,00	4,00	0,33	0,25	9,00	1,068
Demiryolu Atlaması	Petrol Gaz Boru Hattı Atl.	2,00	4,00	7,00	0,25	0,20	0,13	0,33	2,00	0,33	5,00	5,00	0,17	0,14	2,00	0,13	9,00	0,25	0,17	4,00	8,00	5,00	0,33	0,14	3,00	0,25	0,863
Demiryolu Atlaması	Haberleşme Hattı Atl.	0,50	0,25	2,00	4,00	6,00	3,00	0,25	0,13	0,20	0,13	0,33	0,14	0,25	5,00	2,00	6,00	0,25	3,00	0,25	0,14	2,00	8,00	0,25	0,20	0,50	0,694
ENH Atlaması	Petrol Gaz Boru Hattı Atl.	0,13	7,00	0,50	0,25	0,50	8,00	4,00	7,00	6,00	3,00	9,00	0,25	0,20	0,11	0,50	0,17	4,00	0,20	0,50	0,50	5,00	0,17	4,00	0,33	4,00	0,992
ENH Atlaması	Haberleşme Hattı Atl.	0,25	0,50	0,13	7,00	0,11	5,00	0,20	0,17	0,50	8,00	0,17	4,00	6,00	0,20	0,25	4,00	5,00	0,33	4,00	0,20	0,11	7,00	0,50	0,25	3,00	0,787
Petrol Gaz Boru Hattı Atl.	Haberleşme Hattı Atl.	4,00	6,00	0,13	7,00	2,00	0,25	0,25	9,00	0,25	9,00	8,00	0,25	3,00	0,20	0,50	4,00	0,20	0,50	4,00	0,50	0,25	7,00	0,25	4,00	7,00	1,258
Engebe	Su Havzaları	0,33	0,50	0,25	0,50	6,00	0,20	0,25	5,00	5,00	3,00	1,00	5,00	3,00	0,25	0,13	7,00	0,17	0,50	0,25	2,00	6,00	0,14	0,33	2,00	5,00	0,934
Engebe	Akarsu Dere Yatak	5,00	0,25	4,00	6,00	3,00	0,20	2,00	0,25	4,00	7,00	0,33	0,14	0,25	8,00	8,00	2,00	4,00	0,14	8,00	1,00	0,50	0,20	2,00	0,50	0,33	1,177
Engebe	Bataklık	7,00	7,00	0,14	0,33	4,00	0,20	0,25	2,00	0,13	1,00	8,00	0,13	0,50	0,25	0,33	5,00	0,13	0,17	7,00	0,50	0,11	4,00	5,00	0,33	5,00	0,818
Engebe	Ağaçlık Saha	4,00	0,13	4,00	0,25	3,00	0,17	2,00	0,25	5,00	1,00	2,00	0,50	4,00	0,33	5,00	3,00	0,33	0,14	0,33	2,00	6,00	0,25	3,00	0,33	2,00	1,007
Binaları Yoğunluğu	Kaçınılacak Alanlar	0,25	6,00	0,50	6,00	0,17	7,00	0,20	8,00	0,25	8,00	0,20	6,00	5,00	0,14	0,33	5,00	0,17	5,00	0,20	0,17	0,25	7,00	0,17	4,00	0,25	0,937
Bina Yoğunluğu	Arazi Faaliyetleri	0,20	3,00	0,25	0,33	0,50	0,25	0,33	0,17	3,00	5,00	2,00	2,00	0,14	0,20	4,00	0,14	0,33	3,00	5,00	4,00	7,00	2,00	6,00	2,00	5,00	1,072

EK-3 Tutarlılık Oranı Hesabı

İkili Karşılaştırma Matrisi				$\sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} k_i}$	Öz Vektör	Ağırlıklandırılmış Öz Vektör	$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{W_i'}{W_i}$	$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$	RI	$TO=\frac{CI}{RI}$
	Beşeri Faktörler	Doğal Faktörler	Mühendislik Faktörleri							
Beşeri Faktörler	1,000	1,077	1,061	1,046	0,348	1,045	3,000	0,000	0,580	0,000
Doğal Faktörler	0,929	1,000	0,930	0,952	0,317	0,952				
Mühendislik Faktörleri	0,942	1,075	1,000	1,004	0,335	1,004				

İkili Karşılaştırma Matrisi						$\sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} k_i}$	Öz Vektör	Ağırlıklandırılmış Öz Vektör	$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{W_i'}{W_i}$	$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$	RI	$TO=\frac{CI}{RI}$
	Lineer Altyapı	Eğim	Buz Yükü	Rüzgar Yükü	Arazi Toprak Yap.							
Lineer Altyapı	1,000	0,847	0,939	1,164	1,394	1,052	0,210	1,060	5,059	0,015	1,120	0,013
Eğim	1,180	1,000	1,002	0,907	1,332	1,074	0,214	1,082				
Buz Yükü	1,065	0,998	1,000	1,163	0,746	0,984	0,196	0,997				
Rüzgar Yükü	0,859	1,102	0,860	1,000	1,047	0,969	0,193	0,974				
Arazi Toprak Yapısı	0,717	0,751	1,341	0,955	1,000	0,929	0,185	0,946				

EK-3 Tutarlılık Oranı Hesabı (Devam)

İkili Karşılaştırma Matrisi								$\sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} k_i}$	Öz Vektör	Ağırlıklandırılmış Öz Vektör	$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{W_i'}{W_i}$	$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$	RI	$TO=\frac{CI}{RI}$
	Göl ve Su Havzaları	Akarsu Dere Yatak	Uçurum	Erozyon	Heyelan	Bataklık	Ağaçlık Saha							
Göl ve Su Havzaları	1,000	0,981	0,914	1,048	0,787	0,713	0,976	0,909	0,129	0,911	7,108	0,018	1,320	0,014
Akarsu Dere Yatak.	1,019	1,000	0,787	1,258	0,593	0,798	1,100	0,912	0,130	0,927				
Uçurum	1,094	1,270	1,000	0,719	1,077	1,061	0,930	1,009	0,144	1,021				
Erozyon	0,955	0,795	1,390	1,000	0,990	0,939	0,591	0,925	0,132	0,948				
Heyelan	1,271	1,688	0,929	1,010	1,000	1,157	1,011	1,130	0,161	1,140				
Bataklık	1,402	1,253	0,942	1,065	0,864	1,000	0,797	1,028	0,146	1,031				
Ağaçlık Saha	1,025	0,909	1,075	1,691	0,989	1,255	1,000	1,112	0,158	1,129				

İkili Karşılaştırma Matrisi					$\sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} k_i}$	Oz Vektör	Ağırlıklandırılmış Oz Vektör	$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{W_i'}{W_i}$	$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$	RI	$TO=\frac{CI}{RI}$
	Kentsel Bina Yoğunluğu	İdari Alanlar	Korunması Yüksek Alan	Arazi Kullanım Öz							
Kentsel Bina Yoğunluğu	1,000	1,110	0,934	1,177	1,051	0,262	1,049	4,004	0,001	0,900	0,001
İdari Alanlar	0,901	1,000	0,818	1,007	0,928	0,232	0,927				
Korunması Yüksek Alanlar	1,070	1,223	1,000	1,051	1,083	0,270	1,082				
Arazi Kullanım Özelliği	0,850	0,993	0,951	1,000	0,947	0,236	0,946				

EK-3 Tutarlılık Oranı Hesabı (Devam)

İkili Karşılaştırma Matrisi								$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} k_i}$	Oz Vektör	Ağırlıklandırılmış Oz Vektör	$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{W_i'}{W_i}$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$	RI	$TO = \frac{CI}{RI}$
	Otoyol Atlaması	Su Kanalı Atlaması	Toprak Tahliye Kanalı Atl.	Demiryolu Atlaması	ENH Atlama	Petrol Gaz Boru Hattı	Haberleşme Hattı Atl.							
Otoyol Atlaması	1,000	1,077	1,061	0,930	0,990	0,939	0,591	0,926	0,132	0,929	7,067	0,011	1,320	0,008
Su Kanalı Atlaması	0,929	1,000	1,171	1,002	0,715	0,893	0,870	0,931	0,132	0,932				
Toprak TahlKanalı	0,942	0,854	1,000	0,746	0,774	0,981	0,914	0,882	0,125	0,886				
Demiryolu Atlaması	1,075	0,998	1,341	1,000	1,068	0,863	0,694	0,988	0,141	0,990				
ENH Atlama	1,010	1,399	1,292	0,937	1,000	0,992	0,787	1,042	0,148	1,045				
Petrol Gaz Boru Hattı	1,065	1,119	1,019	1,159	1,008	1,000	1,258	1,086	0,155	1,093				
Haberleşme Hattı Atl.	1,691	1,149	1,094	1,441	1,270	0,795	1,000	1,175	0,167	1,193				

EK-4 Kodlar

```
Data();
close all
fig = colordef(gcf, 'white');
t = Data(:,1);
y = Data(:,2);
axis([0 2 -0.5 6])
figure(fig)
hold on
plot(t,y,'ro','EraseMode','none')
title('Data points')
hold off
%y =  c(1)*exp(-lam(1)*t) + c(2)*exp(-lam(2)*t)
type fitfun2
f = @(x) (norm(fitfun2(x,Data)))
options=optimset('LargeScale','off','Display','iter','TolX',1e-3);
lam0 = [1; 0];  % Initial guess for nonlinear parameters
plothandle = plotdatapoints(t,y); % plot data points and get plot handle.
% Output function requires additional parameters data and plothandle; use
% an anonymous function:
foutputfcn = @(x,optimvalues,state) fitfun2outputfcn(x,optimvalues,state, ...
                                    Data,plothandle);
options = optimset(options,'OutputFcn',foutputfcn);
t0 = clock;
[lam,fval,exitflag,output] = fminunc(f,lam0,options);
execution_time=etime(clock, t0);
fprintf('\nNumber of iterations: %g\nNumber of function evaluations: %g\n', output.iterations,
output.funcCount);
fprintf('Sum of squared residuals at solution: %g\n',fval^2);
fprintf('Execution time: %g\n',execution_time);
plothandle = plotdatapoints(t,y); % plot data points and get plot handle.
% Output function requires additional parameters data and plothandle; use
% an anonymous function:
foutputfcn = @(x,optimvalues,state) fitfun2outputfcn(x,optimvalues,state, ...
                                    Data,plothandle);
options = optimset(options,'OutputFcn',foutputfcn);
t0 = clock;
[lam,fval,exitflag,output] = fminsearch(f,lam0,options);
execution_time=etime(clock, t0);
fprintf('\nNumber of iterations: %g\nNumber of function evaluations: %g\n', output.iterations,
output.funcCount);
fprintf('Sum of squared residuals at solution: %g\n',fval^2);
fprintf('Execution time: %g\n',execution_time);
plothandle = plotdatapoints(t,y); % Lewenberg plot data points and get plot handle.
% Output function requires additional parameters data and plothandle; use
% an anonymous function:
F = @(x) fitfun2(x,Data);
foutputfcn = @(x,optimvalues,state) fitfun2outputfcn(x,optimvalues,state, ...
                                    Data,plothandle);
options = optimset(options,'OutputFcn',foutputfcn);
options = optimset(options,'NonlEqnAlgorithm','lm');
t0 = clock;
[lam,resnorm,residual,exitflag,output]= lsqnonlin(F,lam0,[],[],options);
execution_time=etime(clock, t0);
fprintf('\nNumber of iterations: %g\nNumber of function evaluations: %g\n', output.iterations,
output.funcCount);
```

EK-4 Kodlar (Devam)

```
fprintf('Sum of squared residuals at solution: %g\n',resnorm);
fprintf('Execution time: %g\n',execution_time);
plothandle = plotdatapoints(t,y); % Gausse - Newton plot data points and get plot handle.
% Output function requires additional parameters data and plothandle; use
% an anonymous function:
F = @(x) fitfun2(x,Data);
foutputfcn = @(x,optimvalues,state) fitfun2outputfcn(x,optimvalues,state, ...
                                    Data,plothandle);
options = optimset(options,'OutputFcn',foutputfcn);
options = optimset(options,'NonlEqnAlgorithm','gn');
t0 = clock;
[lam,resnorm,residual,exitflag,output]= lsqnonlin(F,lam0,[],[],options);
execution_time=etime(clock, t0);
fprintf('\nNumber of iterations: %g\nNumber of function evaluations: %g\n', output.iterations,
output.funcCount);
fprintf('Sum of squared residuals at solution: %g\n',resnorm);
fprintf('Execution time: %g\n',execution_time);
plothandle = plotdatapoints(t,y); % plot data points and get plot handle.
% Output function requires additional parameters data and plothandle; use
% an anonymous function:
F = @(x) fitfun2(x,Data);
foutputfcn = @(x,optimvalues,state) fitfun2outputfcn(x,optimvalues,state, ...
                                    Data,plothandle);
options = optimset(options,'OutputFcn',foutputfcn);
t0 = clock;
options = optimset(options,'MinAbsMax',length(t));
[lam,allfvals,maxfval,exitflag,output]=fminimax(F,lam0,[],[],[],[],[],[],[],options);
execution_time=etime(clock, t0);
fprintf('\nNumber of iterations: %g\nNumber of function evaluations: %g\n', output.iterations,
output.funcCount);
fprintf('Sum of squared residuals at solution: %g\n',allfvals'*allfvals);
fprintf('Execution time: %g\n',execution_time);
%close(fig)
```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Ayşegül BAŞLAK
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	KONYA / 01.01.1985
Telefon	**:**	0542- 429 32 94
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	aysegulbaslak@hotmail.com, aysegul.baslak@emo.org.tr aysegulbaslak@gmail.com,

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Meram Muhittin Güzelkılınç Lisesi / Meram/ KONYA	2003
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü	2008
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2008 - 2009	Kayan Elektrik Ltd. Şti.	Koordinatör Mühendislik
2009 – 2011	Meram Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi	Müşteri Hizmetleri Mühendisi
2011- …..	BAŞLAK Mühendislik	Serbest Müşavir Mühendis

UZMANLIK ALANI: Kablolu Dağıtım Şebekelerinin Dağıtımı
Enerji Nakil Hatları Plan Proje Tasarımı

YABANCI DİLLER: İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR