

Araştırma Makalesi / Research Article

Karayolu Projelerinin Tasarımındaki Harita Üretim Tekniklerinin Kalite Fonksiyon Yayılımı Sistematiğinde Araştırılması**Aytuğ Görkem KALAK¹, Hikmet ERBIYIK², Eray CAN^{3*}**¹Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı Yalova / Türkiye²Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yalova / Türkiye.³Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği Bölümü, Yalova / Türkiye.¹e-posta: grkmlk@gmail.comORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5833-6218>²e-posta: hikmeterbiyik53@gmail.comORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8010-0199>Sorumlu Yazar ³e-posta: can.eray@hotmail.comORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8192-1703>

Geliş Tarihi: 02.04.2020

Kabul Tarihi: 27.10.2020

Öz

Karayolu projeleri, bir ülkenin kalkınmasında ve gelişmesinde çok önemli bir rol üstlenmektedir. Bu tür ulaşım ile ilgili mühendislik projelerine altlık olarak hizmet veren harita ve planların doğru olarak üretilmesi; yolculuk güvenliği, yolculuk emniyeti açısından da ayrıca çok önemli olmaktadır. Bir harita veya plan yapımında genel olarak jeodezik ya da yersel (topografik) üretim teknikleri, hava fotogrametrisinden yararlanma teknikleri ve uzaktan algılama (uydu görüntüleme) uyduları vasıtasıyla sağlanan uydu görüntüsü kullanımıyla ilgili tekniklerden faydalanılmaktadır. Bu yöntemlerin de birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Diğer yandan literatürde KFY olarak bilinen "Kalite Fonksiyon Yayılımı" yöntemi, seçilen bir konu ya da proje ile ilgili olarak, proje teknik kriterlerinin ve projeden beklenen kalite ölçütlerinin bir arada incelenmesini sağlayan bir teknik olmaktadır. Bu çalışmada, bir karayolu projesine, altlık olarak hizmet veren harita ve planların yapım yöntemlerinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajların KFY tekniğinde nasıl incelenmesi gerektiği, işlem adımlarından bahsedilerek anlatılmıştır. Ayrıca karayolu projesi talepcisi olan müşteri kurum ve kuruluşların, istekleri ve bu isteklere bağlı olarak da ve ayrıca uzmanların görüşleri de alınarak KFY tekniğinde nasıl bir korelasyon kurulabileceğinden bahsedilmiştir. Bununla birlikte bu üç harita üretim yönteminden biri olan uzaktan algılama (uydu görüntüleme) metodu hedef yöntem olarak seçilmiş ve bu hedef yöntemin gelecekte diğer yöntemlerin avantajlarına göre nasıl geliştirilmesi gerektiği KFY sistematiği içerisinde araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler

Kalite fonksiyon yayılımı; Karayolu projeleri; Harita ve planlar; Uzaktan algılama; Hava fotogrametrisi; Yersel (Jeodezik) yöntemler

Studying of Mapping Techniques in Design of Highway Projects with Quality Function Deployment Systematic**Abstract**

Highway projects, assume very important roles in development and progress of a nation. To produce the maps and plans accurately that serves as a base for this kind of transport engineering projects; will also be very important in terms of transport safety, and transport security. In the production of a map or plan; topographic production techniques, air photography using techniques or satellite image using technique that benefit from remote sensing satellites are utilized in general. There are advantages and disadvantages of these techniques comparatively among themselves. On the other hand, the method of quality function deployment that is known in literature as 'QFD', is a method that enables the evaluation of project technical criteria and the quality objectives altogether that are expected from a project in the case of a selected certain subject or project. In this study, the necessity of how to review the advantages and disadvantages of map and plan production techniques with QFD technique that serve as a basis for a highway project, are defined with defining the operation stages. In addition, it is

Keywords

Quality function Deployment; Highway Projects; Map and plans; Remote sensing; Air photography; Terrestrial (Geodetic) methods

also mentioned about how to establish a correlation in QFD technique by receiving the expert opinions for meeting the demands of the companies and organizations for fulfilling their highway projects requirements. However, among one of those three map production methods "remote sensing" is selected as target method, and it is mentioned in the operation stages of the QFD systematic as how to improve this target method in the future by considering the advantages of the other methods.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Özellikle günümüzde artan nüfusla orantılı bir şekilde ulaşım ihtiyacı da hızlı bir şekilde artmaktadır. Bununla birlikte, sanayi, çevre, endüstri, turizm, savunma, ticaret vb sektörlerdeki hızlı gelişim ve artışlar, ulaşım ihtiyacı ve önemi daha da arttırmaktadır (Kalak vd. 2019, Kalak 2020). Ulaşım sektörü başlı başına büyük bir sektör olup diğer sektörleri de çok yakından etkilemektedir. Bu sektörlerin ihtiyaçlarına cevap verebilmek amacıyla topografya ve coğrafya ile de uyumlu olan ulaşım modları günümüzde çok gelişmiştir. Bu ulaşım modları genel olarak kara, deniz, hava, raylı sistemler ana başlıkları altında olmak üzere, literatürde birçok alanda incelenmektedir.

Karayolu projeleri gerek zeminin jeolojik durumuna gerekse de arazinin eğim ve yükselti koşullarına bağlı olarak en kolay, güvenli ve emniyetli ulaşım modlarının başında yer almaktadır. Ekonomik yükselişin ve gelişimin en önemli aktörlerinden biri olan karayolu sistemleri, kendi içerisinde büyük bir ekonomik faaliyeti oluşturmaktadır. Hemen hemen her sektörle doğrudan veya dolaylı olarak ilişkisi bulunan ve bu sektörleri pozitif veya negatif yönde etkileyen çok önemli bir hizmet sektörüdür. Karayolu projeleri yolun geçeceği alanın topografyası, jeolojisi, jeofiziksel özellikleri ile ilgili olup, bununla birlikte toplumsal değerleri göz önünde bulundurarak, karayolu kullanıcılarının ihtiyaçlarını karşılayabilen, çevreyi, tarihi ve kültürel dokuyu tahrip etmeden projelendirilmesi gereken kendine özgü bir yapısı olan sistemlerdir. Karayolu tasarımcıları, bu ihtiyaçlarla hazırlanan karayolu projelerini tasarlarırken özellikle dikkat etmeleri gereken hususlar; yol güvenliği ve sürüş konforu ve ayrıca bu ulaşım yapısının

standartlarını oluşturan kıstasların içinde önemli bir yere sahip olan yatay ve düşey geometri özelliklerini de göz önüne almaları gerekmektedir (Kılınç ve Baybura 2018). Bu şekilde tasarlanan karayolu projeleri trafik akışını kolaylaştırarak trafik kazaları risklerini de minimum düzeye çekmiş olacaktır.

Karayolu ulaşım sistemlerinin, tasarımında kullanılan harita ve planların da önemi oldukça büyük olmaktadır. Özellikle tasarlanan yolun topografya ve eğim koşulları ile uyumlu bir şekilde ilerlemesi ve inşaatı sırasında da belirlenen bütçeye uygun olması (dengeli kazı dolgu hacimleri) ve güvenli bir yol seyahatinin sağlanması için üretilen harita ve planlar yol tasarımında gerekli olmaktadır. Karayolu projelerinde, özellikle arazinin sayısal yükseklik modelini (SYM), eğim yapısının ve topografik özelliklerinin hassas ve prezisyonlu olarak gösterilmesi için harita yapım sanatının da çok dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Özellikle karayolu projelerine altlık teşkil eden harita ve planların üretilmesinde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında yersel ölçme çalışmaları gelmekle birlikte son zamanlarda hava kameralarındaki teknolojik ilerlemelerin ışığında hava fotogrametrisi yöntemiyle harita yapım sanatları gelişmiştir. Bununla birlikte uydu sistem ve sensörlerinin gelişmesiyle de uzaktan algılama (uydu görüntüleme) teknikleri kullanılarak harita yapım sanatları daha da ilerlemiştir.

Bu yöntemlerin başında gelen yersel ölçmeler özellikle de kolay ve hızlı yatay ve düşey konum üreten GNSS sistemlerin gelişmesiyle daha çok kullanılmaktadır (Güllü vd. 2016). Bu üç yöntemin birbirine göre avantajları olmasıyla birlikte dezavantajları da mevcuttur. Örneğin, yersel

ölçme yöntemiyle hazırlanan harita çalışmalarında zaman ve ekonomik yönden büyük maliyetler ortaya çıkmaktadır. Öte yandan hava fotogrametrisi ve uzaktan algılama (uydu görüntüleme) uydu sistemleri kullanılarak yapılan harita çalışmalarında zaman daha kısa olmakla birlikte bazı çalışmalarda daha ekonomik olabilmektedir. Aynı zamanda hava fotogrametrisi ve uzaktan algılama (uydu görüntüleme) çalışmalarında atmosferik koşullar harita yapım çalışmalarına zaman zaman engel teşkil etmektedir. (Örneğin görüntünün üzerinde bulutlanma olayının gerçekleşmesi vb.) Yersel çalışmalarda ise böyle bir sorun bulunmamaktadır.

Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ise 1960'lı yıllarda Japonya'da geliştirilmiş bir yöntemdir (Akao 1997, Ünal ve Yıldız 2017). 1970'li yıllara gelindiğinde ise Japon firmalar Toyota ve Mitsubishi tarafından uygulanmaya başlanmıştır. 1984 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan incelemeyle bütün dünyada kullanılmaya başlayan bir kalite ölçüm tekniği haline gelmiştir. KFY metodu müşteri ya da proje talepçisi kurumların istemiş olduğu teknik özellikleri ortaya çıkaran bir programlama sistematığı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yolculuk güvenliği ve emniyeti için tasarlanan bir karayolu projesinde yatay ve düşey geometrideki proje tasarım elemanlarının, kazı ve dolgu dengesinin, topografya eğim ve sayısal arazi modeli ile uyum sağlayabilmesi için güncel, doğru, hassas olarak yapılmış harita ve planlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu haritaların da üretilme tekniklerinden (yersel jeodezik ölçme tekniği, hava fotogrametrisi tekniği, uzaktan algılama uydu görüntüleme tekniği) hedef yöntem olarak seçilen uzaktan algılama yönteminin kalite, verimlilik ve nitelik açısından ne durumda olduğu ve hangi konular üzerinde gelişme göstermesi gerektiği bu çalışma kapsamında incelenmeye çalışılmıştır. Bu araştırma yapılırken de Kalite Fonksiyon Yayılımının bu konu üzerinde uygulaması yapılarak literatüre katkı sunulmaya çalışılmıştır.

2. Metot: Kalite Fonksiyon Yayılımı

Kalite Fonksiyon Yayılımı (Quality Function Deployment) (KFY), temel anlamda müşteri isteklerini değerlendiren ve bu istekleri ölçülebilir performans özelliklerine dönüştüren, süreçlerin optimize edilmesini sağlayan, müşteri bazlı ve ekip çalışmasını gerektiren bir kalite sistematığı ve metodolojisidir (Akbaba 2006, Şahin ve Demirtaş 2019, Aktepe vd. 2018, Doşar ve Görener 2020, Kuvat ve Abatay 2020,). Yapılan çalışmalar doğrultusunda KFY'nin uygulandığı süreçlerde ve projelerde ortaya çıkan problemlerin yüzde elli oranında düşüş kaydettiği, geliştirme süreçlerinin kısaldığı ve yapılan kar ve verimlilik oranlarında artış sağlandığı saptanmıştır (Akbaba 2006). Halen birçok kurum, idare ve kuruluşlar tarafından da bugün bu metot kullanılmaya devam etmektedir. KFY yöntemini ve uygulama amaçlarından bazılarını şu şekilde sıralamıştır (Akbaba 2006, Şahin ve Demirtaş 2019).

- Projelerin ya da ürünlerin planlama ve tasarım kalitesini düzenlemek
- Rakip proje, ürün veya hizmet anlayışı ile kıyaslamak
- Rekabet üstünlüğü sağlayacak yeni ürün proje veya hizmet geliştirmek
- Pazar ya da müşteri verilerini elde etmek ve analiz etmek
- Tüm kurum içi süreçlere KFY anlayışını benimsetmek
- Müşteri ya da proje talepçi kurumların tatminine beklentilerine yönelik ürün, proje veya hizmet tasarımı geliştirmek
- Maliyeti düşürmek
- Proje Ürün veya hizmet güvenilirliğini arttırmak ve yeni ürün üretme süresini kısaltmak
- Müşteri ya da proje talepçi kurumların değer algısını arttırmak

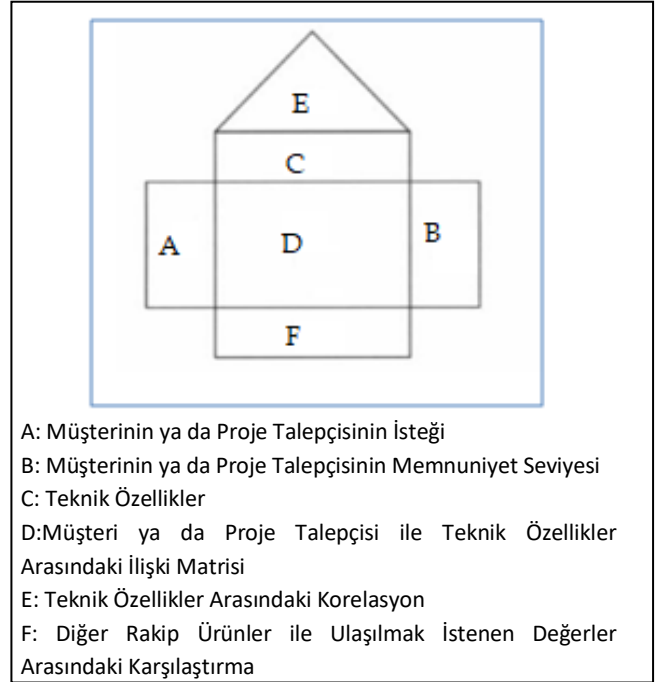
KFY, günümüz mühendisliğinde en önemli tekniklerden biri olmaktadır. Bir süreci kısaltma,

daha rekabetçi ve daha güvenilir tasarımlar ve projeler oluşturmak için iki unsur; ürünün ya da projenin daha iyi projelendirilmesi ve tasarım sürecinin daha iyi incelenmesiyle belirsizlikleri çözmekten geçmektedir. KFY metodunun uygulanması sayesinde, başlangıç aşamasında problemlerin önemli ölçüde azalmaktadır. Böylelikle proje sırasında ya da sonrasında oluşacak büyük maddi kayıpların proje başlama öncesinden küçük maliyetler harcanarak önüne geçilmiş olmaktadır. KFY Bundan dolayı ürün ya da proje tasarım işlemlerinde kullanılmaya başlanmaktadır.

Kalite evi fonksiyonlar ve arasındaki bağlantıyı sağlayan matris formatında bir sistemattir (Akao 1997, Akbaba 2006). Karar verici insanlar bu sistemdeki bilgilerden proje tasarımı sırasında önceliklerini belirleyebilmektedirler (Güllü ve Ulcay 2002, Doğu ve Özgürel 2008). Kalite evi tasarımında, herhangi bir belirsiz unsur bulunmamaktadır. Bu ev tasarımıyla, proje talepçisi kurumun ya da müşteri istekleri kolay bir şekilde anlaşılabilen ve burada karşılaşılabilecek olan problemler oldukça hızlı bir şekilde tanımlanabilmektedir. Tasarlanan bu ev yeni bir ürün veya projenin planlama süreçlerinin farklı adımlarını göstermektedir. Bu süreç içerisinde müşteri veya proje talepçisinin istek ve ihtiyaçları, tasarım karakteristiklerine uzman kişilerin görüşleri ve tecrübeleri, literatür araştırması temellerine dayalı olarak dönüştürülmektedir (Kuo and Chen 2011).

Kalite Fonksiyon Yayılımı bu yolla sistematik bir şekilde müşterinin ya da proje talepçisi kurumun isteklerini ve beklentilerini üretim düzeyine iletmektedir (Govers 2001). Kalite evi, bir ürün veya proje geliştirme için detaylı bir plan oluşturan altı aşamalı modelin ilk adımı olarak kabul edilen "müşteri ya da proje talepçilerinin gereksinimleri" için kalite evi yapılandırılmaktadır. Bu ilk aşamadan sonra; müşteri memnuniyet seviyeleri teknik karakteristikler, müşteri ya da kurum istekleri ile teknik karakteristikler arasındaki ilişkiler, teknik karakteristikler ya da özellikler arasındaki korelasyon ve rakip ürünler

ile hedef değerler arasındaki yapılan kıyaslama süreçleriyle oluşturulmaktadır. Bununla birlikte, kalite geliştirme süreci içerisinde, ürün ya da hizmet tasarımının başında olası sorunların önceden saptanarak önlenmeye çalışılması kalite fonksiyon yayılımını öne çıkartmaktadır (Alpaykut 2014, Kurt ve Yenilmez 2017). Son olarak oluşturulan kalite evi (House of Quality) sayesinde, kalite fonksiyon yayılımı sistematüğünün uygulanması için gerekli olan tüm süreç ve planlarının haritası oluşturulmaktadır. Ayrıca bu süreçlerle ilgili genel araştırmalar, incelemeler ve hesaplamalar yapılmaktadır. Kalite evinin genel görünümünü ve bu ev içerisindeki odacıkların ne anlama geldiğini Şekil 1'de şu şekilde göstermek mümkün olmaktadır.



Şekil 1. Kalite evinin temel kısımları (Güllü ve Ulcay 2002).

Kalite evinin kuruluşunda ilk olarak hedef pazarın belirlenmektedir. Bunun için çeşitli anket çalışmaları yapılarak veya uzman kişilerin görüşleri alınmaktadır. Kalite evinin A bölümü tüketici/müşteri veya proje talepçilerinin isteklerinin neler olduğunun öğrenilmesi aşamasıdır. Proje beklentisi olan kurum ya da müşteri istekleri, ürün veya projenin karakteristiklerine ve özelliklerine yönelik olmaktadır. Bu beklenti ve isteklerin tüketicinin kendisinin belirlemesi önemli olmaktadır.

Müşterilerin veya kullanıcıların ihtiyaçlarının belirlenmesinde şu hususlar dikkate alınmaktadır;

- İlgili kişilerin görüşleri
- Müşteriden gelen geri bildirimler
- Müşteri ile yapılan görüşmeler
- Pazar araştırmaları
- Odak grubu çalışmaları
- Müşteri tatmin araştırmaları
- Sergi ve fuarlar

A bölümündeki daha sonraki aşama, tüketici ihtiyaçlarının ya da proje talepçilerinin gruplanması olmaktadır. Bu aşamada, müşteri anketleri veya uzman kişilerin bildirdikleri görüşler vasıtasıyla proje isteklerinin önem seviyeleri belirlenmektedir. Bu matriste, proje beklentisi olan kurum ya da müşteri istekleri sütununun yan tarafında önem düzeylerinin bulunduğu önem kademeleri sütunu bulunmaktadır (Güllü ve Ulçay 2002). Önem dereceleri belirlenirken 1-10 arasındaki önem seviyesi değerleri kullanılmakta ve proje talepçilerinin istekleri az önemden çok öneme doğru derecelendirilmektedir. Burada 1 değeri en düşük önem derecesini belirtirken, 10 değeri ise en yüksek önem derecesini belirtmektedir.

Kalite evinin B kısmında, tüketici memnuniyet kademelerinin incelenmesi ve müşteri algılaması araştırmaları yapılmaktadır. Proje beklentisi kurum ya da müşteri açısından önem kademelerinin tespit edilmesi sadece tek başına yeterli olmamaktadır. Bununla birlikte hizmet veya projenin vaziyeti ile rakip ürünlerin vaziyeti de incelenmesi ve gözlenmesi gerekli olmaktadır. Bu değerlendirme yapılırken 1-5 (Zayıflıktan üstünlüğe doğru) arasında bir değerlendirme skalasında puanlama uzmanların görüşleri doğrultusunda yapılmaktadır. Burada, ürünler veya kullanılacak yöntemlerin birbirleri arasındaki avantaj ve dezavantajları araştırılmaktadır.

- a) İyileştirme Oranı: Proje beklentisi olan kurum ya da müşteri beklentisinde, yeni oluşturulan modelde ilk modele göre nasıl bir düzeltme yapılması gerektiği kavramını ortaya koymaktadır.

- b) Satış Avantajı: (1.0)-(1.2)-(1.5) değerleri kullanılarak yapılan iyileştirme faaliyetinin satış getirine olan etkisini belirlemek olmaktadır. (1.2) değeri satış durumunu arttırırken (1.5) değeri ise satış durumunu çok arttırır anlamına gelmektedir. 1,0 değeri iste eski modele göre fark yok anlamı taşımaktadır. Bu aşamada yapılacak hesaplamalar için şu formüllerden yararlanılabilmektedir (Güllü ve Ulçay 2002);

$$\text{İyileştirme Oranı} = \frac{\text{Planlanan Kalite Düzeyi}}{\text{KFY Çalışma Memnuniyeti}} \quad (1)$$

$$\text{Mutlak Ağırlık} = (\text{Önemi}) \times (\text{İyileştirme Oranı}) \times (\text{Satış Avantajı}) \quad (2)$$

$$\text{Bağıl Ağırlık (\%)} = \frac{\text{Herhangi bir Satırın Mutlak Ağırlığı}}{\text{Toplam Mutlak Ağırlık}} \times 100 \quad (3)$$

Kalite evinin C bölümünde proje ya da ürüne ait teknik özellikler belirlenmektedir. B bölümü kalite evinin teknik kısmına başlandığı ilk adım özelliğini taşımaktadır. Burada müşterilerin istek ve düşünceleri teknik birer ihtiyaca dönüştürülmektedir. Teknik ihtiyaçlar belirlenirken dikkat edilmesi gereken nokta, müşteri istekleri belirlendikten sonra bu isteklere yönelik direkt çözümlerde bulunulmaması gerekmektedir. Teknik ihtiyaçların ölçülebilir özelliklere sahip olması gerekmektedir. Teknik yönden ihtiyaçların miktarı, aynı zamanda kalite evi içinde bulunan matristeki sütun miktarını belirlemektedir. Sonuç itibariyle teknik verilerin geliştirilmesi amacıyla ihtiyaç duyulan test miktarı ve alınması zorunlu olan kararlar da artmaktadır (Güllü ve Ulçay 2002).

Kalite evinin D Bölümünde ise müşteri ya da proje talepçilerinin istekleri ile belirlenen teknik ihtiyaçlar arasındaki ilişki (korelasyon) belirlenmektedir. Bu noktada müşteri isteğinin, teknik ihtiyacı ne derece etkilediği belirlenir ve aralarındaki korelasyonun gücüne bağlı olarak zayıf, orta veya güçlü olduğu belirlenmektedir. Eğer aralarında hiçbir ilişki yok ise boş bırakılmaktadır. Bu durum ise rakamsal olarak şu şekilde ifade edilmektedir. Müşteri isteği ile teknik ihtiyaç arasında güçlü bir korelasyon mevcut ise 9 ile, orta düzeyde bir korelasyon

mevcut ise 3 ile, zayıf bir korelasyon mevcut ise 1 ile gösterilmektedir (Güllü ve Ulcay 2002).

Kalite evinin F aşamasında teknik ihtiyaçlar için mutlak ve bağıl önem dereceleri hesaplanmaktadır. Bu dereceler aşağıda verilen (4) ve (5) formülleri yardımıyla hesaplanmaktadır (Güllü ve Ulcay 2002).

Mutlak Önem: $M_j = \sum (\text{Mutlak Önem}) \times (\text{O Satıra Ait İlişkinin Gücü})$ (4)

Bağıl Önem (%): $G = \frac{\text{Mutlak Önem}}{\text{Toplam Mutlak Önem}} \times 100$ (5)

Kalite evinin E bölümünde ise teknik özelliklerin bir biri arasındaki korelasyon matrisini oluşturmaktır. Çoğu teknik özellik içeren ihtiyaçlar diğer teknik özellik içeren istek ve ihtiyaçlar ile bağlantılı ve ilişkili olmaktadır. Kalite evi içinde bulunan ve ilişki ya da korelasyon durumunu gösteren matriste 4 sembolü tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Olumlu ve kuvvetli bağlantı için çift daire (⊙), zayıf ama olumlu bağlantı da ise tek daire (o) tercih edilmektedir. Bununla birlikte olumsuz ve zayıf bir bağlantı için tek yıldız (x), kuvvetli ve olumsuz bir bağlantı da ise çift yıldız (xx) tercih edilmektedir. Bir teknik özellik içeren ihtiyacı geliştirmek için yapılan çalışmalar, diğer teknik özellikleri içeren ihtiyaçları olumlu ya da olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Teknik ihtiyaçlar arasındaki korelasyon matrisi kalite evinin çatısına yerleştirilmektedir (Güllü ve Ulcay 2002). Çatı matrisinde de kullanılan sembollerle teknik özelliklerin aralarındaki korelasyonların kuvveti ifade edilmektedir. Çatı matrisi veya korelasyon matrisi kullanıcıya teknik özelliklerin hangilerinin uyuşup, hangilerinin uyuşmadığı açısından son derece yararlı bir matris olmaktadır. Bir birini negatif yönde korelasyon gösteren teknik özellikler, farklı yöndeki müşteri veya proje taleplerinin beklentilerinin sonucu olmaktadır. Belirlenmiş olan korelasyon düzeyi olumsuz veya kuvvetli ise KFY ekibinin bu teknik özelliklerin üzerinde durarak geliştirmesi için gerekli önlemleri almalıdır. Bu süreçlerin sonucunda, geliştirme süreçlerinin planlanması ve tüm bu süreçlerin sonucunda nihai kalite evi ortaya çıkmaktadır.

3. Uygulama ve Bulgular: Karayolu Projelerinin Tasarımındaki Harita Üretim Tekniklerinin Kalite Fonksiyon Yayılımı Sistematüğinde İncelenmesi

Karayolu projeleri bir ülkenin kalkınmasında ve gelişmesinde son derece önemli katkıları olan projeler arasında yer almaktadır. Bu projelerin doğru ve istenilen ihtiyaca hizmet edebilmesi ve projenin hassas olarak hazırlanabilmesi için, bu projelere altlık teşkil eden plan ve haritaların da hassas ve doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bir karayolu projesine altlık teşkil eden harita ve planların yapılma yöntemleri de çeşitlilik göstermektedir. Bu yöntemler, yersel (Topografik, Jeodezik) çalışmalar, Hava Fotogrametrisi yoluyla yapılan çalışmalar ve Uzaktan Algılama uyduları vasıtası ile yapılan çalışmalar olmaktadır. Her yöntemin kendine göre avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bahsedilen bu yöntemler Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) sistematüğünde analiz edilmiş ve bununla birlikte bazı teknik özellikler ve proje beklentisi olan kurum ya da kuruluşların istekleri de göz önüne alınarak, harita üretim yöntemleri hakkında bazı analizler ve araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca, proje müşterisi kurumların veya kişilerin müşteri memnuniyet seviyeleri de belirlenmiştir. Bununla birlikte, KFY Analizi için, sektörel ve akademik uzmanlara, bir karayolu projesine altlık teşkil eden harita üretim yöntemleri ile ilgili danışılmış ve fikirleri de alınmıştır. Sonrasında, alternatif harita üretim metotları (hava fotogrametrisi ve yersel yöntem) bu çalışmada hedef metot olarak dikkate alınan Uzaktan Algılama (uydu görüntüleme) metodu ile karşılaştırılması yapılmıştır. Böylece alternatif yöntemlerin de kuvvetli ve zayıf oldukları yönleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Proje için beklentisi olan müşteri adına sektörel uzmanlar tarafından hedef metot olan Uzaktan Algılama (Uydu Görüntüleme) ve diğer alternatif metotlar (Hava fotogrametrisi ve Yersel yöntem) bir sıralamaya sokulmuştur. Daha sonra bu sıralama KFY literatüründe belirtilen puanlama sistemine dönüştürülerek kalite evine aktarılmıştır. Uzaktan algılama (uydu görüntüleme) yöntemi aşağıdaki

sebeplerden dolayı hedef yöntem olarak kabul edilmiştir.

- Harita üretim yöntemleriyle ilgilenen sektörel ve akademik uzmanların bildirdiği görüşler
- Literatürde yapılan araştırmalar,
- Teknik olarak uzaktan algılama (Uydu Görüntüleme) yönteminin teknolojik gelişmelere açık olması
- Gelecekte daha da geliştirilebilir popüler bir yöntem olması
- Uydu görüntüleriyle üretilen haritaların diğer yöntemlere göre daha ekonomik ve zaman yönünden kısa olması
- Uydu görüntülerinin daha geniş tarama alanlarına sahip olması
- Görüntülerin sayısal ve bilgisayar ortamına aktarılabilir olması
- Coğrafi Bilgi Sistemlerine kolay entegre edilebilir olması
- Veri yapılarının basit ve anlaşılabilir olması vb.

Bu çalışmada kalite evinin A bölümünde ilk olarak konu ile ilgili, projeyi talep eden müşteri beklentileri ve ihtiyaçları belirlenip, daha sonra uzman ve akademisyenlerin görüşleri de alınarak müşteri ya da projeyi talep eden kişi ya da kurumların ihtiyaçları gruplandırılmış ve önem seviyeleri belirlenmiştir (Şekil 2).

QFD - HOQ		Önem Derecesi
Proje Talepçilerinin İstekleri		
Harita Tasarım Süresi	9	
Harita Tasarım Maliyeti	8	
Harita Güncellemeleri	7	
Harita Üzerindeki Yol Tasarım Doğruluğu	9	
Haritadaki Yatay Konum Doğruluğu	8	
Haritadaki Düşey Konum Doğruluğu	8	
Haritadaki 3D Model Doğruluğu	7	
Harita Çizim Doğruluğu ve Hassasiyeti	8	
Teknoloji Kullanımı	9	

Şekil 2. Bir karayolu projesinin oluşturulmasında kullanılan harita ve planlar için kurum ya da müşteri talepleri ve önem dereceleri (Kalite evinin A bölümü).

Daha sonraki aşamada, Kalite evinin de B kısmını oluşturan harita yapım yöntemlerinin, birbirleri ile ilgili olarak avantajları ve dezavantajları

belirlenmiştir. Kalite evinin bu kısmı oluşturulurken, 1 ile 5 arasında (zayıflıktan üstünlüğe doğru) puanlama sistemi kullanılmıştır. Örneğin, proje beklentilerinden biri olan harita tasarım süresi 3 yöntemle göre uzmanlar yönünden değerlendirildiğinde Uzaktan Algılama (uydu görüntüleme) yönteminin diğer 2 yöntemle göre daha üstün olduğu için 5 puan verilmiş, arkasından gelen hava fotogrametrisine 4, yersel çalışmaların süresi en uzun olacağından diğer yöntemlere göre 3 puan almıştır. Bu değerlendirilmelerin ardından, planlanan kalite, iyileştirme oranı, satış avantajı, mutlak ve bağıl ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar ise şu şekilde gerçekleştirilmiştir.

Planlanan Kalitenin Belirlenmesi: Her üç yöntem için, bütün proje kriterleri temel alınarak proje talepçilerinin istekleri ve ihtiyaçları için belirlediğimiz önem seviyeleri dikkate alınarak beklenen kalite seviyeleri oluşturulmuştur.

İyileştirme Oranı: Projeyi talep eden kişi ve kurumların ilk tasarlanan modele oranla ikinci modelde ne kadar bir düzelme olacağını, iyileştirme oranı hesaplanılarak tespit edilmiştir. İyileştirme oranı yalnızca harita üretim yöntemlerinden hedef yöntem olarak belirlediğimiz uzaktan algılama (uydu görüntüleme) yöntemi özelinde hesaplanmıştır. Bu oran her bir proje kriteri için planlanan kalite seviyesinin, yapılan üstünlük ve zayıflık karşılaştırması (1-5 arası verilen puanlamalar) için sadece uzaktan algılama (uydu görüntüleme) yönteminin aldığı puanlara bölünmesi ile elde edilmiştir. Harita tasarım süresi için iyileştirme oranı örnek hesaplaması aşağıda verilmiştir.

$$\text{İyileştirme Oranı} = \frac{\text{Planlanan Kalite Düzeyi}}{\text{KFY Çalışma Memnuniyeti}} \quad (6)$$

$$\text{İyileştirme Oranı (Harita Tasarım Süresi İçin)} = \frac{9}{5} = 1.8 \quad (7)$$

Satış Avantajı: Bu bölümde proje talepçilerin istekleri baz alınarak, bu üç harita yönteminin tercih edilebilme potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre literatürde puan skalası 1.0-1.2-1.5 şeklinde olmaktadır. Bu puanlamada 1.0 anlamı mevcut sisteme göre tercih

edilebilirliğinde bir değişikliğin olmadığı anlamına gelmekle birlikte 1.5 puanın anlamı ise tercih edilebilirliğinin çok yüksek olacağı anlamına gelmektedir.

Mutlak Ağırlık: Mutlak ağırlık işleminde, her bir proje kriteri için önem derecesi, iyileştirme oranı ve satış avantajının çarpımında elde edilmiş bir parametredir. Mutlak ağırlık, Kalite Fonksiyon Yayılımı analizinin en önemli kısmını oluşturan harita üretim yöntemlerinin, hedef değerler ile karşılaştırılıp analiz ettiğimiz bölümde kullanılacak olan parametreyi de (2) no'lu formüle göre oluşturmaktadır. Harita tasarım süresi için örnek hesaplama aşağıda verilmektedir.

$$\text{Harita Tasarım Süresi Mutlak ağırlık } 9 \times 1.8 \times 1.5 = 24 \quad (8)$$

Proje taleplerinin oluşturmuş olduğu dokuz ayrı kriter için, mutlak ağırlık seviyeleri bu şekilde hesaplanmış ardından yüzdelik ifade edilebilmesi bağıl ağırlık (3) no'lu formüle göre oranlara çevrilmiştir (Şekil 3). Harita tasarım süresi için bağıl hesaplama örneği aşağıda verilmektedir.

$$\text{Bağıl Ağırlık} = \frac{24}{\sum \text{mutlak ağırlık sütunu (190.64)}} \times 100 = \%13 \quad (9)$$

	Müşteri Rekabet Değerlendirmesi												
	Uydu Görüntüleme	Hava Fotoğrafi	Jeodezik (Yersel) Yöntem	Planlanan Kalite	İyileştirme Oranı	Satış Avantajı	Mutlak Ağırlık	Bağıl Ağırlık (%)	Ağırlıklandırma Grafiği				
Harita Tasarım Süresi	5	4	3	9	1.8	1.5	24	13					
Harita Tasarım Maliyeti	5	4	3	8	1.6	1.2	15	8					
Harita Güncellemeleri	3	4	5	7	2.3	1.0	16	9					
Harita Üzerindeki Yol Tasarım Doğruluğu	3	4	5	9	3.0	1.5	41	21					
Haritadaki Yatay Konum Doğruluğu	4	4	5	8	2.0	1.2	19	10					
Haritadaki Düşey Konum Doğruluğu	4	4	5	8	2.0	1.2	19	10					
Haritadaki 3D Model Doğruluğu	4	4	5	7	1.8	1.0	12	6					
Harita Çizim Doğruluğu ve Hassasiyeti	4	4	5	8	2.0	1.2	19	10					
Teknoloji Kullanımı	5	4	3	9	1.8	1.5	24	13					

Şekil 3. Kalite Evinde Üç yöntemin değerlendirildiği ve planlanan kalite seviyelerinin, iyileştirme oranlarının, satış avantajlarının, mutlak ve bağıl ağırlıklarının hesaplandığı bölüm (B bölümü).

Uygulamada üzerinde çalıştığımız 3 yöntemden (yersel (jeodezik) çalışmalar, hava fotogrametrisi ve uzaktan algılama (uydu görüntüleme) yöntemlerinden) uzaktan algılama yöntemi hedef yöntem olarak belirlenmiştir. Bu yöntemin diğer iki yöntemle kıyas edilerek avantajları ve dezavantajları belirlenmiştir.

Kalite evinin C ve D bölümlerinde ise proje taleplerinin kendi düşünceleri ve ifadeleriyle oluşturulmuş olan taleplerini ve isteklerini, projeye uygun olarak belirlenen teknik ihtiyaçlara dönüştürülmüştür. Daha sonra bu teknik ihtiyaçlar ile müşterilerin beklentileri arasındaki korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Proje beklenti kriterleri ile teknik özellikler arasındaki korelasyonların oluşturulmasında uzman kişilerin görüşlerine başvurulmuştur. Burada ilişki derecelerini belirlemek için 1-3-9 skalası kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla, zayıf ilişki, orta ilişki ve kuvvetli ilişkiyi temsil etmektedir. Örneğin; Harita tasarım kriterlerinden, harita tasarım süresi, teknik özellikler olan mekansal çözünürlük, arazi görüntüsü detayı, koordinat doğruluğu, kamera sensör teknolojileri ve görüntünün kapsadığı alan özellikleri ile yüksek korelasyon gösterirken, harita istikşaf ve etüt süresi özelliği ile orta düzeyde korelasyon göstermiştir (Şekil 4).

QFD - HQQ	Teknik Özellikler												
	Müşteri Talepleri	Önem Derecesi	Mekansal Çözünürlük	Harita İstikşaf ve Etüt Süresi	Objekt Faktörü	Arazi Görüntüsü Detayı	Koordinat Doğruluğu	Yol Geometri Uygunluğu	Karayolu Projesi Kazan Doğru Hesap Dengesi	Eğitim Tespit Edilebilirliği	Kamera ve Sensör Teknolojisi Alan	Görüntü Kapsamı	Sayısal Yükseklik Modeli Uygunluğu
Harita Tasarım Süresi	9	9	3		9	9						9	9
Harita Tasarım Maliyeti	8	9	3	3	9	9	3	9	3	9	9	9	9
Harita Güncellemeleri	7	3		3						3	3	3	
Harita Üzerindeki Yol Tasarım Doğruluğu	9	9	3	9	3	9	9	9	1	3			9
Haritadaki Yatay Konum Doğruluğu	8	9	3	9	9	9	9	9					
Haritadaki Düşey Konum Doğruluğu	8	9	3	9	9	9	9	9					9
Haritadaki 3D Model Doğruluğu	7	9	3	9	9	9	9	9					9
Harita Çizim Doğruluğu ve Hassasiyeti	8	9		9	3	9	3	9	3				3
Teknoloji Kullanımı	9	9			1	3						9	9

Şekil 4. Proje taleplerinin ihtiyaçları ve teknik ihtiyaçlar arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi kalite evinin (C ve D bölümleri)

Kalite evinin F aşamasında teknik özelliklerin mutlak önemleri hesaplanmıştır. Bununla birlikte, yüzdelik olarak ifade ettiğimiz bağıl önemleri de bulunmuştur. Her 3 harita üretim yöntemi için de her bir teknik özelliğe ait literatürden araştırılan ve rekabete yönelik teknik veriler bulunmuştur. Buradaki amaç hedef yöntem olarak seçilen (uydu görüntüleme) algılama yöntemi için en yüksek yüzdelik dilime ya da bağıl öneme sahip olan teknik özelliklerin, bir başka ifade ile de en çok üzerinde durulması gereken teknik

özelliklerin belirlenmesi iyileştirmesi ve geliştirilmesi olmaktadır. Daha sonra harita ve planlarını oluşturmak için kullanılan ve hedef olarak belirlediğimiz uzaktan algılama (uydu görüntüleme) yönteminin, olması gereken hedef değerleri ve bunlara karşılık gelen birimleri literatürden araştırılarak belirlenmiştir. Sonrasında bu ihtiyaçların hangi yönde gelişim göstermesi gerektiği saptanmaya çalışılmıştır. Mutlak önem seviyelerinin hesaplanmasıyla ilgili olarak Mekânsal Çözünürlük için 4 no'lu formül kullanılarak aşağıdaki hesaplama örnek olarak verilmiştir.

$$\text{Mutlak Önem} = 9 \times 24 + 9 \times 15 + 3 \times 16 + 9 \times 41 + 9 \times 19 + 9 \times 19 + 9 \times 12 + 9 \times 19 + 9 \times 24 = 1618 \quad (10)$$

Hesaplanmış olan bu mutlak önemlerin yüzdelik şekilde ifade edildiği bağıl önem seviyeleri ise 5 no'lu formüle göre örnek olması açısından mekansal çözünürlük için aşağıda verilmiştir.

$$\text{Bağıl Önem } x = \frac{1618}{10234,45} \times 100 = \%16 \quad (11)$$

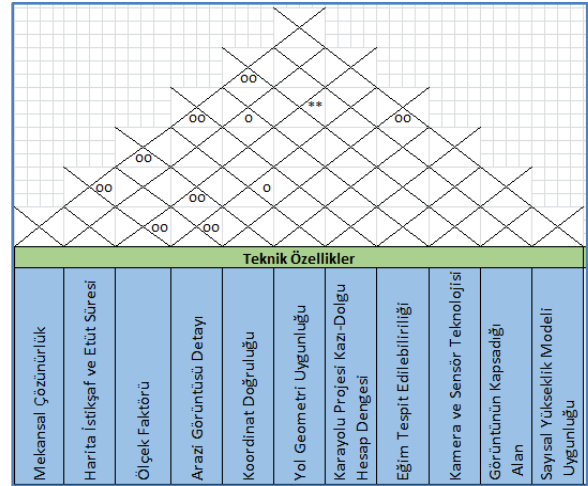
Şekil 5 de tüm mutlak ve bağıl önemler hesaplanmış ve uzaktan algılama (uydu görüntüleme) yöntemine göre hedef değerler ve gelişim yönleri belirtilmiştir. Bununla birlikte seçilen hedef yöntem olan uzaktan algılama (Uydu görüntüleme) yöntemi için belirlenen kriterlere göre geliştirilmesi ve iyileştirilmesi yapılacak olan teknik özellikler belirlenmiştir.

		Teknik Özellikler										
		Mekansal Çözünürlük	Harita İstikşaf ve Etüt Süresi	Ölçek Faktörü	Arazi Görüntüsü Detayı	Koordinat Doğruluğu	Yol Geometri Uygunluğu	Karayolu Projesi Kazı-Dolgu Hesap Dengesi	Eğim Tespit Edilebilirliği	Kamera ve Sensör Teknolojisi	Görüntünün Kapsadığı Alan	Sayısal Yükseklik Modeli Uygunluğu
Mutlak Önem		1618	392,43	1039,2	1065,2	1423	924,03	1131,4	427,23	746,14	624,64	843,39
Bağıl Önem (%)		16%	4%	10%	10%	14%	9%	11%	4%	7%	6%	8%
Ağırlıklandırma Grafiği		[Bar chart showing relative importance for each technical feature]										
Gelişimin Yönü		[Arrows indicating development direction for each feature]										
Geliştirme ve İyileştirme İçin Karşılaştırılabilir Veriler	Uydu Görüntüleme	0,31-1	40	1/7500	1	dm	80	70-80	75-85	MTS	12000	70-80
	Hava Fotoğrafı	0,03-0,1	35	1/5000	0,45	cm	85	80-90	85-95	CCD	3,20	80-90
	Jeodezik (Yersel) Yöntem	-	30	1/10000	-	mm	95	90-100	95-100	-	-	90-100
	Hedef Değer	<0,50 m	30	1/10000	1,5	cm	80-100	80-100	100,00	TIRRS2	>10000	80-100
	Birim	M	Gün	Kesir	M	mm	Yüzde	%	Yüzde	Pixel	KM2	%
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Şekil 5. Kalite fonksiyon yayılımı analizi doğrultusundan hesaplanmış olan Mutlak ve

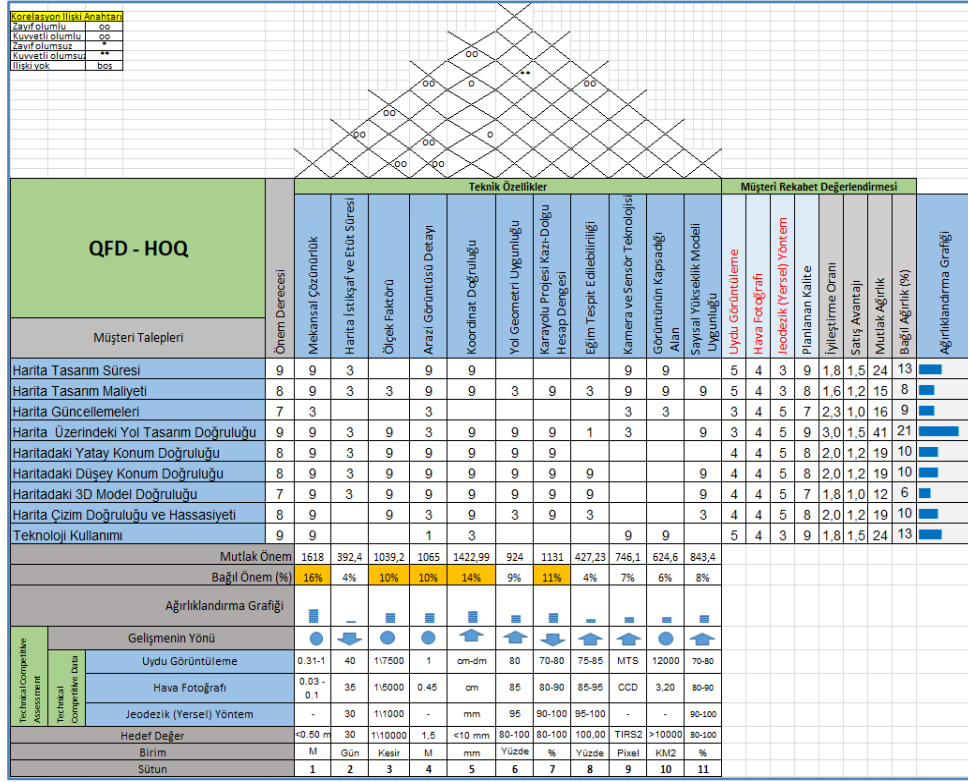
bağıl önem seviyeleri, hedef değerler ve gelişim yönleri (Kalite evinin F bölümü)

Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) analizinin, son olarak oluşturulan bu aşamasında, bu 3 harita üretim yöntemi için belirlenen teknik özelliklerin birbirleri ile ilgili olan ilişki matrisi oluşturulmuştur. Burada her bir teknik özellik diğer teknik özellikler ile karşılaştırılarak aralarında nasıl bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Eğer iki özellik arasında pozitif yönde zayıf bir ilişki var ise (o) şeklinde, aralarında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki var ise (oo) şeklinde gösterilmiştir. Eğer bu iki teknik özellik arasında negatif ama zayıf bir ilişki var ise (*) şeklinde, negatif kuvvetli bir ilişki var ise (**) şeklinde gösterilmiştir. İki teknik arasında herhangi bir ilişki (korelasyon) yok ise kalite evinin bu bölümü boş bırakılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Kalite evinin çatısını oluşturan ve teknik özellikler arasındaki korelasyonu gösteren çatı matrisi (Kalite evinin E bölümü).

Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) analizi ile yapmış olduğumuz kalite evinin aşağıdaki Şekil 7 de verildiği gibi son ve tam şekli görülmektedir. Kalite evi oluşturulurken tüm süreçler için farklı uygulama, araştırma ve hesaplamalar yapılmıştır. Kalite evini oluşturulurken konunun uzmanı kişilere danışılarak ve literatürden elde ettiğimiz bilgilerle yapılmıştır. Bununla birlikte yapılan matematiksel hesaplamaların sonrasında kalite evinin son ve tam şekli oluşturulmuştur.



Şekil 7. Kalite Evinin Genel Görünümü

4. Sonuçlar

Karayolu taşımacılığı güvenilir ve emniyetli olması, hem yaygın bir şekilde kullanılması hem de bir defa da çok fazla yükün ve eşyanın taşınmasına olanak sağlaması sebebiyle en çok tercih edilen taşımacılık yöntemlerinden biri olmaktadır. Bir karayolu projesini oluşturmak için gerekli olan en önemli unsur, karayolu projesine altlık görevi üstelenecek olan harita ve planların yapımı olmaktadır. Günümüzde bu harita ve planların yapılmasına yönelik genellikle kullanılan üç farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemleri şu sıralayacak olursak;

- Jeodezik (yersel) yöntem
- Hava fotogrametrisi yöntemi
- Uzaktan algılama (Uydu Görüntüleme) yöntemi

şeklindedir. Bu yöntemlerden her biri kendi içerisinde önemli özelliklere sahip olmaktadır. Jeodezik (yersel) yöntem ile yapılan harita ve planlarda, arazinin topografik ve coğrafik özellikleri çok daha iyi bir şekilde tatbik edilebilmektedir. Hava fotogrametrisi yöntemi

aracılığı ile yapılan harita ve planlarda tek bir seferde geniş görüntüler elde etmesi sebebiyle daha kısa sürelerde harita yapımına olanak sağlamaktadır. Son olarak uzaktan algılama yöntemi ile yapılan haritalarda, bütün yeryüzü taranarak, yüksek çözünürlükte elde edilen görüntüler sayesinde, çok kısa sürelerde ve maliyetlerde çok büyük alanların haritalarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, bilgisayar ve uydu teknolojilerinin hızla ilerlemesiyle beraber bu yöntemin kullanılabilirliği her geçen gün günümüzde artmaktadır. Çalışmada karayolu projelerindeki harita üretim yöntemleri (jeodezik, hava fotogrametrisi ve uzaktan algılama) için proje taleplerinin istekleri ve bu yöntemlerin teknik özellikleri birlikte değerlendirilerek KFY metodolojisinde incelemiştir. Bu harita üretim yöntemlerinden uzaktan algılama yöntemi, harita üretim yöntemleriyle ilgilenen sektörel ve akademik uzmanların bildirdiği görüşler, literatürde yapılan araştırmalar, teknik olarak uzaktan algılama yönteminin teknolojik gelişmelere açık olması, gelecekte daha da geliştirilebilir popüler bir yöntem olacak olması, uydu görüntüleriyle üretilen haritaların diğer

yöntemlere göre daha ekonomik ve zaman yönünden kısa olması, uydu görüntülerinin daha geniş tarama alanlarına sahip olması, görüntülerin sayısal ve bilgisayar ortamına aktarılabilir olması, Coğrafi Bilgi Sistemlerine kolay entegre edilebilir olması ve veri yapılarının basit ve anlaşılabilir gibi sebeplerden dolayı ve konu ile ilgili uzman kişilerin bildirdiği görüşler de dikkate alınarak KFY analizinde kullanılmak üzere hedef yöntem olarak seçilmiştir. Proje taleplerinin memnuniyet seviyeleri analizinde de görüleceği üzere “Harita Üzerindeki Yol Tasarım Doğruluğu” yönündeki proje beklenti kriteri %21 ile en büyük bağıl değerde olduğu görülmüştür. Buna göre, hedef yöntem olan uzaktan algılama yönteminde öncelikli olarak,

- Mekânsal Çözünürlük (%16 bağıl önem ile)
- Koordinat Doğruluğu (%14 bağıl önem ile)
- Karayolu Projesi Kazı-Dolgu Hesap Dengesi (%11 bağıl önem ile)
- Ölçek Faktörü (%10 bağıl önem ile)
- Arazi Görüntüsü Detayı (%10 bağıl önem ile)

özelliklerinin üzerinde durulması gerektiği belirlenmiştir. İkincil özellikler veya öncelikli olmayan özellikler ise şu şekilde oluşmuştur;

- Yol Geometrisi Uygunluğu (%9 bağıl önem ile)
- Sayısal Yükseklik Modeli (%8 bağıl önem ile)
- Kamera ve Sensör Teknolojisi (%7 bağıl önem ile)
- Görüntünün Kapsadığı Alan (%6 bağıl önem ile)
- Harita İstikşaf ve Etüt Süresi (%4 bağıl önem ile)
- Eğitim Tespit Edilebilirliği (%4 bağıl önem ile)

Ortaya çıkan bu durum sonucunda, uzaktan algılama yöntemi için, öncelikli olarak üzerinde durulması gereken mekânsal çözünürlük, ölçek

faktörü ve arazi görüntüsü detayı özelliklerinin mevcut koşullar altında belirlenen hedef değerleri ortalama olarak karşılayacağından durumunu koruduğu görülmektedir. Ancak, karayolu projesi için kazı-dolgu hesap dengesinin %80-%100 hedef aralığı olarak saptandığından, %70-%80 aralığında görülen bu kriterin iyileştirilmesi gerektiği ve sonuçların proje maliyetini ve zamanını da etkileyeceğinden önemle üzerinde durulması gerektiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda dm-cm hassasiyetinde belirlenen koordinat doğruluğunun hedef yöntem uzaktan algılama yöntemi için yapılacak olan düzeltmelerle mm düzeylerine indirgenmesi gerektiği gözlemlenmiştir. Bu şekilde oluşturulan ve karayolu projelerine altlık oluşturan harita ve planların elde edilmesiyle, ekonomik ve zamansal kayıplarında önüne geçileceği çok açık olmaktadır. Ayrıca yine bu şekilde üretilen çok hassas harita ve planlar ile de yapılacak olan kazı-dolgu hesabı içerikli kübaj raporlamaları, arazi detayları ve sayısal yükseklik modelleri daha da iyi belirlenebileceğinden dolayı daha da doğru ve hassas olacaktır. Bununla birlikte bu şekilde üretilen harita ve planlar üzerinden bir karayolu projesine ait aplikasyon koordinatları da daha hassas olarak belirlenebilecektir.

5. Kaynaklar

- Akao, Y., 1997. *QFD: Past, Present, and Future*, International Symposium on QFD, Linköping, Sweden s 1-12
- Akbaba, A., 2006. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) Sürecinde Yaralanılabilecek Araçlar ve Yöntemler, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **1(12)**, s1-32
- Aktepe A., Ersöz S., Hayyaoğlu A.N. Şakar B.B., 2018. ,Kalite Fonksiyon Yayılımı Yaklaşımı İle Özel Bir Hastanede Hizmet Kalitesi İyileştirme Üzerine Bir Uygulama, *International Journal of Engineering Research and Development, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, **10 (2)**, 245-251
- Alpaykut, S., 2014. Kalite Fonksiyon Göçerimi'nde Müşteri Sesinin Belirlenmesinde Yapısal Eşitlik

- Modelinin Kullanılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , **16 (1)** , 11-22
- Kılınç, A., Baybura, T., 2018. Karayolu ve Demiryolu Yatay Eğri Tasarımlarında Sademe Konfor Ölçütünün İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **18 (3)**, 991-999
- Doğu,E., Özgürel, B., 2008. Kalite Fonksiyon Göçerimi İle Bireysel Emeklilik Sistemleri Pazarlayan Sigorta Şirketlerinin Teknik Özelliklerinin İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* , **9 (1)** ,33-45
- Doşar, G., Görener, A., 2020. Ürün Geliştirme Süreçlerinde Kalite Fonksiyon Göçeriminin Uygulanması . İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi , **19 (37)**, 269-292
- Govers, C. P. M., 2001. QFD Not Just a Tool But A Way of Quality Management, *International Journal of Production Economics*, **69(2)**, 151-159.
- Güllü, E., ve Ulcay, Y., 2002. Kalite Fonksiyon Yayılımı ve Bir Uygulama, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **7(1)**, 71-91.
- Güllü, M., Turgut, B., Baybura, T., 2016. Jeoid Yüksekliklerinin Belirlenmesinde Yapay Sinir Ağları ve Kriging Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **16 (3)**, 674-678
- Kalak, A. G., 2020. Karayolu Projelerinin Tasarımındaki Harita Üretim Tekniklerinin Kalite Fonksiyon Yayılımı Sistematğinde Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yalova, 93.
- Kalak, A. G., Erbiyık, H., Can, E., 2019. Operation Steps Toward Studying Map Production Methods To Be Used In Highway Projects Design By QFD (Quality Function Deployment) Systematic, *International Symposium on Applied Geoinformatics (ISAG-2019)*, Yıldız Technical University, 1(1) ISBN: 978-975-461-564-7 p.46–52
- Kuo, H-M., and Chen, C.-W., 2011. Application of Quality Function Deployment to Improve the Quality of Internet Shopping Website Interface Design, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* **7(1)**, 253-268
- Kurt S., H., ve Yenilmez, G., 2017. Kalite Fonksiyon Yayılımı: Alışveriş Merkezleri Üzerine Bir Uygulama, *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi* **9(1)**, 14-29
- Kuvat, Ö., Abatay, G., (2020). Karma yem üretiminde müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik kalite fonksiyonu göçerimi uygulaması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **22 (2)** , 717-740
- Şahin, B. Y., Demirtaş, A. E., 2019. Karar Destek Sistemi Tabanlı Bir Kalite Evi için Oransal Bir Ölçek Önerisi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, **30(3)**, 173-186,
- Ünal, A., Yıldız, M.,S., 2017. Kütüphane Hizmetlerinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması: Düzce Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Örneği, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, **15, Ek Sayı 1**, 101-125