



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÖPRÜLERDE KONTROL ve BAKIM YÖNETİMİ

**İnş. Müh. Halil İbrahim ERDAL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Programı**

**Danışman
Prof. Dr. Ekrem MANİSALI
Yardımcı Danışman
Prof. Dr. Tuncer ÇELİK**

Haziran, 2005

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÖPRÜLERDE KONTROL ve BAKIM YÖNETİMİ

İnş. Müh. Halil İbrahim ERDAL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Programı

Danışman
Prof. Dr. Ekrem MANİSALI
Yardımcı Danışman
Prof. Dr. Tuncer ÇELİK

İSTANBUL

Bu çalışma/....../ 2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Anabilim Dalı programında Doktora / Yüksek Lisans Tezi olarak
kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Danışman Adı (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Danışman Adı (Yar. Danş.)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Jüri Adı
Üniversite
Fakülte

Bu tez İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği tarafından T-588/17032005 numaralı Tez Projesi Olarak Desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocalarım Prof.Dr.Ekrem MANİSALI'ya ve Prof.Dr.Tuncer ÇELİK'e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma ve çalışmamın uygulama kısmını destekleyen İstanbul Üniversitesi'ne teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2005

Halil İbrahim ERDAL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. KÖPRÜ YÖNETİMİ	4
2.2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ KÖPRÜ YÖNETİMİ SİSTEMLERİ	5
2.2.1. Genel Envanter Bilgilerinin Depolanması	5
2.2.2. Köprü Genel Durumunun Belirlenmesi	6
2.2.3. Bakım Onarım Kararının Belirlenmesi	6
2.2.4. Maliyetlerin Depolanması ve Belirlenmesi	7
2.2.5. Tahmin	7
2.2.6. Bakım Onarım Öncelik Sırası Belirleme.....	7
2.2.7. Köprü Ömrünün Belirlenmesi.....	8
2.3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ KÖPRÜ YÖNETİMİ SİSTEMLERİNİN DÜNYADAKİ UYGULAMALARI.....	8
2.4. TÜRKİYE’DE KÖPRÜ YÖNETİMİ.....	9
3. MALZEME VE YÖNTEM	11
3.1. KÖPRÜ ELEMANLARINDA BOZULMA TİPLERİ.....	11
3.1.1. Betonarme Köprü Elemanlarında Bozulma Tipleri.....	11
3.1.1.1 Yapısal Çatlaklar.	11
3.1.1.2 Yapısal Olmayan Çatlaklar.....	15

3.1.1.3. Tabakalaşma	16
3.1.1.4 Dökülme/Oyulma.	16
3.1.1.5. Çiçeklenme (Kireç Kusması).....	17
3.1.1.6. Petekleşme	17
3.1.1.7. Donatıda Korozyon	18
3.1.1.8. Betona Zarar Veren Diğer Sebepler	18
3.1.2. Betonarme Köprü Elemanları İçin Kontrol Prosedürü.....	20
3.1.3. Çelik Köprü Elemanlarında Bozulma Tipleri	21
3.1.3.1 Korozyon.....	21
3.1.3.2 Metal Yorgunluğu Çatlağı.	23
3.1.3.3 Aşırı Yüklerden Kaynaklanan Deformasyon.....	24
3.1.3.4. Kaza Hasarları.....	25
3.1.3.5. Aşırı Sıcaklık Hasarları	25
3.1.3.6. Boya Problemleri	25
3.1.4. Çelik Köprü Elemanları İçin Kontrol Prosedürü.....	27
3.1.5. Taş Köprülerde ve Harçta Bozulma Tipleri ve Nedenleri.....	29
3.1.6. Taş Köprülerin ve Harcın Kontrol Prosedürü	30
3.2. ASMA KÖPRÜ SİSTEM ELEMANLARININ KONTROL PROSEDÜRÜ	31
3.2.1. Ana Kablo Ankraj Elemanları Kontrolü	31
3.2.2. Ana Askı Sistem Elemanları Kontrolü.....	33
3.2.3. Askı Kabloları ve Birleşimleri Kontrolü.....	35
3.3. GÖZLE KONTROL KRİTERLERİ VE KÖPRÜ ELEMANLARI DURUM DEĞERLENDİRMESİ.....	36
3.3.1. Köprü Üstyapı Servis Elemanları.....	37
3.3.1.1 Tabliye.	37
3.3.1.2. Kaplama.....	38
3.3.1.3. Orta Ayırıcı	40
3.3.1.4. Kaldırım	41
3.3.1.5. Korkuluk.....	41
3.3.1.6. Drenaj	43
3.3.1.7 Yaklaşım Plağı.	44
3.3.2. Üstyapı Elemanları	45
3.3.2.1. Mesnet.....	45
3.3.2.2. Enleme Kirişler	47
3.3.2.3. Ana Kirişler.....	48
3.3.2.4 Çelik Çaprazlar.....	49
3.3.3. Altyapı Elemanları	49
3.3.3.1. Kenar Ayaklar.....	49

3.3.3.2 Orta Ayaklar	51
3.4 KÖPRÜ GENEL PUANININ HESAPLAMASI.	53
3.4.1 Yapısal Yeterlilik Puanı (S_1) Hesabı.....	54
3.4.1.1. Altyapı ve Üstyapı Durumu Katkı Oranı Değişkeni (A)' nin Hesabı	54
3.4.1.2. Yük Kapasitesi Katkı Oranı Değişkeni (B)' nin Hesabı	55
3.4.2. Köprü İşlevsellik Puanı (S_2) Hesabı	55
3.4.2.1. Üstyapı Servis Katkı Oranı (j)' nin Hesabı	55
3.4.2.2. Araç Geçiş Kolaylığı Katkı Oranı (H) Hesabı	55
3.4.3. Köprü Öncelik Puanı S_3 Hesabı.....	57
3.4.4. Köprü Genel Puanı Hesabı.....	57
4. BULGULAR	58
4.1. VERİ TABANI YAPISI.....	58
4.2. KÖPRÜ ENVANTER PROGRAMI	59
4.2.1. Köprü Envanter Programı Birinci Penceresi	61
4.2.1.1. ID/Sorumlu Bölümü	62
4.2.1.2. Yol/Mevkii Bölümü.....	64
4.2.1.3. Servis Bölümü	65
4.2.1.4. Tarih Bölümü	65
4.2.2. Köprü Envanter Programı İkinci Penceresi.....	66
4.2.2.1. Geometrik Bilgi Bölümü.....	66
4.2.2.2. Köprü Yapı Tipi Bölümü	67
4.2.2.3. Köprü Yapı Elemanları Bölümü.....	68
4.2.2.4. Tahmin Bölümü	69
4.2.2.5. Stratejik Bölümü.....	69
4.2.3. Köprü Envanter Programı Üçüncü Penceresi.....	70
4.2.3.1. Üstyapı Servis Bölümü	71
4.2.3.2. Üstyapı Bölümü.....	71
4.2.3.3. Altyapı Bölümü.....	71
4.2.4. Köprü Envanter Programı Dördüncü Penceresi	73
4.2.4.1 Kontrol Data Bölümü.	73
4.2.4.2. Özel Kontroller Bölümü	73
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	74
KAYNAKLAR	76
EKLER	79
ÖZGEÇMİŞ	98

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	: Kirişte paspayı ve korozyon problemi.....	11
Şekil 3.2	: Kirişte eğilme çatlakları	13
Şekil 3.3	: Eğilme çatlağı resmi	13
Şekil 3.4	: Kirişte kesme çatlakları	13
Şekil 3.5	: Kesme çatlağı resmi	14
Şekil 3.6	: Çatlak ve çatlak ölçüm kartı	14
Şekil 3.7	: Isı çatlakları	15
Şekil 3.8	: Rötire çatlakları	16
Şekil 3.9	: Yol oyukları.....	17
Şekil 3.10	: Çiçeklenme (<i>Kireç kusması</i>)	17
Şekil 3.11	: Petekleşme.....	18
Şekil 3.12	: Donatıda korozyon	18
Şekil 3.13	: Donma çözünme tahribatı	19
Şekil 3.14	: Korozyon ve kesit kaybı.....	21
Şekil 3.15	: Koruyucu olmayan oksitlenme (<i>Koyu siyah</i>)	22
Şekil 3.16	: Aktif korozyon başlangıcı (<i>Sarı-turuncu</i>)	22
Şekil 3.17	: Oksitlenme başlangıcı (<i>Açık kahverengi</i>).....	22
Şekil 3.18	: Korucu oksitlenme (<i>Koyu kahverengi</i>).....	23
Şekil 3.19	: Korucu olmayan oksitlenme (<i>Siyah</i>)	23
Şekil 3.20	: Metal yorgunluğu çatlağı.....	24
Şekil 3.21	: Aşırı sıcaklık hasarları.....	25
Şekil 3.22	: Boya kabarması	26
Şekil 3.23	: İleri derecede paslanma	26
Şekil 3.24	: Boya kavlaması	26
Şekil 3.25	: Çillenme	27
Şekil 3.26	: Boyada timsah sırtı çatlaklar	27
Şekil 3.27	: Korozyon	28
Şekil 3.28	: Metal yorgunluğu çatlağı.....	28
Şekil 3.29	: Boya atması	29
Şekil 3.30	: Taş köprü.....	30
Şekil 3.31	: Dağıtma konisi	31
Şekil 3.32	: Ankraj kabloları.....	32
Şekil 3.33	: Bağlantı soketleri.....	32
Şekil 3.34	: Ankraj çubukları.....	33
Şekil 3.35	: Ana askı koruyucu elemanları	33
Şekil 3.36	: Ana askı kablo sargısı.....	34
Şekil 3.37	: Ana askı el halatları	34
Şekil 3.38	: Ana askı eğer takozu	35
Şekil 3.39	: Ana askı soketleri	35
Şekil 3.40	: Ana askı kılıfında kara leke.....	36
Şekil 3.41	: Kaplama.....	39
Şekil 3.42	: Orta ayıraç	40
Şekil 3.43	: Korkuluk.....	42
Şekil 3.44	: Drenaj	43
Şekil 3.45	: Mesnet	46
Şekil 3.46	: Ana girişler	49
Şekil 3.47	: Kenar ayak.....	50

Şekil 3.48	: Orta ayaklar	51
Şekil 3.49	: Köprü puanı hesabı temel kısımları.....	54
Şekil 4.1	: Tablolar arasındaki ilişki yapısı	59
Şekil 4.2	: Sorgu ekranı	59
Şekil 4.3	: Akış şeması.....	60
Şekil 4.4	: Kayıt işlemleri tuşları	62
Şekil 4.5	: ID/Sorumlu bölümü.....	63
Şekil 4.6	: Yol/Mevkii bölümü	64
Şekil 4.7	: Servis bölümü.....	65
Şekil 4.8	: Tarih bölümü	65
Şekil 4.9	: Geometrik bilgi bölümü	66
Şekil 4.10	: Köprü yapı tipi bölümü	67
Şekil 4.11	: Köprü yapı elemanları bölümü.....	68
Şekil 4.12	: Tahmin bölümü	69
Şekil 4.13	: Stratejik bölümü	70
Şekil 4.14	: Üstyapı servis bölümü	70
Şekil 4.15	: Üst Yapı bölümü	71
Şekil 4.16	: Altyapı bölümü.....	72
Şekil 4.17	: Kontrol data bölümü.....	73
Şekil 4.18	: Özel Kontroller Bölümü.....	73

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	: Çatlak genişliği sınıflandırma tablosu	15
Tablo 3.2	: Oyuk boyutu sınıflandırma tablosu	16
Tablo 3.3	: Tabliye durum değerlendirme tablosu.....	38
Tablo 3.4	: Kaplama durum değerlendirme tablosu	40
Tablo 3.5	: Orta ayıraç durum değerlendirme tablosu	41
Tablo 3.6	: Kaldırım durum değerlendirme tablosu	41
Tablo 3.7	: Korkuluk durum değerlendirme tablosu.....	43
Tablo 3.8	: Drenaj durum değerlendirme tablosu	44
Tablo 3.9	: Yaklaşım plağı durum değerlendirme tablosu.....	45
Tablo 3.10	: Mesnet durum değerlendirme tablosu	47
Tablo 3.11	: Çelik elemanlar durum değerlendirme tablosu	52
Tablo 3.12	: Çelik elemanlar tavsiye tablosu.....	52
Tablo 3.13	: Betonarme elemanlar durum değerlendirme tablosu.....	53
Tablo 3.14	: Betonarme elemanlar tavsiye tablosu	53
Tablo 4.1	: Köprü numarası tanım tablosu	63

SEMBOL LİSTESİ

A	: S_1 hesabında altyapı ve üstyapı durumu katkı oranı değişkeni.
B	: S_1 hesabında yük kapasitesi katkı oranı değişkeni.
H	: S_2 hesabında araç geçiş kolaylığı katkı oranı değişkeni.
j	: S_2 hesabında üstyapı servis katkı oranı değişkeni.
KP	: Köprü genel puanı.
ÜSP	: Üstyapı servis puanı.
SQL	: Yapısal sorgulama dili
S_1	: Köprü yapısal yeterlilik puanı.
S_2	: Köprü işlevsellik puanı.
S_3	: Köprü öncelik puanı.
X	: Şerit başına yıllık ortalama günlük trafik yoğunluğu.
Y	: Köprü şerit genişliği.
YOGT	: Yıllık ortalama günlük araç geçiş sayısı.

ÖZET

KÖPRÜLERDE KONTROL ve BAKIM YÖNETİMİ

Coğrafi yüzölçümü son derece büyük ve değişken olan Türkiye’de farklı tarihlerde inşa edilmiş irili ufaklı birçok köprü bulunmaktadır. Türkiye köprü stokunda yapısal olarak betonarme köprüler, çelik köprüler, kompozit köprüler, tarihi kemerli köprüler ve stratejik öneme haiz asma köprüler mevcuttur. Bahsi geçen köprülerde kendi içlerinde farklı tekniklerle yapılmış olmalarından dolayı daha küçük alt sınıflara ayrılırlar.

Köprüler, üzerlerinden büyük ölçekli dinamik yükler geçmesi için inşa edildiklerinden, yapısal durumları periyodik olarak takip edilmesi gereken riskli yapılardır. Bunun yanı sıra, Türkiye trafik yoğunluğunda ağır vasıtaların oranı son derece yüksektir. Bu durum da köprü yıpranma nedenlerinin başında gelmektedir. Ayrıca, Türkiye aktif deprem bölgesi içerisinde ve bu sebep de köprülerimiz için ciddi risk oluşturmaktadır. Bu kadar ciddi risklere maruz, çok sayıda ve tipte köprüye sahip Türkiye’nin etkin bir köprü yönetimi sistemini hayata geçirmesi gerekmektedir. Köprü yönetiminin ilk ve önemli basamağı, düzenli bir envanter sistemine sahip olmak ve ciddi bir köprü kontrol ve bakım yönetimi geliştirmektir.

Bu tezde, ilk olarak farklı tipteki köprü ve köprü elemanları için asli durumunu kaybetme tipleri ayrıntılı bir şekilde tanımlanmış ve bozulma seviyeleri için bir değerlendirme sistemi önerilmiştir. Ayrıca, köprü durum değerlemesi bazlı bir köprü genel puanı hesabı geliştirilmiştir. En son olarak da köprüler için içinde köprü durum puanlaması da bulunan bir envanter programı geliştirilmiştir. Bu program ile köprülerle ilgili genel durum raporları alınması ve köprü bakım onarım öncelik sıralamasının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Böylece ülkemiz için çok önemli olan ulusal köprü yönetimi sistemi geliştirilmesi için ilk adımlardan biri atılmış olacaktır.

SUMMARY

INSPECTION and MAINTANENCE MANAGAMENT at BRIDGES

There are several types of bridges were constructed in various times in Turkey which has a great surface area. In Turkish bridge inventory structurally, there are RC. Bridges, steel bridges, historical arched bridges and suspension bridges which have strategic importance. Bridges divided into subclasses due to their construction methods in various techniques. Since the bridges are constructed for carrying heavy dynamic loads, they are risky structures that are needed to be inspected periodically. Apart from it, Turkey's traffic truck ratio is very high. Hence this situation is one of the main reasons for bridge deterioration. In particular, Turkey is located in the active seismic zone, which causes a serious risk for bridges.

Being in such kind of situation, Turkey, which has a great number of bridges of different types, should start an effective bridge management system. The first and important step in bridge management is to practice a regular inventory system and developing a robust inspection and maintenance techniques.

In this thesis, firstly the deterioration types of bridges and its components are defined in details and an evaluation system for degree of deterioration is suggested. Moreover, a general bridge rating calculation and consequently software for inventory automation, including bridge condition evaluation facility, is developed. The purpose of the software is to create reports about general condition of bridges and determining maintenance and retrofitting prioritization of bridges. Thus the first step will be taken toward the developing a national bridge management system that is very important for our country.

GİRİŞ

Herhangi bir engelle ayrılmış iki yakayı birleştiren veya trafik akımının, başka bir trafik akımını kesmeden üstten geçmesini sağlayan betonarme, çelik kâgir veya ahşaptan yapılmış yapılara köprü denmektedir. Trafik akışının sağlanması açısından köprüler son derece önemli yapılardır. Yollardaki herhangi bir tahribat ve bozulma sonucu oluşabilecek geçici trafiğe kapanma durumu çoğu zaman rahatlıkla çözülebilirken, köprülerde yaşanabilecek bir problem trafiğin aylarca kapalı kalmasına neden olabilir. Bu yüzden mevcut köprülerin bakımı hayati derecede öneme sahiptir.

Türkiye'nin ulusal trafik yoğunluğunda ağır vasıtaların oranı çok yüksektir. Bu sebeple Türkiye' de yollar ve köprüler çok çabuk yıpranmaktadır. Ortalama bir çelik köprünün 60 yıl, betonarme köprünün 80 yıl, öngermeli köprünün 100 yıl servis ömrü olduğu varsayılmasına rağmen, Türkiye'de köprülerin bakımının yeterince yapılması ve trafikteki ağır vasıta oranının yüksek olması Türk köprülerinin servis ömrünü çok kısaltmaktadır.

Bütün bunların yanı sıra Türkiye'nin aktif deprem bölgesinde olması köprülerimizin durumunu çok daha kritik hale getirmektedir. 17 Ağustos depreminde bazı köprülerimiz köprü kirişlerinin mesnetten kurtulması sonucu düşüp yıkılmıştır, diğerleri ise ya hasar almışlardır ya da yıpranmışlardır.

Köprüler son derece stratejik yapılardır. Olası bir kriz durumunda (Deprem, savaş vs.) köprülerin servis verebilir olma durumlarını korumaları hayatidir. Bu yüzden kriz yönetimini planlayan idari yönetimlerin köprüleri gözden kaçırması gerekmektedir. Çünkü en çok ihtiyaç duyulduğu anda köprülerle ilgili problemler ulaşımı süresiz aksatabilir.

Türk köprü stoku batılı ülkelere nazaran son derece gençtir. Mesela A.B.D.'de köprülerin %70'i 1950'lerden önce inşa edilmiştir. A.B.D. köprülerinin bakımına son

derece önem vermesine rağmen çok büyük felaketler yaşamıştır (Silver Köprüsü, 1967, 47 ölü [24]). Türkiye'nin köprü stoku gelişmiş ülkelere göre daha gençtir, bu da Türkiye için büyük şanstır. Eğer şimdiden yetkili kurumlar sağlıklı bir köprü yönetimi sistemi kurabilirlerse köprülerimizden uzun yıllar sorunsuzca faydalanabiliriz.

Bütün bunların yanı sıra köprü ve yollar bir ülkenin imajıdır. Avrupa Birliği, B.M ve O.E.C.D. gibi uluslararası kurumların belirlemiş oldukları ulaşım güvenliği ve lojistik kriterleri mevcut olup bunların bir kısmı tavsiye niteliğindedir, bir kısmı ise anlaşmaya taraf olan ülkeleri bağlayıcı karar niteliğindedir. Avrupa Birliği ile tam bir entegrasyona girmek isteyen Türkiye'nin lojistik ve ulaşım güvenliği kriterleri açısından üzerine düşeni yapması gerekmektedir. Avrupa'nın kıtalararası kara trafiğini sağlayan Türkiye'nin ulaşım güvenliğini tesis etmesi ulusal ve uluslararası çıkar ilişkileri gereğidir.

Köprülerin durumlarının tespiti için ilk etapta detaylı bir köprü envanter sisteminin geliştirilmesi gereklidir. Çünkü hâlihazırdaki köprü sisteminin verimli kullanılabilmesi için, mevcut köprülerin sayısını, geometrik yapı bilgilerini, yapısal durumlarını ve servis durumlarını bilmemiz gerekmektedir. Daha doğrusu önce elimizdeki mevcut problemi tam tespit etmemiz gerekmektedir.

Köprü envanter bilgilerinin kaydının tutulmasının ardından köprülerin gözle, fiziksel olarak ayrıca gerekli ise ileri kontrol yöntemleri ile muayenelerinin yapılp, önceden kapsamı ve sistematığı belirlenmiş bir puanlama sistemi ile puanlandırılmaları gerekmektedir. Bu sayede köprü- menfezlerin yapısal ve servis veresirlik durumu tam tespit edilebilmiş olur. Ardından bu puanlama ve muayene sistemine göre gerekli olan her bir köprü için bakım, onarım projeleri hazırlanmalıdır.

Bu tezde ilk önce köprü türü ne olursa olsun (betonarme, çelik, kâgir ve asma) köprü bozulma tipleri anlatılacaktır. İlave olarak bu bozulma tiplerine nerelerde rastlanabileceği anlatılacaktır. Ardından köprü ve köprü elemanları için mevcut sistemlerden yararlanarak detaylı bir değerlendirme sistemi geliştirilecektir. Bu sayede köprü puanlaması temel kriterleri belirlenmiş olacaktır. Ardından tezin asıl konusu olan köprü envanter veritabanı programı geliştirilecektir. Bu program köprü ile ilgili her

türlü envanter bilgisinin depolanabildiği, gerektiği taktirde istenilen kriterlere göre rapor hazırlayabilen bir program olacaktır. Ayrıca içinde bulunan puanlama sistemi sayesinde mevcut köprü durumunu girer girmez köprü genel puanı hesaplanacaktır.

GENEL KISIMLAR

2.1 KÖPRÜ YÖNETİMİ

Ülkelerin gelişmişliğinin en önemli kriterlerinden bir tanesi de sahip oldukları karayolları ağlarıdır. Gelişmiş ülkeler binlerce kilometre uzunluğunda karayolu ağlarına sahiptirler. Karayolu denince akla gelen en önemli stratejik yapılar köprülerdir. Köprülerin fonksiyonelliğinin devamı için düzenli ve planlı kontrollere; gerekli durumlarda da bakım onarım gibi düzeltici faaliyetlere ihtiyaç vardır.

Köprülerin işlevselliğinin korunması için yapılan köprü envanterinin oluşturulması, kontrol, bakım ve onarım planlarının oluşturulması, bakım onarım faaliyetlerinde öncelik sıralamasının belirlenmesi ve optimum maliyet hesapları yapılması gibi faaliyetlerin geneline köprü yönetimi denilmektedir. Ülkeler çığ gibi büyüyen köprüler problemini çözebilmek için ulusal köprü yönetimi sistemlerini geliştirmektedirler. Köprü yönetimi sistemlerinin temel kriterleri ve bu sistemlerden beklenen faydalar şunlardır:

1. Köprülerin envanterinin çıkarılması,
2. Köprü ve köprü elemanlarının durumlarının belirlenmesi ve ileriye dönük yapısal tahminler yapılması,
3. Köprülerin yük taşıma kapasitelerinin belirlenmesi ve ileriye dönük olarak bu kapasitelerdeki değişimlerin hesaplanması veya tahmin edilmesi,
4. Köprü ve köprü elemanlarındaki bozulma oranının belirlenmesi,
5. Bakım onarım yöntemlerinin maliyetlerinin hesaplanması,
6. Maliyet eksenli olarak bakım onarım yöntemlerinin karşılaştırılması,
7. En uygun maliyetli bakım onarım yönteminin tahmin edilmesi,
8. Köprü servis ömrü bakım onarım maliyetleri arasındaki ilişkinin irdelenmesi,
9. Yapılması gerekli bakım onarım işlerinin ertelenmesinin trafik güvenliğine ve trafik akışına etkilerinin bulunması,

10. Köprülerde yapılması gerekli bakım onarım sıralamasında optimum önceliğin bulunması,
11. Gerekli genel finansman planlarının yapılmasında temel oluşturmasıdır.

2.2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ KÖPRÜ YÖNETİMİ SİSTEMLERİ

Gelişmiş ülkeler ellerindeki köprülerle ilgili problemleri belirlemek ve çözmek için ayrıca uzun vadeli maliyet ve köprü durum tahminleri yapabilmek için bilgisayar destekli köprü yönetimi sistemleri kullanmaktadırlar (BDKYS) veya bu sistemlerin geliştirilmesi için ciddi emek harcamaktadırlar. Bilgisayar sistemlerinin her geçen gün biraz daha gelişip hayatı kolaylaştırdığı çağımızda büyük problemleri ve inanılmaz maliyetleri içerisinde barındıran mevcut köprülerin yönetimi probleminin çözümünde BDKYS' inin önemi her geçen gün kendini biraz daha hissettirmektedir. Bilgisayar destekli köprü yönetimi sistemlerinin temel fonksiyonları şunlardır:

2.2.1 Genel Envanter Bilgilerinin Depolanması

BDKYS' in en temel fonksiyonu bünyelerinde köprüler için temel envanter programları içermeleridir. Köprüler için depolanan envanter bilgilerinin başlıca olanları şunlardır:

1. Köprü kimlik bilgileri (Numarası, Adı, Sahibi vs.),
2. Yol bilgileri (Yol ismi, tipi vs.),
3. Köprü yer bilgileri (Konumu, Enlemi, Boylamı vs.),
4. Köprü servis bilgileri (Serviste, Şerit sayısı, YOGT vs.),
5. Köprü tarih bilgileri (Yapım yılı, Proje ömrü vs.),
6. Köprü geometrisi bilgileri (Boyu, Eni, Açıklık sayısı vs.),
7. Köprü ve köprü elemanları yapı tipi (Yapı tipi, Mesnet tipi, Kiriş tipi vs.).

Köprü envanter bilgilerinin depolanmasında dünyada farklı yaklaşımlar mevcuttur. İngiltere ve İspanya BDKYS' inde sadece köprü kimlik ve yer bilgilerini depolarken Norveç köprülerin geometrik bilgilerini de depolamaktadır. Ayrıca ABD, Almanya, Finlandiya ve Danimarka çok kapsamlı envanter bilgileri depolamaktadırlar.

2.2.2 Köprü Genel Durumunun Belirlenmesi

Köprülerin genel durumunun belirlenmesinde köprü ve köprü elemanları puanlaması esastır. BDKYS'i kullanan ülkeler kendi puanlama sistemlerini oluşturmuşlardır. Köprü puanlama sisteminin temelini gözle muayene oluşturur. Uzman köprü mühendisleri köprüyü gözle muayene ederler. Ama son zamanlarda yapılan çalışmalarla bilgisayar destekli sistemlerin yardımı ile bazı kontrollerin insan faktöründen tamamen arındırılmasına çalışılmaktadır, mesela ABD'de Abdayyeh ve diğ. tarafından geliştirilen sistem ile köprü elemanındaki bir çatlağın resmi çekiliyor ve bu resim bilgisayarda sayısal verilere çevrilerek çatlak boyutu hesap ediliyor[4]. Puanlama sistemini geliştirilmesi ile ilgili Japonya'da Kawamura ve Miyamoto tarafından geliştirilen bir sistemde ise BDKYS içine eklenen, bulanık mantık tabanında çalışan bir yapay sinir ağı programı ile bilgisayar puanlama hesabında kendi kendine uzmanlaşıyor[6]. Gerekli durumlarda ise fiziki muayene ve ileri kontrol yöntemleri ile muayene yapılır. Mesela köprü elemanları içindeki kılcal çatlaklar ultrasonik ses dalgaları ile hesap edilmektedir Toutanji'nin bu konuda UTCA için yaptığı kapsamlı bir çalışması bulunmaktadır[26]. Bozucu olmayan kontrol sistemlerini karşılaştıran bir çalışma da Washer tarafından yapılmıştır, bahsedilen araştırma bu yöndeki en kapsamlı çalışmalardan bir tanesidir denilebilir[10]. Muayene sonrasında ise köprülerin üstyapı servisleri, üstyapıları ve altyapıları puanlanır. Almanya köprüleri genel puanlarken Avrupa ülkeleri (İngiltere ve İspanya) ve ABD köprü elemanlarını da puanlamaktadır[17]. Bu ülkeler köprülerdeki yıpranma ve bozunmaları tahmin edebilecek yöntemlerde geliştirmeye çalışmaktadır. Mesela İngiltere Frangopol'ün sistemini kullanmaktadır. Bu sistem köprünün şimdiki durumunu temel almaktadır. Frangopol'ün sisteminin Hollanda'nın kullandığı istatistiksel sistem ile farkı arasında yapılan çalışmalar mevcuttur[16].

2.2.3 Bakım Onarım Kararının Belirlenmesi

Bakım onarım kararının alınmasında BDKYS 'inin kullanılabilmesi için akademik olarak çalışmalar devam etmektedir. ABD' de kullanılan Pontis adlı BDKYS programının karar alma sürecinde Markov zincirleri kullanılmaktadır. Bu yönetime göre Markov zincirleri ile köprüye ait bilgiler matrislerde depolanır [27] ve köprü için yıpranma tahminleri yapılır. Ayrıca durumuyla ilgili ileriye dönük kararlar alabilmek için köprü durum puanlarını bulanık mantık yöntemleriyle irdeleyen çalışmalar da Zhao ve Chen tarafından yapılmıştır[15]. Bunun yanı sıra aynı araştırmacıların köprü durum

bilgilerini bulanık mantık tabanında yapay sinir ağı ile işleyip değerlendiren çalışmaları devam etmektedir[7]. Köprü durumunun değerlendirilmesinde bir diğer yaklaşım türü de uzman sistemlerin kullanılmasıdır. Brito ve diğ. Köprü bakım onarım metodunu bulmak için kullanılan bir uzman sistem geliştirmişlerdir[5]. BDKYS kullanan çoğu ülke bakım onarım kararı alırken bu programları kullanmamaktadır. Bu ülkeler bakım onarım kararını tamamen mühendislik yargıları ile almaktadırlar. Finlandiya bakım onarım cetveli kullanırken, ABD ve İngiltere uzun dönem maliyet kriterlerini kullanmaktadırlar[17]. Fakat bu ülkeler bakım onarım kararını mühendislik yargılarından ziyade ekonomik kaygılarla almaktadırlar.

2.2.4 Maliyetlerin Depolanması ve Belirlenmesi

BDKYS' i ile geçmişe dönük bakım onarım maliyetleri depolanabileceği gibi gerekli düzenlemelerle ileriye dönük maliyet hesapları yapabilmektedir. BDKYS kullanan Avrupa devletleri ile ABD geçmiş maliyet bilgilerini veri tabanlarında depolamaktadırlar. İngiltere gecikme maliyetlerini bile hesaplarken ABD ileriye dönük her türlü maliyeti tahmini olarak Pontis adlı programla hesaplamaktadır. Japonya'nın kullandığı J-BMS 'in de maliyet modülleri vardır[12].

2.2.5 Tahmin

BDKYS ile ileriye köprü durumu belirlenmesi, bakım onarım maliyetleri hesaplanması gibi tahminler yapılabilmesi için gerekli akademik araştırmalar devam etmektedir. ABD bu fonksiyonları kullanırken diğer ülkeler bu tür programları geliştirebilmek için yoğun çaba harcamaktadırlar. Ama Finlandiya gibi bazı ülkeler bu tür uygulamaları bilimsel olarak gerçekçi bulmamaktadır[17]. Bu yönde yapılan araştırmalara değinmek gerekirse, Lin ve diğ. Yaptığı çalışma göze batmaktadır. Lin ve diğ. Köprüleri sensörlerle donatıp köprü durumunu uzun vadeli incelemiş ve köprü durumu tahmini yapılabilmesi için temel kriterleri tespiti çalışmıştır[25].

2.2.6 Bakım Onarım Öncelik Sırası Belirleme

Avrupa ülkeleri genelde köprü bakım onarım sıralamasında öncelik sırası belirlenmesinde BDKYS kullanmamaktadır. Ama ABD ve Finlandiya bu yöntemi kullanmaktadır. Danimarka ise bu yöntemi sadece onarım sıralamasında kısmi olarak

kullanmaktadır. Norveç ve Finlandiya dışındaki ülkelerde bakım onarım kararı ulusal seviyedeki kuruluşlar tarafından alınmaktadır.

2.2.7 Köprü Ömrünün Belirlenmesi

Köprülerle ilgili en önemli problemlerin başında mevcut köprülerin kalan ömrünün tahmini gelir. Uzun vadeli gerek yapısal gerek ekonomik planlamalar yapabilmek için bu bilgi çok kıymetlidir. Köprü ömrünü etkileyen en önemli etmenlerden birisi şüphesiz köprü üzerinden geçen ağır vasıta oranıdır. Çünkü köprü üzerinden ağır vasıta geçiş oranı arttıkça köprü yük kapasitesi kullanma oranı çok yükselmektedir. ABD’de Akyüz ve Frangopol ’ün yaptığı kapsamlı araştırmalarda ağır vasıta geçiş oranının köprüde yorgunluğa sebep olduğu, bunun da köprüdeki yıpranmaları tetiklediği ve sonuç olarak köprü ömrünün kısaldığı tespit edilmiştir[1]. Bu yöndeki bir diğer çalışmayı da Fryba üzerinden tren geçen köprülerde dinamik yükler ile köprü ömrü ilişkisini irdeleyerek yapmıştır[19]. Güney Afrika C. ’de ise Alaylıoğlu ve Alaylıoğlu köprüyü sonlu elemanlar yöntemiyle dinamik yükler etkisi altında statik olarak modelleyip köprü ömrü tespiti yapmaya çalışmışlardır[18]. Hollanda ’da Noottwijk ve Klatte ise bu konuda istatistiksel yöntemler kullanmayı denemişlerdir. Mevcut köprülerin istatistiksel bilgilerini değerlendirerek ileriye dönük tahminler yapmaya temel olabilecek değerler elde etmeye çalışmışlardır[8]. Ayrıca Seungle ve diğ. Köprüyü oluşturan elemanlar arasındaki yapısal ilişkiyi incelemişler ve elemanlardan bir tanesindeki yetersizliğin köprü ömrüne etkisi ihtimallerini incelemeye çalışmışlardır [2].

2.3 BİLGİSAYAR DESTEKLİ KÖPRÜ YÖNETİMİ SİSTEMLERİNİN DÜNYADAKİ UYGULAMALARI

Avrupa Birliği üyesi 8 ülke (Almanya, İspanya, Fransa, İngiltere, Norveç, Slovenya, Danimarka ve Finlandiya) ile ABD eyaletlerini (New York ve California) kapsayan bir Avrupa Birliği araştırmasına göre ABD ve 5 Avrupa ülkesi bilgisayar destekli köprü yönetimi sistemlerini kullanmaktadır. İki Avrupa ülkesi (Almanya ve İspanya) kendi BDKYS ’ini geliştirme yolunda ilerlerken Fransa kısmi bir BDKYS’ ne sahiptir. 3 Avrupa ülkesinin BDKYS ile ilgili doküman ve kullanım kılavuzu yokken (Almanya, İspanya ve Slovenya) diğer ülkelerin kısmide olsa bu programlara ait kullanım kılavuzları vardır. Adı geçen ülkeler BDKYS ’ini otoban ve uluslar arası yollarındaki

köprüleri için kullanmaktadır. ABD’de olduğu gibi Japonya’ da çok kapsamlı bir BDKYS programı vardır. J-BMS adlı bu BDKYS programı köprü yönetimi ile ilgili her türlü fonksiyona sahiptir [12]. Japonya’ da 1991 yapılan bir araştırmada 60000 köprü muayene edilmiş ve 18000 tanesinin güçlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır[14]. ABD. ‘de ise toplam köprü adedinin 540000 olduğu ve bunları bakım onarımı için 200 milyar doların gerektiği hesaplanmıştır [24]. Çıkan bu sonuçlar ışığında gelişmiş ülkelerin, bilhassa deprem bölgesindeki ülkelerin neden BDKYS.’nin geliştirilmesi için çaba harcadığı daha net anlaşılacaktır.

Bu ülkelerin bir kısmı veri tabanı uygulamaları için SQL (Almanya ve ABD), bazıları Oracle (Fin., Nor. ve ABD), bazıları da Access (Fin. Ve ABD) ve Delphi (Danimarka) kullanılmaktadırlar. Diğer bir kısmı ise DOS tabanlı çalışmaktadırlar (Slo. ve Fin.) [17]. Ülkelerin kullandığı veri tabanlarında sorgulanan argüman sayısında ciddi farklar vardır. Örnek olarak Norveç’ in kullandığı veri tabanı programında 147 değişik tabloda 1228 argüman sorgulanırken, Finlandiya’nın veritabanı programında 250 farklı argüman kullanılmaktadır.

2.4 TÜRKİYE’ DE KÖPRÜ YÖNETİMİ

Türkiye ’de gelişmiş bir köprü yönetimi sistemi olduğundan şu an için söz edilemez. Karayolları Genel Müdürlüğü Köprü Bakım Şube Müdürlüğü’nde Access tabanlı çok sade bir envanter programında Türkiye de ’ki köprülerin bilgileri depolanmaktadır. Ama 17 Bölge Müdürlüğü ’nün sorumluluk sahasına giren bütün köprülerin merkezi envanter kaydının tam olarak yapılamadığı anlaşılmıştır. Köprü envanter bilgileri sorumlu Bölge Müdürlüklerinde kayıt defterlerinde ve MS Excel gibi basit ofis programlarında depolanmaktadır. Köprü durum puanlaması ise KGM Gözle Muayene El Kitabına göre yapılmaktadır [29]. Bu kitabın ABD ’de hazırlanmış dokümanlara göre (mesela FHWA tarafından hazırlanan BIRM [20] ve ODOT tarafından hazırlanan BIPCG [28]) son derece zayıf kaldığı gözlenmiştir. Köprü envanter kaydının nasıl yapılacağı Karayolu Envanteri Teknik Şartnamesinde [30] köprü üstyapı bakım prosedürü de Karayolu Bakım El Kitabında anlatılmaktadır[31]. Köprülerle ilgili hazırlanmış bir BDKYS şuan için Türkiye ’de mevcut değildir. Bu yüzden ileriye dönük köprü durumunun tahmini veya köprü ömür tahmini ya da ileriye dönük maliyet hesaplarından bahsedilemez.

Mevcut köprülerin depreme yönelik durumlarının değerlendirilmesi için bir çalışma İstanbul için Deprem Master Planı içinde bulunmaktadır[9,32]. Bu çalışmada kullanılan sistem projenin partneri olan Japonlar tarafından geliştirilmiştir. İstanbul Master Planı içinde yapılan bu çalışmanın kapsam olarak eksik olduğunu düşünsek de Türkiye’de yapılan ilk köprü yönetimi uygulamalarından olduğunu söyleyebiliriz.

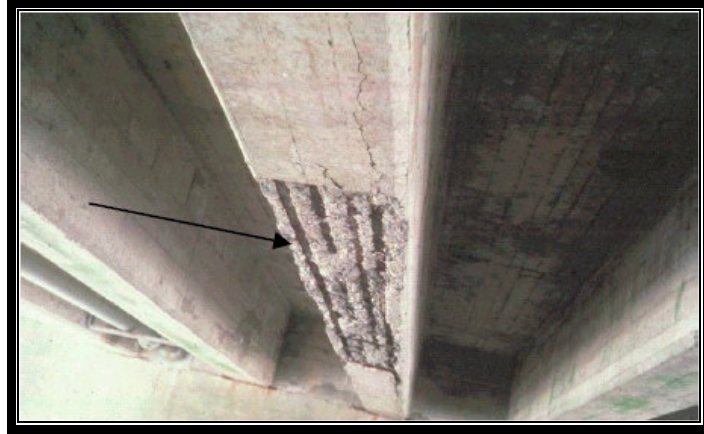
MALZEME ve YÖNTEM

3.1 KÖPRÜ ELEMANLARINDA BOZULMA TİPLERİ:

Köprülerde kontrol, bakım ve onarım yapabilmek için köprülerle ilgili yapısal tüm problemlerin çok iyi bilinmesi gereklidir. Köprü ile ilgili yapısal düzeltici önlemlerin kararlarını alacak ve bu kararlar için köprülerde kontrolü yapacak mühendisin köprü ile ilgili tüm sorunları bütün boyutları ile çok iyi bilmesi gerekmektedir. Ayrıca karşılaşılabilecek problemlerin nerelerde yaşanabileceğinin ve ne ölçülerde olabileceğinin de çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

3.1.1 Betonarme Köprü Elemanlarında Bozulma Tipleri

Betonarme köprülerde kontrol yapabilmek için sık rastlanılan beton aşınma tiplerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Kontrolü yapacak mühendisten bu problemlerin meydana getireceği istenmeyen sonuçları ve bu problemlere nerede rastlanılabileceğini bilmesi beklenmektedir.



Şekil 3.1 Kirişte paspayı ve korozyon problemi [20]

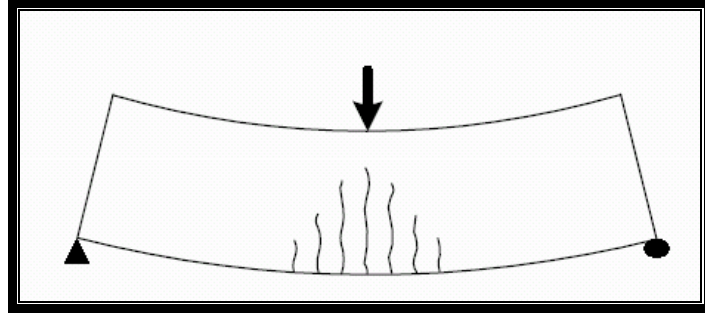
3.1.1.1 Yapısal Çatlaklar:

Betondaki çatlaklar birçok yapısal veya yapısal olmayan sorunların habercileridir yada sonuçlarıdır. Çatlaklar yapının genelinde gözlenebileceği gibi bölgeselde olabilirler. Kiriş betonunda çekme, basınç, kesme vb. herhangi bir nedenle meydana gelmiş olan çeşitli genişlik, derinlik ve boylarda çatlaklar bulunması halidir. Çatlaklar; zamanla

buradan giren su veya hava ile temas neticesinde donatının paslanmasına, donma çözülme nedeniyle çatlağın büyümesine veya betonda karbonizasyon ile varsa alkali agrega reaksiyonunun hızını ve etkisini artırmak suretiyle betonda diğer bozuşmaların oluşmasına sebebiyet verir. Bu arazlar ise kiriş ömrünü azalttığı gibi daha ileri safhalarda beton dökülmeleri ve çatlaklarda büyümelerle gelişerek kiriş yük taşıma kapasitesinin azalmasına neden olur. Kirişin çekme bölgesinde gözlenen 2 mm. genişlikten daha büyük çatlaklar donatırım akma noktasına doğru yaklaşmakta olduğunun veya geldiğinin göstergelerinden birisidir. Basınç bölgesinde gözlenen kırılma ve ezilmeler ise bu defa betonun güvenlik içerisinde taşıyabileceği basınç dayanımından daha büyük gerilmelerin etkisi altında kaldığının ve parçalanmaya başladığının göstergesidir. Bu gibi durumlarda göçme her an beklenmeli ve kirişin yük taşıma kapasitesini kaybetmesi nedeniyle trafik güvenliği tehlikede olduğu için gereken önlemler zaman geçirilmeden alınmalıdır. Çatlaklar genelde yapısal veya yapısal olmayan çatlaklar olarak ikiye ayrılırlar. Yapısal çatlaklar canlı ve ölü yüklerin sebep olduğu gerilmelerden kaynaklanırlar. Kılcal çatlaklar korozyon ve diğer bozulma tipleri olmadığı sürece terinde dökme betonarme yapılar için normal sayılırlar. Ama orta ve büyük ölçekli çatlaklar yapısal problemleri haber verdiği için çok önemlidirler.

Eğilme Çatlakları: Eğilme çatlaklarına çekme gerilmelerinden kaynaklandıklarından dolayı çekme bölgelerinde rastlanılır. Eğilme çatlaklarına kiriş açıklıklarının orta bölgesinde kirişin alt kısımlarında veya mütemadi kirişlerin mesnet üstü bölgesinde kirişin üst kısımlarında rastlanılır. Ayrıca eğilme çatlakları zaman zaman köprü altyapı elemanlarında da gözlenir.

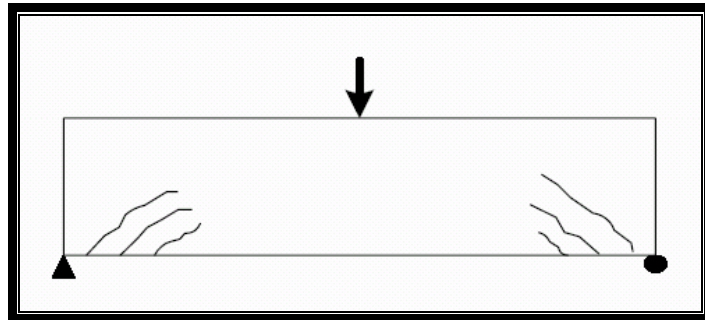
Kesme Çatlakları: Kesme çatlaklarına dikey gerilmeler neden olurlar bu yüzden kesme çatlaklarına mesnet bölgesine yakın açıklıklarda rastlanılır. Bu çatlaklar kirişin mesnede yakın alt bölgesinden kiriş ortasına yaklaşık 45° açı ile uzanırlar. Ayrıca kesme çatlakları altyapı elemanlarında da gözlenebilir. Bu çatlaklar genelde ölü ve canlı yüklerden kaynaklanmasına rağmen, beklenmedik ikincil etkilerden de kaynaklanmış olabilir. Beklenmedik etkilere ısı değişikliği kaynaklı genleşmeyi veya altyapı elemanlarındaki beklenmedik deplasman ve oturmalarından kaynaklanan gerilmeleri gösterebiliriz.



Şekil 3.2 Kirişte eğilme çatlakları



Şekil 3.3 Eğilme çatlağı resmi [20]

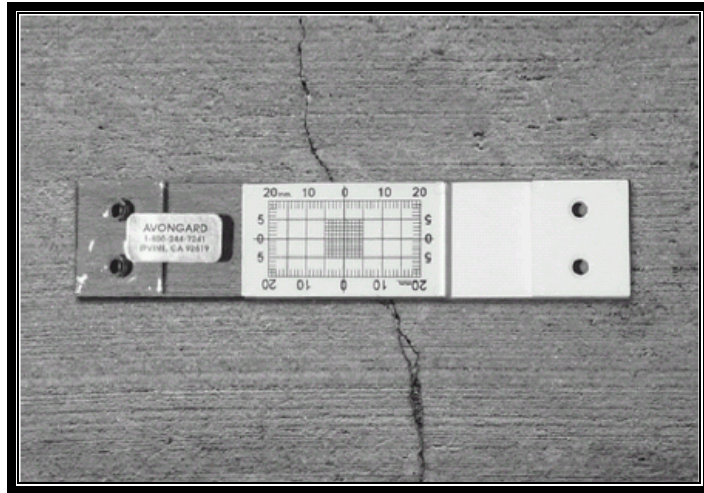


Şekil 3.4 Kirişte kesme çatlakları



Şekil 3.5 Kesme çatlağı resmi [20]

Çatlak Boyutu: Köprülerin durumunun belirlenmesinde çatlak boyutu çok önemlidir. Çatlaklar yapının genelinde görülebileceği gibi bölgeselde olabilirler. Betonarme köprülerde çatlaklar gözle görülebilecek seviyededirler. Çatlaklar kılcal, dar, orta ve geniş olarak adlandırılabilirler. Çatlaklar yapının durumunu belirlenmesinde çok önemli olduğundan kayıtlarının tutulması gerekmektedir. Normal betonarme köprülerde kılcal çatlaklar normal sayılabilir fakat öngermeli yapılarda çatlak genişliği ne olursa olsun çok önemlidir. Çatlakların genişliklerinin, yerlerinin, boylarının ve açılarının tam kaydının tutulması gerekmektedir. Ayrıca donatıda korozyon belirtisi olan pasın ve betondaki bozulmanın belirtisi olan çiçeklenme gibi problemlerin de kaydı tutulmalıdır.



Şekil 3.6 Çatlak ve çatlak ölçüm kartı [20]

Tablo 3.1 Çatlak genişliği sınıflandırma tablosu [20]

Çatlak Tipi	Betonarme	Öngermeli Beton
Kılcal	Çatlak < 1,6mm	Çatlak < 0,1mm
Dar	1,6mm < Çatlak < 3,2mm	0,1mm < Çatlak < 0,25mm
Orta	3,2mm < Çatlak < 4,8mm	0,25 mm < Çatlak < 0,75mm
Geniş	Çatlak > 4,8mm	Çatlak > 0,75mm

3.1.1.2 Yapısal Olmayan Çatlaklar

Yapıda ölü ve canlı yüklerle, deplasmanlardan kaynaklanan çatlaklar dışındaki iç gerilmelerden kaynaklanan çatlak türleridir. 3 çeşit yapısal kaynak türü vardır.

- Isı Çatlakları
- Rötire Çatlakları
- Isı farkı Çatlakları

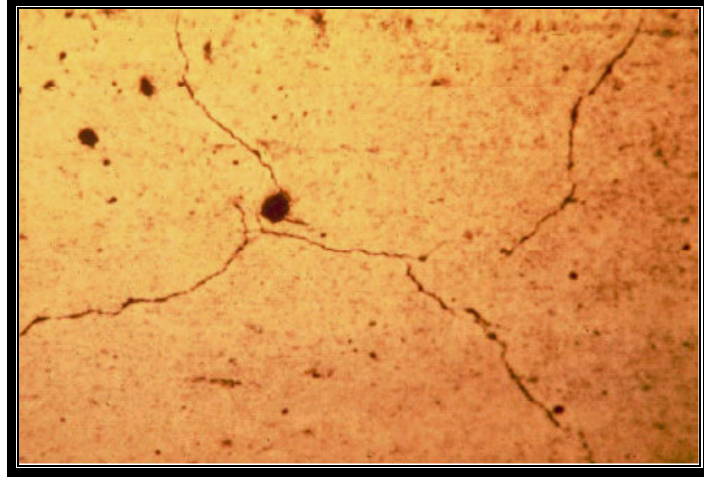
Isı çatlakları; ısıнын düşüp yükselmesinden dolayı elemanların genişleyip büzülmesinden kaynaklanır.

Rötire çatlakları; betonu oluşturan malzemenin kürünün yeterince uygun olup olmamasından kaynaklanır. Genelde rötire çatlakları şekilsiz olurlar ve bölgeseldirler.

Isı farkı çatlakları ise; betonarme elemanın iç ve dış kısmı arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanır. Bu tür çatlaklar çok nadir rastlansa da kutu kesit elemanlarda gözlenebilir.



Şekil 3.7 Isı çatlakları [20]



Şekil 3.8 Rötire çatlakları [20]

3.1.1.3 Tabakalaşma

Tabakalaşma betonun en dış yerinden katman katman olması durumudur. Genelde donatının genişlemesinden kaynaklanır. Çekiçle üzerine vurulduğu zaman “çıtır, çıtır” ses çıkar. Köprü muayene kaydı tutulurken Tabakalaşma yerinin ve bölgesinin belirtilmesi gerekir.

3.1.1.4 Dökülme/Oyulma

Betondan herhangi bir parça kopmasına dökülme oyulma denir. Dökülme donatının korozyon sonucu genişlemesinden, ısı farkı yüzünden elemandaki genişleme ve büzülmeden ve de aşırı gerilmelerden kaynaklanabilir. Yapılan son çalışmalarda klor etkisinin dökülmenin % 66 oranında sorumlusu olduğu bulunmuştur [11]. Kirişin üst, alt veya yan kısımlarında kirli agrega kullanılması, çimentonun bozuk olması, hava sıcaklığına göre yanlış kür uygulanması vb. herhangi bir nedenle betonun çatlaması, kabarması ve ardından kavlayarak ufalanıp dökülmesidir. Çoğu zaman dökülme sonucu oluşan oyukun içinden donatı gözükür. Oyuklar ikiye ayrılabilirler.

Tablo 3.2 Oyuk boyutu sınıflandırma tablosu [20]

Oyuk Tipi	Çap	Derinlik
Küçük Oyuk	<25 mm	<150 mm
Büyük Oyuk	>25 mm	>150 mm

Kiriş betonunun yeteri kadar sıkı olmaması, pas payı yetersizliği, agreganın segregasyona uğraması, donatının sıklığına göre beton kıvamının iyi ayarlanamaması, kalıp hataları vb. sebeplerle veya herhangi bir nedenle beton yüzeyinde boşluk veya oyuklar olmasıdır. Betonda aşırı gerilme olduğu zaman beton çatlak zamanla ısı farkı

gibi dış etkilerle Tabakalaşma meydana gelir, ardından betonda oyuklar oluşur. Aşırı gerilmelerden dolayı oluşan oyuklar son derece tehlikelidir. Bu tür oyuklarla ilgili bilgilerin kaydının dikkatlice tutulması gerekmektedir.



Şekil 3.9 Yol oyukları [20]

3.1.1.5 Çiçeklenme (Kireç Kusması)

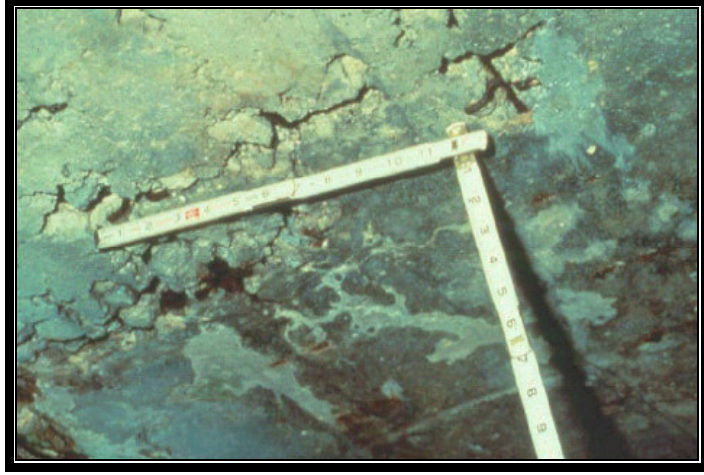
Betonda oluşan çatlaklardan içeri nüfuz eden nem ve su zamanla betonun içindeki kireci eritir, eriyen kireç dışarı çıkmaya başlar. Bunun sonucunda betonarme elemanın üzerinde “kirli-beyaz” bir tabaka oluşur. Bu tabakalaşmaya “çiçeklenme“ adı verilir.



Şekil 3.10 Çiçeklenme (Kireç kusması) [20]

3.1.1.6 Petekleşme

Bal peteği şeklinde küçük oyuklardır. Betonun yerleştirilmesi sırasında yeterince vibrasyon yapılmamasından kaynaklanan bir sorundur.



Şekil 3.11 Petekleşme [20]

3.1.1.7 Donatıda Korozyon

Beton yapısı gereği içindeki donatı için gayet iyi ve doğal bir koruma sağlar. Fakat zaman geçtikçe betonun içine nem, su ve oksijen nüfuz eder. Buda korozyona neden olur, korozyona uğrayan donatıda genleşme meydana gelir. Bu genleşmen dolayı oluşan iç gerilme 21 MPA kadar çıkabilir ve donatı ilk halinin 10 katı kadar bir hacme ulaşabilir. Bunun sonucunda betonda ciddi tahribatlar meydana gelir. Donatıdaki korozyonu atma ve dökülme olmadan beton yüzeyin çıkan pas izi sayesinde fark etmek mümkündür.



Şekil 3.12 Donatıda korozyon [20]

3.1.1.8 Betona Zarar Veren Diğer Sebepler

Sıcaklık değişimi: Betona zarar veren etmenlerin başında donma ve çözünmeden kaynaklanan etkiler gelir. Beton içine girmiş su donar, donan su kristalleşir ve buz olur.

Bu donma-çözünme döngüsü sonunda betonda çatlaklar ve hafif dökülmeler meydana gelir.



Şekil 3.13 Donma çözünme tahribatı [20]

Kimyasallar: Beton için sudaki, havadaki ve topraktaki sülfat bileşikleri ciddi birer tehlikedir. Sodyum, magnezyum ve kalsiyum sülfatlar betonda hızlı aşınmaya neden olurlar. Ayrıca çimentodaki alkali elementlerle agrega içindeki silisyum minerali de reaksiyona girebilir. Bu durumda betonda jelimsi bir tabaka oluşur. Soğuk havalarda bu jel donup genişir ve betonu çatlatır.

Temeldeki oturmalar: Temelde oluşan farklı oturmalar altyapıda ve üstyapıda gerilmelere neden olur. Bu gerilmeler sonucu betonda eğilme, kesme ve burulma çatlakları oluşabilir. Buda betona zarar verir.

Dizayn ve yapım hataları: Bazı dizayn ve yapım hataları betonda aşınmaya sebep olabilir. Bunlardan bazıları:

- Beton kürünün yanlış ve yetersiz olması (yetersiz çimento dozu)
- Yetersiz paspayı kalınlığı; donatıda korozyon oluşmasına sebep olabilir.
- Petekleşme oyukları: yetersiz vibrasyona bağlı olarak betonun iyi yerleştirilememesinden kaynaklanır. Betona su girişine neden olur ve bu olayın yan etkileri gözlenir.
- Kalıbın erken sökülmesi; beton sertleşmesi tam olmadan kalıp sökülürse betonda çatlaklar oluşur.
- Agregadaki yabancı maddeler: agrega içindeki deniz kabukları, tahta parçaları gibi yabancı maddeler beton mukavemetini düşürür.

3.1.2 Betonarme Köprü Elemanları İçin Kontrol Prosedürü

Betonarme elemanlar için üç temel çeşit kontrol prosedürü vardır. Temel kontrol prosedürleri aşağıda sıralanmıştır.

1. Gözle kontrol,
2. Fiziksel kontrol,
3. İleri kontrol yöntemleri ile kontrol.

Gözle kontrol: Gözle kontrolü de ikiye ayırabiliriz. Birincisi genel kontroldür, bu kontrol yönteminde mühendis köprüyü belirli bir mesafeden gözle genel olarak inceler. İkinci kontrol yöntemi ise yakın kontroldür. Bu kontrolde mühendis köprü elemanına kol mesafesi kadar yaklaşır ve ayrıntılı olarak yakın bir kontrol yapar.

Fiziksel kontrol: Fiziksel kontrol genelde bir çekiç vasıtasıyla yapılır. Mühendis elindeki çekici problemli yerlere vurarak problemin derecesini anlamaya çalışır. Betonda kabarma olan yere vurulduğu zaman “çıtır, çıtır” bir ses çıkar. Eğer altında daha büyük bir problem varsa bu şekilde ortaya çıkarılabilir. Ayrıca çatlakların boyutunu belirleyebilmek için çatlak kartları kullanılır.

İleri kontrol yöntemleri ile kontrol: Eğer köprüdeki problemler basit kontrol yöntemleriyle belirlenemeyecek kadar büyük gözüküyorsa ileri kontrol yöntemlerini kullanmak zorunludur. Aşağıda dünyada kullanılan bazı ileri kontrol yöntemleri gösterilmiştir.

- Yapısal olarak bozucu olmayan kontrol yöntemleri,
 1. Akustik ses dalgası ile kontrol,
 2. Tabakalaşma derecesi ölçüm makinesi,
 3. Elektriksel metotlar,
 4. Elektromagnetik metotlar,
 5. Kızılötesi ışınlar metodu,
 6. Dalga hızı metodu,
 7. Pakametre ile ölçüm,
 8. Ultrasonik testler.
- Yapısal olarak bozucu olan kontrol yöntemleri,
 1. Karot testi.

3.1.3 Çelik Köprü Elemanlarında Bozulma Tipleri:

3.1.3.1 Korozyon

Çelik köprüleri tam anlamıyla kontrol edebilmek için çelikteki bozulma türlerini ve bu problemlerin etkilerini tam anlamıyla bilmek gerekmektedir. Çelik elemanlar için en büyük tehlike korozyondur, çünkü korozyon çelikteki kesit kaybının başlıca sebebidir. Korozyon açığındaki çeliğin ıslanma-kuruma döngüsünde maruz kalmasından dolayı oluşur.



Şekil 3.14 Korozyon ve kesit kaybı [20]

Başlıca korozyon türleri aşağıda belirtilmiştir:

Çevresel korozyon: Çeliğin toprak ya da su ile oluşan deformasyondur. Bu korozyon türüne nem, oksijen, ergimiş tuzlar ve birikmiş yabancı malzemeler (kuş pisliği vs.) neden olur.

Normal dışı korozyon: Genellikle yüksek voltajlı elektrik ile çalışan sistemlerden kaynaklanan korozyon tipidir. Bu korozyona elektrikli raylar, sinyal sistemleri, katodik koruma sistemleri, kaynak ekipmanları ve trafolar gibi elektrikli sistemler neden olur.

Bakteriyel korozyon: Bataklık bölgeler ve kirli su birikintileri gibi yerlerde yaşayan bir takım organizmalar çeliğin korozyonunu hızlandırır.

Gerilme korozyonu: Çelik elemanlardaki aşırı gerilmeler sonucu kesit azalması yaşanan bölgeler korozyon oluşması için idealdir. Bu bölgelerde oluşabilecek korozyon ani göçme mekanizmasını tetikler.

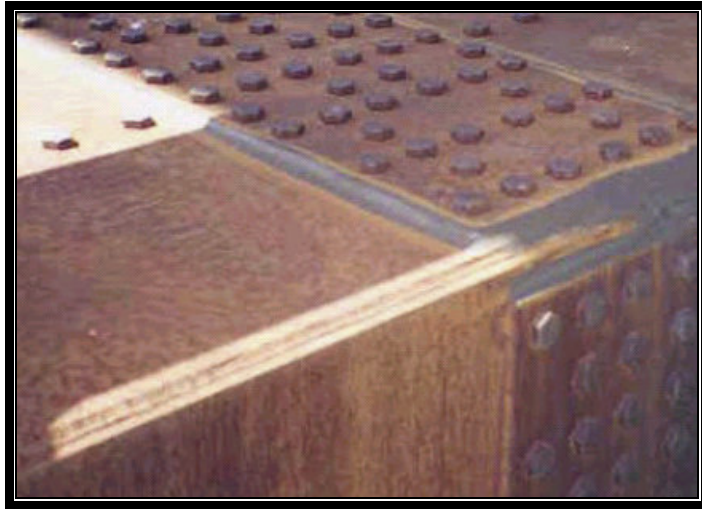
Korozyon safhaları ve oksitlenme türleri: Korozyona uğrayan metallerde paslanmadan dolayı renk değişimi meydana gelir. Metalleri rengine bakarak korozyonun ne seviyeye geldiğini ve oksitlenmenin koruyucu olup olmadığını tespit edebiliriz.



Şekil 3.15 Koruyucu olmayan oksitlenme (Koyu siyah) [20]



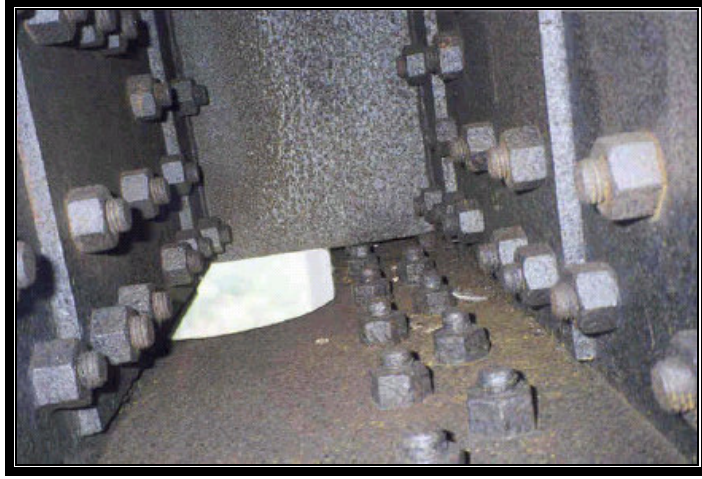
Şekil 3.16 Aktif korozyon başlangıcı (Sarı-turuncu) [20]



Şekil 3.17 Oksitlenme başlangıcı (Açık kahverengi) [20]



Şekil 3.18 Korucu oksitlenme (Koyu kahverengi) [20]



Şekil 3.19 Korucu olmayan oksitlenme (Siyah) [20]

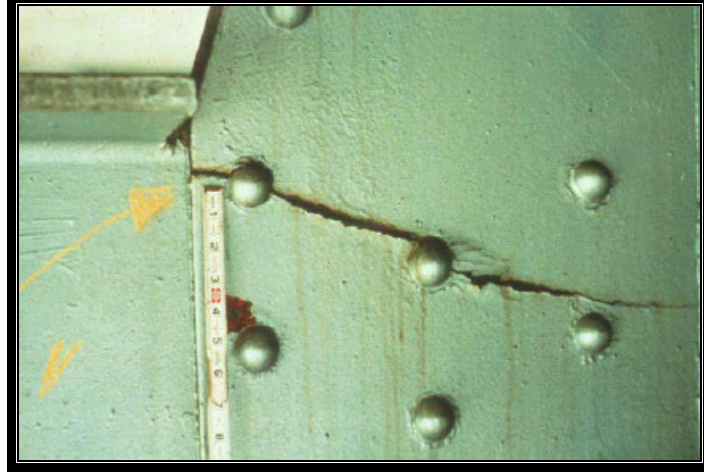
3.1.3.2 Metal Yorgunluğu Çatlağı

Metal yorgunluğu çelik elemanlardaki gerilmelerin akma gerilmesine ulaşmadan sürekli yorulup boşalmasından kaynaklanır. Metal yorgunluğu çatlakları ani göçmelere neden olabileceği için, bu tür çatlakların nerde oluşabileceğinin ve oluşma aşamalarının çok iyi bilinmesi gereklidir. Elemandaki eğilme elastik bölgeyi geçmiş ve plastik bölgeye ulaşmışsa bu plastikleşen bölgeler metal yorgunluğu çatlağının başlıca oluştuğu noktalardır.

Metal yorgunluğu çatlaklarını belli başlı oluşma nedenleri

- Trafikteki ağır vasıtaların yoğunluğu
- Yaşlı köprüler
- Büyük gerilme değişimleri

- Bağlantı detaylarının tipi
- Fabrikasyon elemanların detay kaliteleri
- Malzemenin yorgunluk karşısındaki kararlılığı
- Kaynak kalitesi
- Çevresel sıcaklık



Şekil 3.20 Metal yorgunluğu çatlağı [20]

3.1.3.3 Aşırı Yüklerden Kaynaklanan Deformasyon

Aşırı yükler elemanın dizayn yükünü geçen yüklere denir. Çelik malzeme olarak sünek ve elastiktir. Akma noktası denilen seviyeye kadar yüklenen çelik yükleme kalktığında kalıcı deformasyon olmadan eski haline geri dönebilir. Akma noktasını geçen çelikte kalıcı plastik deformasyonlar oluşur.

Çekmeye çalışan çelik elemanında plastik deformasyon belirtileri:

- Çelik elemanında sünme.
- Çelik elemanın kesit alanında azalma.

Basınca çalışan çelik elemanında plastik deformasyon belirtileri:

- Basit yay şeklinde eğilme.
- Çift yay veya “S” şeklinde eğilme (genelde eleman ortadan tutulmuşsa bu eğilme biçimleri meydana gelir).

Aşırı yükler yapının genelinde plastik mafsallaşmalara ve deformasyonlara neden olacağı için göçmeye sebep olabilirler. Bu yüzden köprülerin aşırı yüklere maruz kalmasının engellenmesi hayati öneme sahiptir.

3.1.3.4 Kaza Hasarları

Köprü elemanlarına herhangi bir kara vasıtasının veya altından su yolu geçen köprülerde deniz vasıtalarını çarpması sonucu oluşan hasarlardır.

3.1.3.5 Aşırı Sıcaklık Hasarları:

Aşırı sıcaklara maruz kalan çelik elemanlarda çok ciddi deformasyonlar oluşur. Aşırı sıcaklıklara maruz elemanlarda sünme ve bel vermenin yanı sıra dönme, çarpılma ve birleşim elemanları (cıvata, perçin vs.) atması yaşanabilir.

Sıcaklığın çelik mukavemetine etkisi [20]:

- 204° - 260° C mukavemette etki başlar.
- 482° - 538° C mukavemette ciddi kayıp yaşanır.

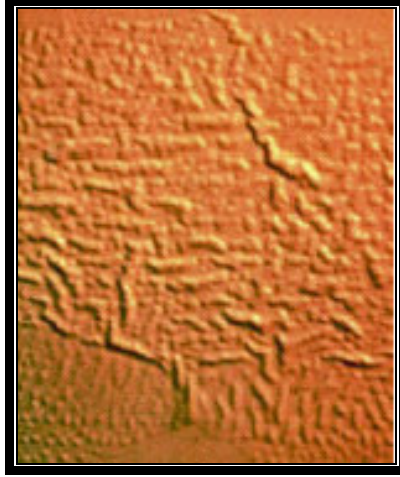


Şekil 3.21 Aşırı sıcaklık hasarları [20]

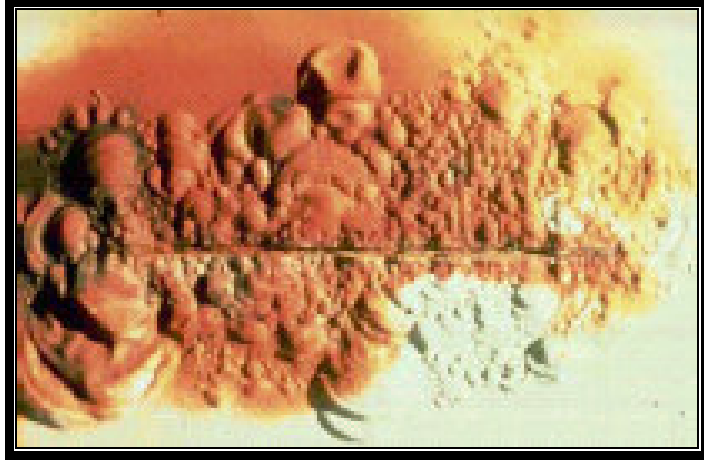
3.1.3.6 Boya Problemleri

Çelikteki belli başlı boya problemleri ve nedenleri:

- Temel boya problemleri: Bozulma, kılcal çatlaklar, çatlaklar ve kabarmalar.
- Boyada kabarcıkların temel sebebi, boyanma sırasında yüzeyin üstünde kalan yağ, su, tuz veya kimyasal madde kalmasıdır. Korozyon kabarcıkların altından başlayabilir.
- Boyanan yüzeyin altı eskiden paslı ise ve pas iyi temizlenmeden boya atılmışsa boyada sonradan atma, kabarma ve kavlama olur.
- Bazı mikro organizmalar. (bakteri, mantar vs.) boyanın bozulmasına neden olur.
- Islanma-kuruma döngüsüne maruz kalan boyada timsah sırtı çatlaklar oluşur. Timsah sırtı çatlaklar boyada geniş yüzeylere dağılmış kılcal çatlaklardır.



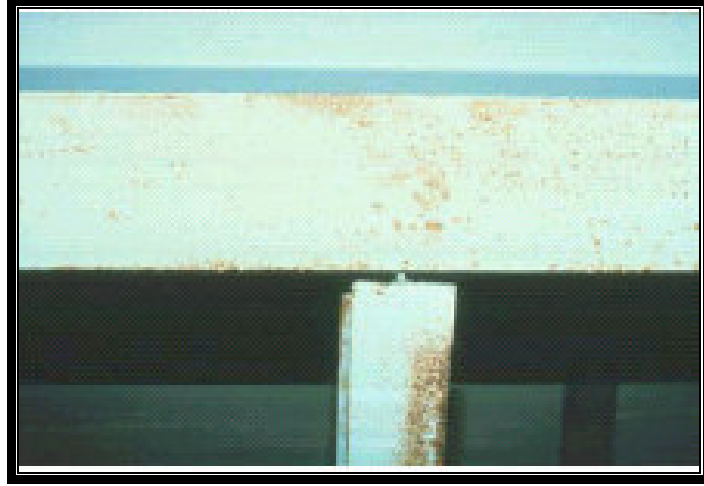
Şekil 3.22 Boya kabarması [20]



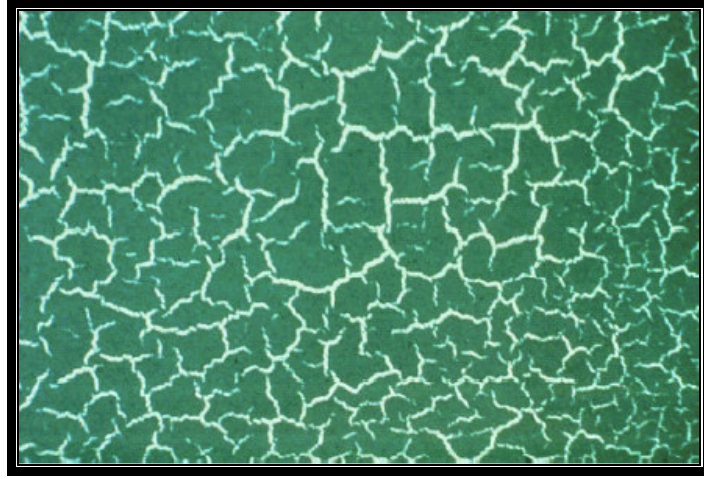
Şekil 3.23 İleri derecede paslanma [20]



Şekil 3.24 Boya kavlaması [20]



Şekil 3.25 Çillenme [20]



Şekil 3.26 Boyada timsah sırtı çatlaklar [20]

3.1.4 Çelik Köprü Elemanları İçin Kontrol Prosedürü

Çelik elemanların kontrolünde 3 temel yöntem vardır:

- Gözlemsel kontrol,
- Fiziksel kontrol,
- İleri kontrol yöntemleri ile kontrol,

Gözle kontrol: Çelik elemanlar korozyon, kesit kaybı, eğilme ve çatlaklar için gözle kontrol edilmelidir. Çelik elemanlarda metal yorgunluğu nedenine bağlı problemlerin oluşabileceği yerler ve bu probleme ait belirtilerin bazıları:

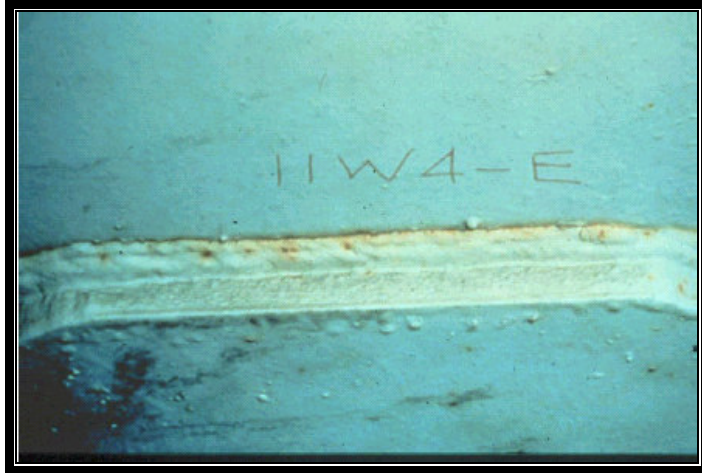
- *Eğrilmiş veya hasar görmüş elemanlar:* İlk etapta elemanın hasar nedenini tespit edilmelidir (kaza hasarları, aşırı yükleme, yangın vs.). Sonra orijinal yeri ile hasar sonrası yeri arasındaki deplasman, eleman yüzeyindeki çatlak, yırtık ve delikler bulunmalıdır.

- *Korozyon:* Elemanda kesit kaybı sebeplerini en başında bulunan korozyonun yerinin ve etkisinin iyice tespit edilmesi gereklidir. Çoğu zaman korozyon sadece görünen pas miktarı ile ölçülemez, bu yüzden gerekli fiziksel testler yapılmalıdır.



Şekil 3.27 Korozyon [20]

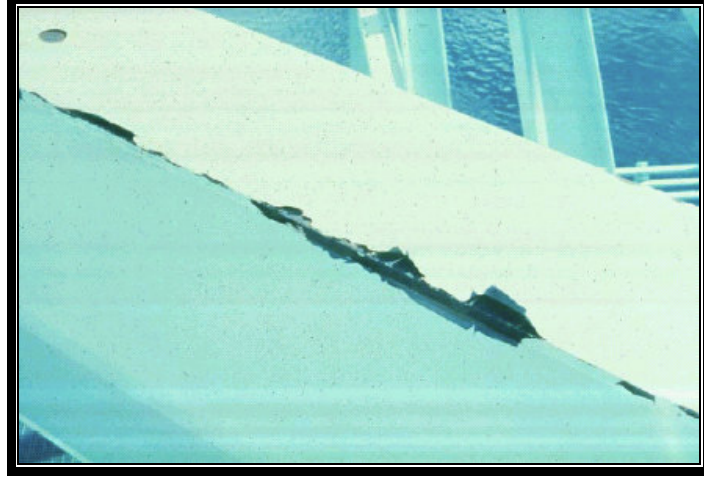
- *Metal yorgunluğu çatlakları:* Bu tür çatlakların görülebileceği belli başlı yerler kontrol edilmelidir.



Şekil 3.28 Metal yorgunluğu çatlakları [20]

- *Gerilmelere bağlı çatlaklar:* Tespit edilmiş bu tür çatlaklar en ince ayrıntısına kadar kaydedilmelidir.
- *Kayıp yapısal ve birleşim elemanları:* Bu elemanların yokluğu diğer elemanlara gerilmelerin eşit olmayan bir şekilde dağılmasına neden olur.
- Kaynak yerleri
- Daha önce yeterince dikkat edilmeden gelişmiş güzel tamir edilmiş, kaynaklanmış ve kesilmiş yerler.

- Aşırı derecede titreşime maruz kalan bölgeler.
- *Boya problemleri:* Çelik elemanlarda boya problemleri korozyona neden olacağından oluşma yerleri ve büyüklükleri ayrıntılı şekilde kaydedilmelidir.



Şekil 3.29 Boya atması [20]

Fiziksel kontrol: Çelik elemanların fiziksel kontrolü genelde çekiç ve tel fırça ile yapılır. Çelik için en büyük problem olan korozyonun, dolayısı ile kesit kaybının ne ölçüde olduğu tespit edilmeye çalışılmalıdır. Bunun için paslanmış bölge tel fırça ve çekiçle kazınarak problemin boyutu anlaşılmalı çalışılmalıdır.

İleri kontrol yöntemleri ile kontrol: Çelik elemanların kontrolü için ileri kontrol yöntemleri de mevcuttur. Bunlardan belli başlıları aşağıda gösterilmiştir:

- Akustik emisyon yöntemi,
- Bilgisayar yöntemleri,
- Korozyon sensörleri,
- Robot yardımıyla test.

3.1.5 Taş Köprülerde ve Harçta Bozulma Tipleri ve Nedenleri

- *Dökülme:* Yapıdan ufak malzemelerin dökülmesi.
- *Çatlama:* Yapıyı oluşturan taşların çatlaması.
- *Yangın:* Kagir yapılar yanmaz ama yangından etkilenebilir
- *Aşınma:* Yapıyı oluşturan taşların ufak tanecikler halinde aşınması



Şekil 3.30 Taş köprü [20]

Kâgir yapılarda bozulmaya sebep olan bazı nedenler:

- *Kimyasallar:* Yapıyı oluşturan taşları ve harcı kötü şekilde etkiler ve aşınmalar neden olabilir.
- *Hacim değişimleri:* Sıcaklığa bağlı hacim değişimleri ilk etapta önemsizdir ama zamanla yapıyı yıpratır.
- *Donma-çözünme:* Taşların içine nüfuz eden nem ve su donarak genişir. Bu genişirmede kayaların deforme olmasına neden olur.
- *Aşınma:* Aşınma genelde su ve rüzgâr etkisi ile olur ve yapıda oluşabilecek bozulmaların başlıca nedenlerindendir.
- *Bitkiler:* harç içinde büyüyecek bazı bitki türleri köklerinin salgıladığı enzimler yüzünden harca dolayısı ile yapıya zarar verirler. Ayrıca bazı sarmaşık türleri kimyasal olarak ta taşları yıpratır.
- *Su organizmaları:* suda yaşayan bazı organizma türleri yapıyı kimyasal olarak etkilemektedirler.

3.1.6 Taş Köprülerin ve Harcın Kontrol Prosedürü:

Taş köprülerin kontrolü betonarme yapıların kontrolüne benzer, bu yüzden taş köprülerle ilgili bakılması gereken durumlar için betonarme elemanların kontrol prosedürüne bakılmalıdır. Buna ilave olarak taş köprülerde harç kontrolüne çok dikkat etmek gerekmektedir.

3.2 ASMA KÖPRÜ SİSTEM ELEMANLARININ KONTROL PRÖSEDÜRÜ

3.2.1 Ana Kablo Ankraj Elemanları Kontrolü

1. Dağıtma konisi kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Kayıp ve eksik cıvatalar,
- Kablo kayması,
- Dağıtma eğeri çatlağı.



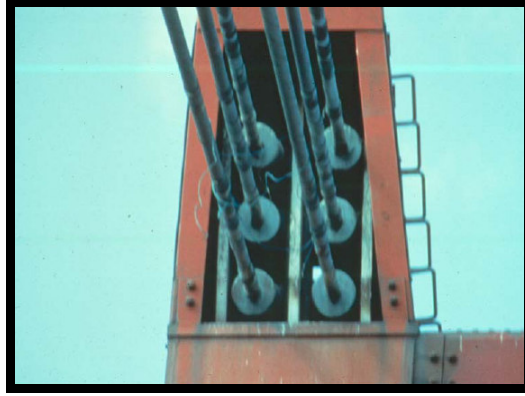
Şekil 3.31 Dağıtma konisi [20]

2. Dağıtma konisi ile ankraj bağlantı soketi ara kablolarında dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Koruyucu mantoda tahribat,
- Aşınma tahribatı,
- Korozyon,
- Yerinden oynama.

3. Bağlantı soketleri kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

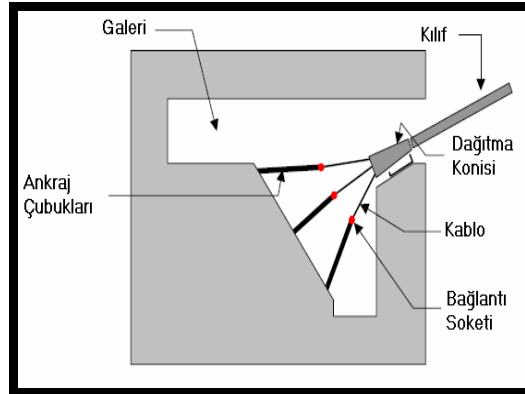
- Pabuç içi kablo girişinde kayma,
- Korozyon,
- Asimetrik hiza,
- Pabuç çatlağı.



Şekil 3.32 Ankraj kabloları [20]

4. Bağlantı soketleri kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Yerinden oynama,
- Bel verme ve sarkma,
- Korozyon,
- Kırık soketler,
- Paslanma ve boya atması.



Şekil 3.33 Bağlantı soketleri [20]

5. Ankraj çubukları kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Beton saplanma mahallinde,
 - a. Yerinden oynama,
 - b. Korozyon,
 - c. Tahribat.
- Aşırı gerilim etkileri (asimetrik yük etkisi).



Şekil 3.34 Ankraj çubukları [20]

6. Ankraj içi kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:
 - Çelik aksamda korozyon ve tahribat,
 - Su birikmesi ve girişi,
 - Uygun havalandırma şartları,
 - Betonda çatlak ve ufalanma.

3.2.2 Ana Askı Sistem Elemanları Kontrolü

1. Ana askı sisteminde aşınmış eleman ve uygunsuz sargı tespiti yapılacak mahaller:
 - Kabloların alçak noktaları,
 - Kablo bantları arası yakın mesafeler,
 - Kule üstü eğer takozu,
 - Ankraj bağlantı noktası civarı.



Şekil 3.35 Ana askı koruyucu elemanları [20]

2. Ana kablo koruyucu mantosu kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:
 - Çatlak, boya atması ve kara lekeler,
 - Kayıp manto elemanı,

- Su birikmesi ve girişi.



şekil 3.36 Ana askı kablo sargısı [20]

3. El halatları ve birleşim çubukları kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- ubuk birleşiminin bozulması,
- Halatta aşırı sarkma,
- Eğilmiş ve dönmüş ubuklar,
- Ankraj ve kulelerde birleşimin bozulması,
- ubuk ve halatlarda bozulma.



şekil 3.37 Ana askı el halatları [20]

4. Eğer takozu kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Kayıp ve eksik cıvatalar,
- Ana kablo kayması,
- Eğerde korozyon ve atlak,
- Kule üstünde veya destek elemanlarında uygun birleşim kontrolü.

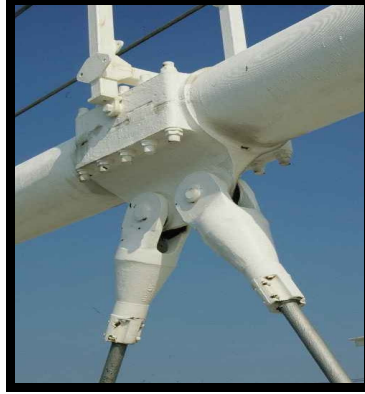


Şekil 3.38 Ana askı eğeri takozu [20]

3.2.3 Askı Kabloları ve Birleşimleri Kontrolü

1. Soketlerin kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Korozyon, çatlak ve bozulma,
- Köprü gövde bağlantısında aşınma,
- Gevşeme.



Şekil 3.39 Ana askı soketleri [20]

2. Kablo kılıfının kontrolünde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Kayıp ve eksik cıvatalar,
- Kılıf çatlağı,
- Askı eğerinde kırık,
- Kılıfta korozyon ve bozulma,
- Bantta sargı boşalması.



Şekil 3.40 Ana askı kılıfında kara leke [20]

3.3 GÖZLE KONTROL KRİTERLERİ VE KÖPRÜ ELEMANLARI DURUM DEĞERLENDİRMESİ

Kara Yolları Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan “ Köprülerin Gözle Muayenesi El Kitabında “ [29] köprülerin gözle kontrolü sırasında gözlenecek hasarların köprü durumuna etkisi düşünülerek yapılacak hasar-durum öncelik sıralaması aşağıdaki gibi yapılmıştır.

- 1-Araç veya yaya trafiği ile üçüncü şahısların güvenliğini doğrudan etkileyen problemler,
- 2- Direksiyon hakimiyeti ve sürüş kolaylığı gibi trafik güvenliğini dolaylı olarak etkileyen problemler,
- 3-Normal trafik akış hızını bozarak trafik güvenliğini dolaylı olarak ilgilendiren problemler,
- 4-Yapı elemanında yük taşıma kapasitesi kaybına yol açan problemler,
- 5-Yapı elemanının ekonomik ömrünü azaltan problemler,
- 6-Yaya veya araçların seyahat konforunu azaltan problemler,
- 7-Üçüncü şahıslar olarak adlandırılan ve köprüyü kullanmadığı için trafiğe dahil olmayan kişiler şeklinde tarif edilebilen, çevre sakinlerine rahatsızlık veren problemler.

Köprüleri yapısal olarak üstyapı servis, üstyapı ve altyapı şeklinde üç ana kısma ayırabiliriz. Üstyapı servis elemanları olarak kaplama, korkuluk, tabliye, kaldırım ve bariyerleri, üstyapı olarak köprü ana kirişlerini, enleme kirişleri ve mesnetleri, altyapı olarak ise orta ayakları, istinat duvarlarını ve temelleri sayabiliriz. Bu kısımda her bir köprü elemanının nasıl kontrol edileceğini, kontrol sırasında hangi elemanda hangi

problemlerle karşılaşılabilceğini, köprü eleman değerdendirmesinin nasıl olacağını ve gerekli durumlarda neler yapılması gerektiğı anlatılmıştır.

3.3.1 Köprü Üstyapı Servis Elemanları

3.3.1.1 Tabliye

Neler puanlanır: Tabliye puanlamasında tabliye betonu esas alınır. Tabliyenin üzerinde kaplama olup olmaması önemli değildir.

Neler kontrol edilir: Tabliye betonundaki oyuklar, çatlaklar ve her türlü diğer bozulma türleri kontrol edilir. Tabliye betonunda problem olması için genelde kaplamanın fonksiyonunu sağlayamaması gereklidir. Tabliye betonunda oluşması beklenen problemler aşağıda sıralanmıştır [29].. Döşemenin ahşap veya çelik olması halinde de döşeme muayenesi yapılmalı ve tespit edilen problemlerin kaydı yapılmalıdır.

Çatlaklar: Tabliye betonunda 2 mm. genişlik ve 50 cm. uzunluktan daha fazla ve çeşitli derinlik ve aralıklarda çatlaklar bulunması halidir. Bu genişlik ve uzunluktan daha büyük çatlaklar, döşeme betonu içerisine petrol artıkları, tuzlu su vb. zararlıların sızmasına ve ileride hem betonun iç yapısında kimyasal bozuşmalar nedeniyle mukavemet azalmasına, hem de donatıda paslanma nedeniyle kesit kaybı meydana gelmesine sebep olur. Bu problemler ise, döşeme ömrünü azalttığı gibi, daha ileri safhalarda beton dökülmeleri veya döşemenin delinmesine kadar varan yük taşıma kapasitesi kayıplarına sebep olarak trafik güvenliğı için tehlike oluştururlar.

Betonda Kabarma ve Dökülmeler: Döşemenin alt veya üst kısmındaki betonun araç çarpması, kirli agrega kullanılması, çimentonun bozuk olması, hava sıcaklığına göre yanlış kür uygulanması vb. herhangi bir nedenle çatlaması veya kabarmasının ardından kavlaması ve sonrasında yer yer veya bazı özel hallerde çapı 2 cm.'nin. üzerindeki çaplarda ön belirti göstermeksizin kendiliğinden ufalanıp dökülmesidir. Döşeme betonundaki kabarma ve kavlamalarla dökülmeler, özellikle üst geçit köprülerinde, köprü altındaki yaya ve araç trafiğinin güvenliğini tehlikeye sokmak yanında döşemenin taşıma kapasitesini azaltan veya ömrünü kısaltan bir problem olup, döşemenin delinmesi şeklindeki trafik güvenliğini en üst düzeyde bozan çok önemli bir hasarın da ilk belirtileri olmaları yönünden dikkatle değerdendirilmesi gereken hasarlardandır.

Donatının Açığa Çıkması: Döşemenin alt veya üstündeki betonun herhangi bir nedenle aşınarak veya kabarıp kavlayarak dökülmesi sonucunda, özellikle taşıyıcı olarak donatının yüksek oranda gerilme aldığı bölgelerde, betonarme donatısının açığa

çıkmasıdır [23]. Donatının açığa çıkarak dış hava koşulları ile temas etmesi, elemanın paslanma sonucunda zamanla kesit kaybına uğramasına neden olur. Paslanmış donatının betonla olan aderansının düşmesi, donatının betonla birlikte çalışmasını zayıflatarak beton yüzeyinde dökülmeler ve oyukluklar oluşmasına ve sonuçta döşemenin yük taşıma kapasitesi ile ömrünün azalmasına kadar varan problem ve hasarların oluşmasına neden olur.

Boşluk ve Oyuklar: Döşeme betonunun yeteri kadar sıkı olmaması, pas payı yetersizliği, agreganın segregasyona uğraması, beton dökümünün farklı zamanlarda yapılması, donatının sıklığına göre beton kıvamının iyi ayarlanamaması, kalıp hataları vb. sebeplerle veya herhangi bir nedenle beton yüzeyinde boşluk veya oyuklar olmasıdır [23]. Döşeme betondaki boşluk ve oyuklar betonun iç yapısının bozulması, donatının paslanması vb. gibi daha önemli problemlerin oluşmasına ortam hazırlarlar.

Su Sızıntısı: Döşeme betonundaki çatlak veya boşluklardan su sızması veya beton yüzeyindeki renkler, kireç kusması vb. problemlerle su sızdığının belirlenmesidir. Döşeme betonunun su sızdırması, beton veya donatının hasar görmesine ve donatı ile beton arasındaki aderansta kayıplar oluşmasına sebep olarak, döşemenin yük taşıma kapasitesini azaltan daha önemli problemlerin meydana gelmesine ortam hazırlar.

Puanlama: Tabliye durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.3)

Tablo 3.3 Tabliye durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Hiçbir problem yok
2	Orta	Kaplama problemlerinden dolayı tabliye betonu ortaya çıkmış ve yıpranma başlamış durumdadır.
1	Kötü	Tabliye betonunda donatı ortaya çıkacak seviyede oyuklar oluşmuştur.
0	Servis Dışı	Bordürdeki problemler araç geçişini engelleyecek seviyeye gelmiştir.

3.3.1.2 Kaplama

Neler puanlanır: Kaplamanın fiziksel durumu ve servis verebilirliği kontrol edilir.

Neler kontrol edilir: Köprü döşemesi üzerindeki kaplamanın cinsine bağlı olmaksızın kaplamada oluşması beklenen problemler aşağıda sıralanmıştır. Tabliye üzerinde herhangi bir kaplama yoksa bu durum muayene formunda belirtildikten sonra incelemeye geçilmelidir.



Şekil 3.41 Kaplama

Ondülasyon: Araç sürücüsünün direksiyon hakimiyeti ve sürüş kolaylığını bozarak trafik güvenliğini etkileyen ve seyahat konforunu azaltan, yüzey sularının drenajını zorlaştıran, kaplama yüzeyinde oluşmuş 15 mm. yükseklikten daha büyük kamburlaşma şeklinde bozulma, yarıma gibi genellikle fren nedeniyle yüzeye intikal eden sürtünme kuvvetinin sebebiyet verdiği, trafik yönüne dik doğrultuda dalga görünümlü kaplama hasar ve bozulmalarıdır.

Tekerlek izleri: Bisiklet ve motosiklet gibi küçük araçların şerit değiştirmelerini zorlaştırması nedeniyle sürücünün direksiyon hakimiyeti ve sürüş kolaylığını bozarak trafik güvenliğini etkileyen ve seyahat konforunu azaltan, yüzey suyu drenajını zorlaştırarak köprü üzerinde su gölcükleri oluşmasına neden olan, kaplama yüzeyinde oluşmuş, ağır araçların tekerlekleri arasındaki, mesafeye göre trafik doğrultusunda meydana gelen, köprü boyunca 15 mm' den daha derin ark görünümlü kaplama hasar ve bozulmalarıdır.

Çatlaklar: Seyahat konforunu bozacak şekildeki çeşitli boyutlarda ve köprü yüzeyinin %10'luk kısmından daha fazla oranda bir alana yayılmış, kaplama malzemesinin yaşlanmasından, yanlış seçiminden, karışım hatasından, uygulama sırasında hatalı ek teşkili veya elverişsiz hava koşullarında uygulanmasından yahut döşemedeki çatlakların yüzeye intikal etmesiyle ortaya çıkan veya bütün bu sayılan problemlerin bir araya gelmesiyle kaplamada meydana gelmiş olan çatlaklardır.

Boşluk ve Oyuklar: Bisiklet ve motosiklet gibi küçük araç sürücülerinin direksiyon hâkimiyeti ve sürüş kolaylığını bozarak trafik güvenliğini etkileyen ve seyahat konforunu azaltan, 10 mm. derinlik ve 30 cm. çaptan daha büyük boyutlarda, kaplama

malzemesinin herhangi bir nedenle yerinden kopması sonucunda köprü yüzeyinin bazı kesimlerinde oluşmuş oyuk şeklinde boşluklardır.

Puanlama: Kaplama durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.4)

Tablo 3.4 Kaplama durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Köprü üstyapısında herhangi bir yama tabakalaşma veya parçalanmaya rastlanmaz.
2	Orta	Köprü üstyapısındaki yama tabakalaşma veya parçalanma alanı toplamı toplam köprü alanı oranının %30'una kadar olmalı.
1	Kötü	Köprü üstyapısındaki yama tabakalaşma veya parçalanma alanı toplamı toplam köprü alanı oranının %30'undan fazla olmalı.
0	Servis Dışı	Köprü üstyapısındaki yama Tabakalaşma veya parçalanma oranı trafik geçişini engelliyecek seviyede olmalı.

3.3.1.3 Orta Ayıraç

Neler puanlanır: Orta ayıracın planlandığı gibi servis verebilirliğini devam ettirip ettiremediği kontrol edilir.

Neler kontrol edilir: Başlıca orta ayıraç tipleri taş, beton parapet, çelik bariyer ve yol çizgisidir. Orta ayıraçlar tek düzlemde çift yönlü trafiğin aktığı köprülerde bulunur. Orta ayıracın malzeme tipine göre eksik eleman olup olmadığı, orta ayıracın mütemadiliğini koruyup koruyamadığı ve orta ayıraçtaki bozulmaların derecesi kontrol edilir.



Şekil 3.42 Orta ayıraç

Puanlama: Orta ayıraç durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.5).

Tablo 3.5 Orta ayıraç durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Hiçbir problem yok
2	Orta	Orta ayıraç elemanlarında küçük bozulmalar başlamıştır.
1	Kötü	Orta ayıracın servis verebilirliği elemanlardaki bozulmalardan dolayı ciddi şekilde etkilenmiştir.
0	Servis Dışı	Orta ayıracın servis verebilirliğinden söz edilemez.

3.3.1.4 Kaldırım

Neler puanlanır: Kaldırımın yaya geçişi için servis verebilirliğinin ne seviyede olduğu ve varsa korkuluk bağlantısının durumu kontrol edilir.

Neler kontrol edilir: Aşağıdaki durumlar için kontrol yapılmalıdır:

- 1 Kaldırım yüzeyinin yaya geçişi için kalitesi,
- 2 Kaldırımı oluşturan taşların veya diğer elemanların hizaları veya düzensizlikleri,
- 3 Varsa kaldırım korkuluk bağlantısı,
- 4 Kaldırımı oluşturan herhangi bir parçanın köprüden aşağı düşme riski.

Puanlama: Kaldırım durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.6).

Tablo 3.6 Kaldırım durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Hiçbir problem yok
2	Orta	Kaldırımda küçük oyuklar oluşmaya başlamış veya kaldırımı oluşturan taşlar arasında hiza bozulması başlamıştır.
1	Kötü	Kaldırımdaki problemler yaya geçişini güçleştirmekte veya yayalara ciddi rahatsızlık vermektedir.
0	Servis Dışı	Kaldırım yaya geçişine müsaade etmeyecek derecede bozulmuştur.

3.3.1.5 Korkuluk

Neler puanlanır: Demir korkulukların yada demir parapetlerin servis verebilirlikleri ve fiziksel durumları puanlanır. Eğer demir korkuluklar ve parapetler aynı anda mevcutsa ikisinden en kötü durumda olanın puanlaması göz önünde bulundurulmalıdır.

Neler kontrol edilir: Aşağıdaki durumlar için kontrol yapılmalıdır[29].:



Şekil 3.43 Korkuluk

Korkulukta deformasyon: Araç çarpması, köprüden geçirilen tesisatın korkuluğa asılarak ankrajlanması veya korkuluk ankrajlarının sağlamlığını kaybetmeleri vb. nedenlerle korkulukta meydana gelen şekil bozukluklarıdır. Çocuk ve özürllüler başta olmak üzere yayaların trafik güvenliğini etkilediğinden, özellikle şehir içerisindeki köprülerde korkuluk deformasyonlarının yakından izlenmesi gerekir. Şekil bozukluluğunun tesisat askıları nedeniyle oluşması halinde tesisatın muhakkak konsol altındaki betona ankrajlanmak suretiyle konsollara asılı olarak geçirilmesi temin edilmelidir.

Korkulukta Paslanma: Havadaki nem oranının fazla olması, tuz veya boyanın bozulması vb. nedenlerle korkuluk profillerinde oluşan ve en önemsizinden, profillerin kesit kaybına neden olacak kadar ileri safhalara ulaşmış tüm paslanmalardır.

Korkuluk Elemanlarında Eksiklikler: Araç çarpması vb. sebeplerle korkuluğun yatay veya düşey elemanları ile cıvata veya somun gibi bağlantı elemanlarının yerinde bulunmamasıdır. Köprüyü kullanan yayalar için tehlike oluşturan ve köprünün şehir içinde veya dışında olmasına göre önemi ve hasar derecesi ön değerlendirmesi değişen eksikliklerdir.

Puanlama: Korkuluk durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.7).

Tablo 3.7 Korkuluk durum değeriendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Hiçbir problem yok
2	Orta	Korkuluklarda yıpranma başlamıştır. (korozyon, dökülme, ufalanma, boya problemleri)
1	Kötü	Korkuluk üstyapı bağlantısında problemler ve başlamıştır. Korkuluklarda kısmi süreksizlikler oluşmuş olabilir.
0	Servis Dışı	Korkuluk üstyapı bağlantısında ciddi problemler mevcuttur. Korkuluklar gerek araç gerek yaya güvenliğini sağlayamayacak durumdadır. Korkuluklarda süreksizlikler mevcuttur.

3.3.1.6 Drenaj

Neler puanlanır: Drenajın köprü üzerindeki suyu planlandığı gibi tahliye edip edemediği kontrol edilir.

Neler kontrol edilir: Köprü üzerindeki yüzeysel suları uzaklaştıran drenaj sisteminde oluşması beklenen problemler aşağıda sıralanmıştır. Yüzey suyu drenaj sisteminin unutulma veya ihtiyaç duyulmama gibi herhangi bir nedenle yapılmamış olması halinde bu durum kayıtlarda belirtilmelidir.



Şekil 3.44 Drenaj

Boru Hasarları: Yetersiz boru uzunluğu gibi yapım hataları da dahil drenaj borularındaki hasar ve bozulmalardır. Boru hasarları nedeniyle uzaklaştırılamayan yüzey sularının birçok köprü elemanına olumsuz yönde etkisi olmakla beraber özellikle üst geçit köprülerinde, borulardaki hasar durumunun yaya ve araç trafiğine olan etkisi göz önünde bulundurularak ön değeriendirme yapılmalıdır.

Tıkanmalar: Drenaj boruları ve garguylarda terassubat ve pislik birikmesi nedeniyle yüzey suyu uzaklaştırma işlevinin normal yapılamaması veya borunun tamamen tıkalı olmasıdır.

Giriş Ağzı Problemleri: Garguy veya drenaj borularının ağız kısımlarındaki kırılma, döşemede garguy etrafına terassubat birikmesi vb. nedenlerle yüzey suyu drenajının iyi yapılamamasıdır.

Puanlama: Drenaj durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.8).

Tablo 3.8 Drenaj durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Hiçbir problem yok
2	Orta	Drenaj ve garguylarda küçük problemler başlamıştır.
1	Kötü	Drenaj ve garguylarda ciddi problemler mevcuttur, biriken suyun tahliyesi sağlıklı değildir.
0	Servis Dışı	Drenaj ve garguylar fonksiyonunu tamamen kaybetmiştir.

3.3.1.7 Yaklaşım Plağı

Neler puanlanır: Yaklaşım plağının planlandığı gibi işlevselliğini sürdürüp sürdüremediği kontrol edilip gerekli puanlama yapılır.

Neler kontrol edilir: Yaklaşım plağı tipine bakılmaksızın plaklarda oluşması beklenen problemler aşağıda sıralanmıştır[29]. Statik yapıları itibarıyla yaklaşım plağına ihtiyaç duyulmayan köprüler dahil olmak üzere köprü üzerinde genleşme derzi bulunmuyorsa bu durum belirtilmelidir.

Gürültü: Yaklaşım plağı ankrajlarının gevşemesi veya tamamen boşalması yahut plak elemanlarının eskime, yıpranma veya herhangi bir nedenle hasar görmesi sonucunda, hareket halindeki tekerin çarpmasıyla oluşan aşırı ses ve 3. şahısları rahatsız edecek kadar anormal gürültü olmasıdır.

Su Sızıntısı: Plak elemanlarında su geçirimsizliğinin yok olması sonucu köprü üzerindeki yüzey sularının aşağıya akması veya sızmasıdır. Su sızıntıları üst geçit köprülerinde, alttaki trafiğin akışını etkiledikleri gibi yayalar için de rahatsızlık yaratır. Ayrıca sızan sular köprünün diğer elemanlarında da hasar, arıza veya bozulmalara yol açarak yapı elemanlarının ömürlerini azaltırlar.

Deformasyon: Araç sürücülerinin direksiyon hakimiyeti ve sürüş kolaylığını bozarak trafik güvenliğini etkileyen ve seyahat konforunu azaltan, aşınma, eskime, çarpma vb.

nedenlerle plak elemanında oluşan, 15 mm. den daha büyük kamburlaşma veya çukurlaşmalardır.

Boşluk ve Oyuklar: Bisiklet ve motosiklet gibi küçük araç sürücülerinin direksiyon hâkimiyeti ve sürüş kolaylığını bozarak trafik güvenliğini etkileyen ve seyahat konforunu azaltan, plak dolgu malzemesinin, herhangi bir nedenle yerinden çıkmasıyla oluşan, 10 mm. den daha derin oyuk şeklinde boşluklardır.

Eleman Kaybı: Plağı oluşturan elemanlarda, araç sürücüsünün direksiyon hakimiyetini ve sürüş kolaylığını bozarak trafik güvenliğini etkileyen derecelerden seyahat konforunu azaltan derecelere kadar çeşitli eksilmeler ve kayıplar olmasıdır.

Puanlama: Yaklaşım plağı durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.9).

Tablo 3.9 Yaklaşım plağı durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
3	İyi	Hiçbir problem yok
2	Orta	Yaklaşım plağında küçük problemler başlamıştır.
1	Kötü	Yaklaşım plağındaki problemler trafik akışını güçleştirmektedir.
0	Servis Dışı	Yaklaşım plağı fonksiyonunu tamamen kaybetmiştir.

3.3.2 Üstyapı Elemanları

3.3.2.1 Mesnet

Neler puanlanır: Tipi ne olursa olsun mesnetler puanlanır. Puanlama en kötü durumdaki mesnede göre yapılmalıdır. Mesnet puanlamasında kesinlikle mesnetlerin ortalama durumları göz önüne alınmamalıdır.

Neler kontrol edilir: Çatlak, Tabakalaşma, aşınma, paslanma, yatay veya dikey deplasman ve ezilme. Elastomer mesnetlerde ezilme oranı mesnet yüksekliğinin %25'ini bulmuşsa mesnet özelliğini yitirmiş durumdadır. Ayrıca aşağıdaki durumlar için kontrol yapılır[29].



Şekil 3.45 Mesnet

Metalik Mesnet Hasarları: Mesnedin ana yapısında; çatlama, kırılma, kılavuzdan kayma, aşırı dönme veya deplasman vb. problemler olarak gözlenen ve herhangi bir nedenle mesnetle köprü üst yapısı davranışlarının birbirlerine uymamasından kaynaklanıp ortaya çıkan hasarlardır.

Ana Hasarlar: Seçilen mesnet tipinin köprünün gerçek çalışma ortam ve şartlarına uygunsuzluğundan veya deprem yükleri gibi mesnet şartlarının hesap ve projelendirme esaslarına uymamasından kaynaklanan hasar tipidir. Seçilen mesnedin kirişten daha sağlam olması halinde ise, aynı problemler bu sefer kirişin kendi mesnetlenme bölgesinde çatlama, kırılma vb. problemler olarak görülür.

Eleman Kaybı: Mesnede oluşturan elemanların mesnetteki zorlanmalar veya herhangi bir şekilde kırılıp parçalanarak kaybolmalarıdır. mesnet elemanlarındaki eksiklik, mesnedin kendisinden beklenen davranışı tam olarak yerine getirememesi nedeniyle daha fazla zorlanmasına, böylece de ömrünün azalmasıyla birlikte, kiriş mesnetlenme şartlarının uygun olmayan koşullara gelmesiyle bu sefer kirişte bir takım hasarlar oluşmasına neden olur.

Ankraj Hasarları: Mesnedin parçalarını kirişe veya başlık kirişindeki mesnet yatağına sabitleyen ankraj bulonları veya levhalarında, çelik veya beton malzemenin yorulması, eskimesi, zorlanması gibi çeşitli nedenlerle oluşan, çatlama, eğrilme, kesilme, kopma, somun gevşemesi veya kaybı vb. hasarlardır. Mesnet ankrajındaki hasarlar, üst yapıdan gelen yüklerin alınmasında ve alt yapıya intikal ettirilip dağıtılmasında gerilme yığılmaları yaratacağından daha önemli problemlere zemin hazırlarlar.

Mesnet Yatağı Hasarları: Mesnedin oturduğu ve üst yapıdan gelen yüklerin mesnet aracılığı ile alt yapıya intikal ettirildiği başlık kirişi veya mesnet bandı kısmındaki betonlarda çatlama, yarıлма, ezilme, beton dökülmeleri vb. problemlerdir.

Elastomerik Mesnet Hasarları: Gözle muayenesi zor olmakla birlikte elastomerik mesnetlerde gözlem sonucu anlaşılabilecek başlıca problemler aşağıda sıralanmıştır.

Yüzey Düzensizlikleri: Elastomer mesnedin; projelendirilmeye esas yüklerden daha büyük yatay yükler etkisi altında çalışması, hatalı olarak imal edilmiş olması veya elastomerik mesnedi oluşturan kauçuk malzemenin yaşlanma, yıpranma vb. sebeplerle bozulması sonucunda özelliğini kaybederek yüzeyinin çatlaması, çelik plakalarla arasındaki aderansın kaybolması sonucunda plakaların açığa çıkıp paslanması ve kabarmasıdır.

Kayma ve Deformasyon: Elastomer mesnedin kiriş altına simetrik olarak yerleştirilmesine rağmen farklı oturması veya kendi eksenini etrafında dönmesi ile karşılıklı kenarlarındaki çökme miktarlarının farklı olduğunun gözlenmesidir.

Mesnet Yatağı Hasarları: Mesnedin oturduğu ve üst yapıdan gelen yüklerin mesnet aracılığı ile alt yapıya intikal ettirildiği başlık kirişi veya mesnet bandı kısmındaki betonlarda çatlama, yarıлма, ezilme, beton dökülmeleri vb. problemlerdir.

Puanlama: En kötü durumdaki mesnet göz önüne alınarak puanlama yapılır. Puanlamada mesnetlerin gelen yükler altında yapısal durumları kontrol edilir. Mesnet durum değerlendirme tablosuna bakınız.(Tablo 3.10).

Tablo 3.10 Mesnet durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
5	Çok İyi	Mesnet yeni.
4	İyi	Mesnette yapısal hiçbir problem yok.
3	Orta	Mesnette küçük derecede yıpranma başlamış.
2	Kötü	Mesnette yıpranma, aşınma, korozyon, ezilme başlamış.
1	Kritik	Mesnet fonksiyonunu kaybedecek derecede ezilmiş, yıpranmış, korozyona uğramış veya yerinden oynamış.
0	Servis Dışı	Mesnet fonksiyonunu tamamen kaybetmiş.

3.3.2.2 Enleme Kirişler

Neler puanlanır: Enleme kirişlerin yapısal durumları, işlevsellikleri ve birbirleriyle bağlantıları kontrol edilir.

Neler kontrol edilir:

1 Genel: Elemanların yatay veya dikey deplasmanları, hizalarındaki bozulmalar ve sehimleri kontrol edilir. Ayrıca yapısal durumu etkilemiş kaza hasarlarında bakmak gereklidir.

2 Betonarme elemanlar: Betonarme elemanlarda çatlak, korozyon, ufalanma, aşınma ve çiçeklenme durumları kontrol edilir.

3 Çelik Elemanlar: Çelik elemanlarda korozyon, çatlak, burkulma ve eleman birleşimleri kontrol edilmelidir.

4 Kâgir kemerler: Kâgir yapılarda yıpranma ve çatlaklara dikkat edilmelidir. Ayrıca elemanlar arasındaki harç kontrol edilmelidir.

5 Ahşap elemanlar: Ahşap elemanlarda çürüme, böcek saldırısı ve yangın hasarlarına dikkat etmek gerekir.

Puanlama: Çelik enleme kirişler için çelik elemanların (Tablo 3.11) durum puanlaması tablosuna, betonarme elemanlar için betonarme elemanların durum puanlaması tablosuna (Tablo 3.13) bakınız.

3.3.2.3 Ana Kirişler

Neler puanlanır: Ana kirişlerin yapısal durumları, işlevsellikleri ve birbirleriyle bağlantıları kontrol edilip puanlama yapılır.

Neler kontrol edilir: Ana kirişler için aşağıda belirtilen durumların kontrolü yapılır.

1 Ana kirişlerde yüzeysel olarak alttan gözle çatlak kontrolü yapılır.

2 Kirişlerde mesnetten itibaren yatay yada düşey deplasman olup olmadığı kontrol edilir[21].

3 Kiriş bağlantıları ve kiriş hizaları kontrol edilir.

4 Betonarme kirişlerde ufalanma, bozulma, çiçeklenme, korozyon olup olmadığı kontrol edilir.

5 Çelik kirişlerde korozyon, pas ve boya bozulması kontrolü yapılır.



Şekil 3.46 Ana kirişler

Puanlama: Çelik enleme kirişler için çelik elemanların durum puanlaması tablosuna, betonarme elemanlar için betonarme elemanların durum puanlaması tablosuna bakınız.

3.3.2.4 Çelik Çaprazlar

Neler puanlanır: Ana kirişlerin yapısal durumları, işlevsellikleri ve birbirleriyle bağlantıları kontrol edilip puanlama yapılır.

Neler kontrol edilir: Çelik elemanlar için aşağıda belirtilen durumlar için kontrol yapılır[3].

1. Elemanlarda yüzeysel paslanma, korozyon, çatlak ve kesit kaybı olup olmadığı kontrol edilir.
2. Düğüm noktalarındaki bayrak levhası, cıvatalar veya kaynak kontrol edilir.
3. Elemanlarda deplasman, sehim ve hiza kaybı olup olmadığı kontrol edilir.

Puanlama: Çelik çaprazlar için çelik elemanların durum puanlaması tablosuna (Tablo 3.11) bakınız.

3.3.3 Altyapı Elemanları

3.3.3.1 Kenar Ayaklar

Neler puanlanır: Kenar ayakların, kenar ayak başlık kirişlerinin, kulakların, istinat duvarlarının, temellerin ve kazıkların fiziksel durumları ve işlevsellikleri kontrol edilir.

Temel Problemler: Kenar ayak genel problemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir[22].

1. Kenar ayakta dönme,
2. Kenar ayakta yatay deplasman,

3. Kenar ayakta oturma,
4. Kenar ayakta malzeme problemleri.

Kenar ayakta dönme probleminin sebepleri:

- Su aşındırması,
- Dolgunun suya doymuş olması,
- Dolgunun erozyona maruz kalması,
- Temelin yanlış dizayn edilmesi.

Kenar ayakta yatay deplasman probleminin sebepleri:

- Şev problemleri,
- Sızıntı,
- Zemin davranışında değişimler,
- Yanlış dizayn.

Kenar ayakta oturma probleminin sebepleri:

- Zemin mukavemeti problemleri,
- Zeminde konsolidasyon,
- Su aşındırması,
- Çatlaklar,
- Yanlış dizayn.

Kenar ayakta malzeme problemleri sebepleri:

- Yetersiz drenaj,
- Su aşındırması,
- Çatlaklar.



Şekil 3.47 Kenar ayak

Neler kontrol edilir: Kenar ayakta erozyon, su aşındırması, deplasman ve oturma olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca drenaj sisteminin uygun şekilde çalışıp çalışmadığı, mesnet kenar ayak birleşim noktalarında yapısal problem olup olmadığı da kontrol edilmelidir.

Puanlama: Kenar ayaklarda betonarme elemanların puanlaması “ betonarme elemanlar için puanlama kriterlerine (Tablo 3.13)” göre ve çelik elemanların puanlaması “ çelik elemanlar için puanlama kriterlerine (Tablo 3.11) ” göre yapılır.

3.3.3.2 Orta Ayaklar:

Orta ayaklar köprünün ara taşıyıcılarıdır. Farklı (betonarme, çelik vb.) malzemelerden inşa edilmiş olabilirler.

Neler puanlanır: Orta ayakların fiziksel durumları ve işlevsellikleri kontrol edilir.

Neler kontrol edilir: Orta ayaklardaki problemler ve problemlerin nedenleri genelde kenar ayaklardakilerle aynıdır. Orta ayaklarda erozyon, su aşındırması, deplasman ve oturma kontrolleri yapılır. Ayrıca orta ayaklarda çatlak gibi malzeme bozulması problemleri kontrol edilir.



Şekil 3.48 Orta ayaklar

Puanlama: Orta ayaklarda betonarme elemanların puanlaması (Tablo 3.13) “betonarme elemanlar için puanlama kriterlerine” göre, çelik elemanların puanlaması “çelik elemanlar için puanlama kriterlerine (Tablo 3.11)” göre yapılır.

Çelik elemanlar: Çelik elemanlar durum değerlendirme tablosuna bakınız. (Tablo 3.11).
Betonarme elemanlar: Betonarme elemanlar durum değerlendirme tablosuna bakınız. (Tablo 3.13).

Tablo 3.11 Çelik elemanlar durum değerlendirme tablosu

Puan	Durum	Açıklama
5	Çok İyi	Elemanlarda hiçbir korozyon izine rastlanmaz. Boya fonksiyonunu yerine getirecek kadar iyi durumdadır.
4	İyi	Aktif korozyona rastlanmaz. Çillenme şeklinde yüzeysel paslanma yer yer başlangıç aşamasındadır. Boyanın fonksiyonelliğinin etkilendiğine dair öncü belirtiler başlamış bulunmaktadır.
3	Orta	Elemanlarda kesit kaybına dair iz bulunmamaktadır. Yüzeysel veya çillenme şeklindeki paslanma ileri seviyededir.
2	Kötü	Elemanlarda kesit kaybı gözlenmemekle beraber paslanma ileri seviyededir ve boyanın koruyuculuğundan söz edilemez.
1	Kritik	Elemanlarda kesit kaybı gözlenmeye başlamıştır. Elemanların nihai yük yaşama kapasitesindeki düşüş gerekli tahkiklerle kontrol edilmelidir.
0	Servis Dışı	Elemandaki kesit kaybı elemanın fonksiyonelliğini ciddi şekilde etkilemiş veya dönüşü olmayacak şekilde kaybetmesine neden olmuştur.

Tablo 3.12 Çelik elemanlar tavsiye tablosu

Puan	Durum	Açıklama
5	Çok İyi	Hiçbir şey yapılmaz.
4	İyi	Hiçbir şey yapılmaz veya gerekli görülürse paslı bölge temizlenip yeniden boyanabilir.
3	Orta	Paslı bölge temizlenip yeniden boyanmalıdır.
2	Kötü	Sistem iyice temizlenip yeniden boyanmalıdır.
1	Kritik	Gerekli güçlendirme faaliyeti tespit edilip uygulanmalıdır.
0	Servis Dışı	Sistemin yapılacak güçlendirme faaliyeti ile yeniden faaliyete geçip geçemeyeceği araştırılmalıdır. Gerekli görülürse sistem veya eleman tamamen devreden çıkarılmalıdır.

Tablo 3.13 Betonarme elemanlar durum değerlendirme tablosu

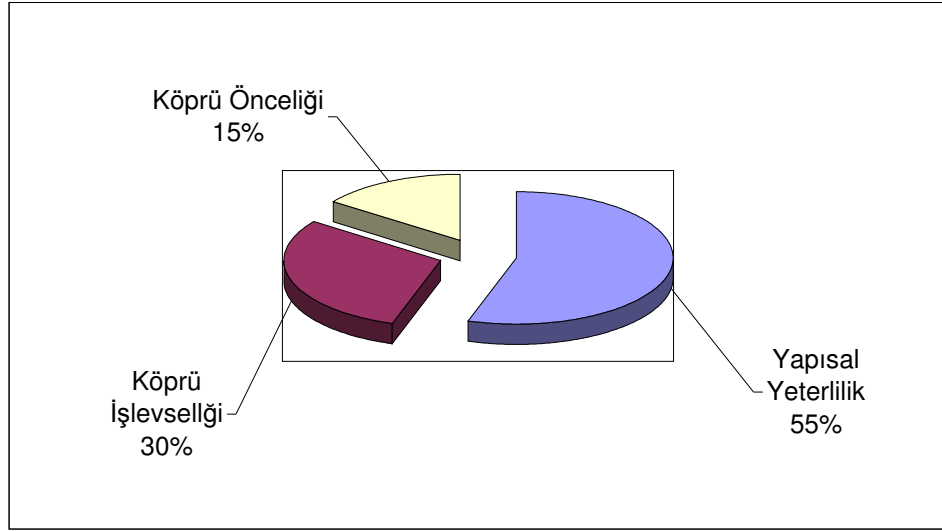
Puan	Durum	Açıklama
5	Çok İyi	Elemanda gözle görülebilir hiçbir problem yoktur.
4	İyi	Elemanda çiçeklenme, renk atma veya yer yer önemsiz yüzeysel çatlaklar gibi çok hafif yıpranma işaretleri gözlenmeye başlamıştır.
3	Orta	Küçük kılcal çatlaklara rastlanabilir (0,5 mm' den küçük). Paspayı iyi durumdadır ve donatı ortaya çıkmamıştır.
2	Kötü	Elemanda ufalanma ve yıpranma başlamıştır. 0,5 mm' den büyük kılcal çatlaklara rastlanabilir. Yer yer paspayında bozulmalara rastlanır. Donatıda korozyon başlamış olmasına rağmen elemanın servis verilebilirliğine bir etkisi yoktur.
1	Kritik	Elemanda ileri derecede yıpranma gözlenir. Donatıdaki korozyon ve betondaki kesit kaybı elemanın servis verilebilirliğini etkilemiştir.
0	Servis Dışı	Elemandaki korozyon ve kesit kaybı elemanın servis verilebilirliğini kaybetmesine neden olmuştur.

Tablo 3.14 Betonarme elemanlar tavsiye tablosu

Puan	Durum	Açıklama
5	Çok İyi	Hiçbir şey yapılmaz.
4	İyi	Hiçbir şey yapılmaz.
3	Orta	Hiçbir şey yapılmaz veya kılcal çatlaklar çimento şerbeti ile kapatılır.
2	Kötü	Kılcal çatlaklar çimento şerbeti veya epoksi ile kapatılır. Paspayında ki atmalar çimento şerbeti ile yamanır.
1	Kritik	Gerekli görülen güçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
0	Servis Dışı	Sistemin yapılacak güçlendirme faaliyeti ile yeniden faaliyete geçip geçemeyeceği araştırılmalıdır. Gerekli görülürse sistem veya eleman tamamen devreden çıkarılmalıdır.

3.4 KÖPRÜ GENEL PUANININ HESAPLAMASI

Köprü puanı hesabı “Yapısal yeterlilik (S_1)”, “Köprü işlevselliği (S_2)” ve “Köprü önceliği (S_3)” olarak adlandırabileceğimiz 3 temel puanın toplanması ile bulunur.



Şekil 3.49 Köprü puanı hesabı temel kısımları [13]

3.4.1 Yapısal Yeterlilik Puanı (S_1) Hesabı

S_1 hesabında ilk önce altyapı ve üstyapı durumu katkı oranı değişkeni (A)'nın hesap edilmesi gerekmektedir. Bunun için ilk olarak altyapı ve üstyapı genel puanlarının küçük olanı alınır ve verilen puan aralıkları ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucunda A '0' ile '55' arasında değer alır. Eğer $A=0$ çıkmışsa köprü altyapısı mükemmel seviyededir, eğer $A=55$ çıkmış ise köprü altyapısı tamamıyla servis dışıdır demektir. A'nın hesabından sonra ise yük kapasitesi katkı oranı değişkeni (B)'nin hesabı yapılır. B '0' ile '55' arasında değer alır. Eğer yük taşıma kapasitesi yeterli ise B ya 0 ya da 0'a yakın değerler alır. B'nin hesabında kullanılan formül istatistiksel yaklaşımlarla ampirik olarak bulunmuştur.

3.4.1.1 Altyapı ve Üstyapı Durumu Katkı Oranı Değişkeni (A)'nın Hesabı

Altyapı puanı= altyapı ve üstyapı puanı= üstyapı

$$\min(\text{altyapı}, \text{üstyapı}) = X \Rightarrow$$

$$0,0 < X \leq 1,0 \Rightarrow A = 55$$

$$1,0 < X \leq 1,5 \Rightarrow A = 40$$

$$1,5 < X \leq 2,0 \Rightarrow A = 25$$

$$2,0 < X \leq 3,0 \Rightarrow A = 10$$

$$X \geq 3,0 \Rightarrow A = 0$$

3.4.1.2 Yük Kapasitesi Katkı Oranı Değişkeni (B)' nin Hesabı

$$B = (32,4 - \text{Ykkapasitesi})^{1,5} \otimes 0,3254$$

(Formül 3.1)

$$\text{yada } (32,4 - \text{Ykkapasitesi}) \leq 0 \Rightarrow B = 0$$

(Formül 3.2)

$$0 < B \leq 55$$

A ve B hesap edildikten sonra toplanılırlar ve % 55' ten çıkarılırlar.

$$S_1 = 55 - (A + B)$$

(Formül 3.3)

$$0 < S_1 \leq 55$$

3.4.2 Köprü İşlevsellik Puanı (S₂) Hesabı

Köprü işlevsellik puanı (S₂)'nin hesabında ilk önce üstyapı servis katkı oranı (j)'nin hesap edilmesi gerekmektedir. Eğer styapı servis yeterli ise (j) 0 yada 0' a yakın bir değer alır, yetersiz ise 15 yada 15' e yakın bir değer alır. Bunun ardından araç geçiş kolaylığı katkı oranı (H) hesap edilir. (H)'ın hesap mantığı (j) ile aynıdır. En sonunda ise (j) ile (H) toplanarak % 30'dan çıkarılır, böylece (S₂) hesap edilmiş olur.

3.4.2.1 Üstyapı Servis Katkı Oranı (j)' nin Hesabı

Üstyapı servis puanı= SP

$$0,0 < \text{SP} \leq 0,5 \Rightarrow j = 15$$

$$0,5 < \text{SP} \leq 1,0 \Rightarrow j = 10$$

$$1,0 < \text{SP} \leq 1,5 \Rightarrow j = 7$$

$$1,5 < \text{SP} \leq 2,0 \Rightarrow j = 3$$

$$\text{SP} \geq 2,0 \Rightarrow j = 0$$

3.4.2.2 Araç Geçiş Kolaylığı Katkı Oranı (H) Hesabı

Araç geçiş kolaylığı katkı oranı (H)'ı hesap edebilmek için şerit başına yıllık ortalama günlük araç geçiş yoğunluğu (X) ve köprü şerit genişliği (Y) hesap edilir. Ardından (H) (X), (Y) ve şerit sayısına göre hesap edilir.

şerit sayısı= Sř ve yol genişliği=YG

$$X = YOGT / řS$$

(Formül 3.4)

$$Y = YG / \S S$$

(Formül 3.5)

$$\S S = 1 \Rightarrow$$

$$Y < 14 \Rightarrow H = 15$$

$$14 \leq Y < 18 \Rightarrow H = 3,25 \otimes (18 - Y)$$

$$18 \leq Y \Rightarrow H = 0$$

$$\S S \geq 2 \Rightarrow$$

$$\S S = 2 \wedge Y \geq 16 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S = 3 \wedge Y \geq 15 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S = 4 \wedge Y \geq 14 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S = 5 \wedge Y \geq 12 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S > 1 \Rightarrow$$

$$50 < X \leq 125 \Rightarrow$$

$$Y < 10 \Rightarrow H = 15$$

$$10 < Y < 14 \Rightarrow H = 5 \otimes (14 - Y)$$

$$Y \geq 14 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S > 1 \Rightarrow$$

$$125 < X \leq 375 \Rightarrow$$

$$Y < 11 \Rightarrow H = 15$$

$$11 < Y < 14 \Rightarrow H = 5 \otimes (14 - Y)$$

$$Y \geq 14 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S > 1 \Rightarrow$$

$$375 < X \leq 1350 \Rightarrow$$

$$Y < 12 \Rightarrow H = 15$$

$$12 < Y < 16 \Rightarrow H = 3,25 \otimes (14 - Y)$$

$$Y \geq 16 \Rightarrow H = 0$$

$$\S S > 1 \Rightarrow$$

$$1350 \leq X \Rightarrow$$

$$Y < 15 \Rightarrow H = 15$$

$$15 < Y < 16 \Rightarrow H = 15 \otimes (16 - Y)$$

$$Y \geq 16 \Rightarrow H = 0$$

H ve j hesap edildikten sonra toplanılırlar ve % 30'dan çıkarılırlar.

$$S_2 = 30 - (j + H)$$

(Formül 3.6)

$$0 \leq S_2 \leq 30$$

3.4.3 Köprü Öncelik Puanı S_3 Hesabı

Köprü öncelik puanı S_3 hesabında YOGT, alternatif mesafe, köprü yeterlilik puanı ve köprü işlevsellik puanı göz önünde bulundurulur. Aşağıdaki işlemlerin ardından köprü öncelik puanı S_3 hesaplanmış olur.

Alternatif mesafe: AltM

$$K = (S_1 + S_2) \div 85 \quad (\text{Formül 3.7})$$

$$A = (YOGT \times AltM \times 15) \div (200000 \times K) \quad (\text{Formül 3.8})$$

$$0 \leq A \leq 15$$

$$S_3 = 15 - A \quad (\text{Formül 3.9})$$

3.4.4 Köprü Genel Puanı Hesabı

Köprü genel puanı “Yapısal yeterlilik (S_1)”, “Köprü işlevselliği (S_2)” ve “Köprü önceliği (S_3)” puanlarının toplanması ile bulunur.

Köprü puanı= KP

$$KP = (S_1 + S_2 + S_3) \quad (\text{Formül 3.10})$$

BULGULAR

4.1 VERİ TABANI YAPISI

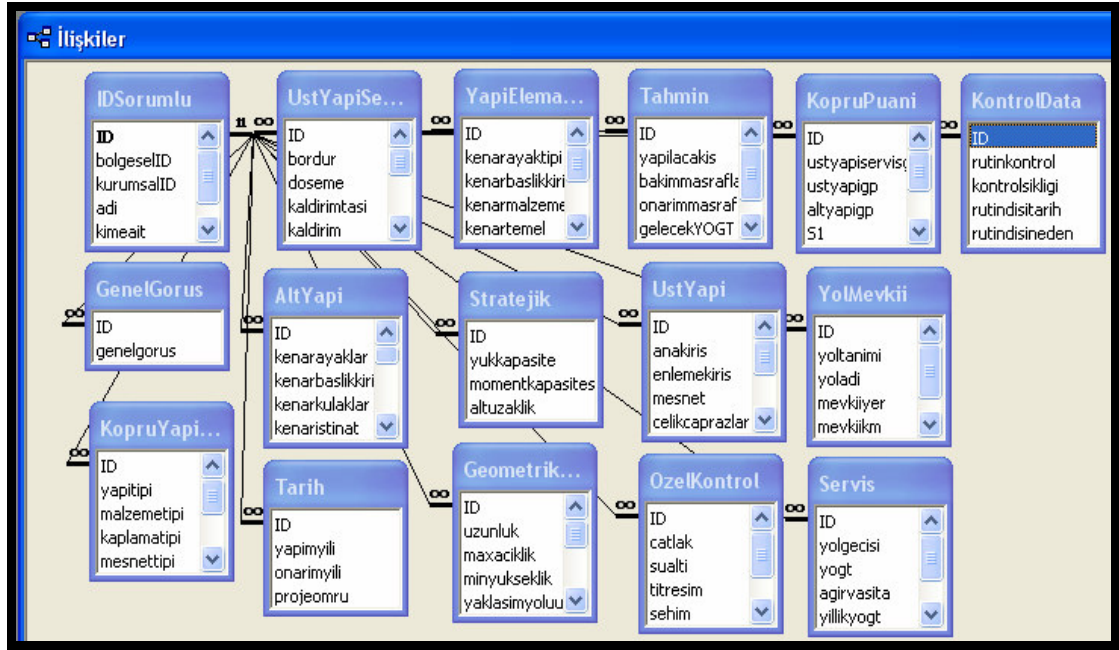
Geliştirdiğim yazılımın amacı köprü envanter bilgilerini depolamak ve köprü öncelik puanını hesaplamak. Bu yazılımın arayüzü Visual Studio 6.0 yazılım geliştirme ortamı altında ve Visual Basic programlama dili kullanarak geliştirilmiştir. Veri tabanı ise Microsoft Access kullanarak tasarlanmıştır.

Bu yazılım kullanıcının köprü envanter bilgilerini çok rahat şekilde depolamasını sağlamaktadır ve daha sonra bu bilgileri kolayca arama ve güncelleme imkanını sağlamaktadır.

Veri tabanı (oldbridge.MDB) Microsoft Access kullanarak tasarlanmıştır ve onaltı tablodan ibarettir. Program arayüzü ile veritabanı arasında veritabanı kontrol elemanı (Data control) kullanarak bağlantı sağlanmaktadır. Bu tabloların arasında IDSorumlu tablosu ana tablo olarak hazırlanmıştır, çünkü bu tablo birincil anahtar (primary key) olan ID alanını (field) içermektedir. Diğer tablolar ise ID alanını ikincil anahtar olarak içerir ve IDSorumlu tablosuna ID alanı aracılığı ile “bire-çok” (one-to-many) olarak ilişkilendirilir (Şekil 4.1).

Veritabanındaki depolanan bilgilerinden kolayca yararlanmak için bu veritabanı dosyası Sorgu (Query) nesnesi “Köprü Rapor” adlı sorgu içermektedir. Bu sorgunun SQL diline karşılık gelen sorgu cümlesi aşağıdaki gibidir:

```
SELECT IDSorumlu.ID, IDSorumlu.adi, YolMevkii.yoladi, Servis.yogt,
Tarih.yapimyili, GeometrikBilgi.uzunluk, GeometrikBilgi.toplamyolen,
KopruYapiTipi.yapitipi, KopruYapiTipi.malzemetipi,
KopruYapiTipi.mesnettipi, Stratejik.yukkapasite,
KopruPuani.ustyapiservisgp, KopruPuani.ustyapigp,
KopruPuani.altyapigp, KopruPuani.koprupuani
FROM (((((IDSorumlu INNER JOIN KopruPuani ON IDSorumlu.ID =
KopruPuani.ID) INNER JOIN Stratejik ON IDSorumlu.ID = Stratejik.ID)
INNER JOIN YolMevkii ON IDSorumlu.ID = YolMevkii.ID) INNER JOIN Servis
ON IDSorumlu.ID = Servis.ID) INNER JOIN KopruYapiTipi ON IDSorumlu.ID
= KopruYapiTipi.ID) INNER JOIN Tarih ON IDSorumlu.ID = Tarih.ID) INNER
JOIN GeometrikBilgi ON IDSorumlu.ID = GeometrikBilgi.ID;
```



Şekil 4.1 Tablolar arasındaki ilişki yapısı

Bu sorgunun sonucu ise aşağıdaki şekildeki gibi bir tablo oluşturmaktadır (Şekil 4.2).

Köprü Rapor: Seçme Sorgusu

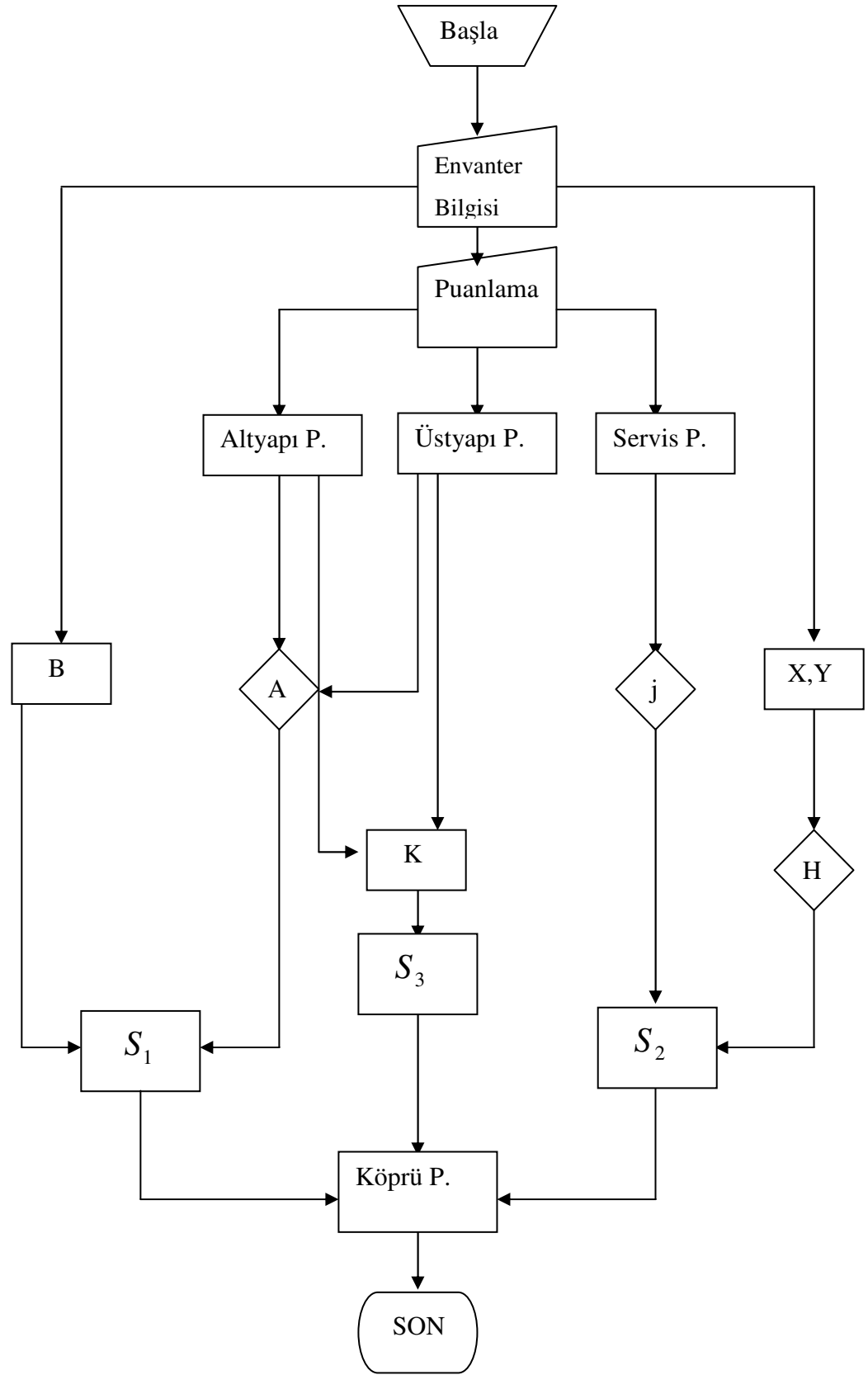
	ID	Adı	yoladı	YOGT	Yapım Yılı	Uzunluk	Yol En	Tipi	Malzeme	Mesnet	Yük	Genel Pn.
	100	Sirinevler		50	1975	60	30	kafes kiris	beton	elastomer	30	91,281786
	500	k13		25	1983	150	40	yekpare	beton		15	61,848097
	700	k50		50	2001	50	40				30	83,785508
	800	k250		25	1999	50	25				40	37,492917
	900	b75		1000	19801	25	20				40	29,575
	200	avcılar		250	1970	55	35	t kiris			20	70,762873
	300	adapazari		75	1985	100	18	kutu	öngerilmeli	elastomer	40	92,493831

Şekil 4.2 Sorgu ekranı

Gerektiğinde bu veritabanına yeni sorgular eklenebilir veya mevcut olan sorgu güncelleştirilebilir.

4.2 KÖPRÜ ENVANTER PROGRAMI

Köprülerde kontrol ve bakım yönetimi için dahada genelinde köprü yönetimi için birinci şart kapsamlı bir köprü envanter programına sahip olmaktır. Tezin önceki kısımlarında bahsedildiği gibi Türkiye’de kullanılan envanter programları gelişmiş ülkelerin envanter programları ile karşılaştırıldığında son derece sığdır. Türkiye’de KGM. Bölge Müdürlüklerinin ce Şefliklerinin kullandığı envanter programları özelleşmiş bir program olmaktan ziyade gerek MS. Excell ofis programında MS. Access veritabanında



Şekil 4.3 Akış şeması

hazırlanmış basit tablolardan ibarettir. Bu envanter programlarında ise köprü bakım onarım öncelik sıralamasında kullanabilecek puanlama sistemi mevcut değildir.

Bu tezin kapsamı dahilinde hazırlanan yazılımın arayüzü Visual Studio 6.0 yazılım geliştirme ortamı altında ve Visual Basic programlama dili kullanarak geliştirilmiştir. Veri tabanı ise Microsoft Access kullanarak tasarlanmıştır. Bu yazılımla ilgili teknik kısımlar bir önceki bölümde anlatılmıştır.

Hazırlanan köprü envanter programı ile sorumluluk alanları dahilinde köprüler bulunan KGM. ve Belediyeler gibi bütün kurumlar ortak bir envanter sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Programda sorgulanan köprü bilgisinin hazırlanması aşamasında gerek yurici gerek yurtdışı birçok envanter sistemi incelenmiştir böylece geliştirilen programda içerik olarak mümkün olduğunca temel kısımların olması amaçlanmıştır. Yani programda dünya standartlarında gerekli bütün sorguların olması arzulanırken uygulanması şuan zor olan sorgular program dahiline alınmamıştır.

Köprü bakım onarım öncelik sıralasına temel olabilecek köprü genel puanını hesaplanmasında altyapı,üstyapı ve köprü yük taşıma kapasitesi durumu %55 oranında, üstyapı servis ve araç geçiş kolaylığı durumu %30 oranında ve köprü öncelik durumu %15 oranında hesaba katılmıştır[13].

Programın içeriğinin hazırlanmasında KGM. 1. ve 17. Bölge Müdürlükleri ve Köprüler Müdürlüğü Köprü Bakım Şefliği ile görüşmeler yapılmış ve uzman görüşü alınmıştır. Gerek programın içeriği gerek köprü genel puanın hesaplamasında uzman görüşü alınmasına rağmen farklı akademik yaklaşımların olabileceğini kabul etmekle beraber bu çalışmanı bundan sonraki köprü yönetimi çalışmalarına temel kaynaklardan biri olmasını ummaktayız.

4.2.1 Köprü Envanter Programı Birinci Penceresi

Köprü envanter programı birinci sayfasında köprü ile ilgili id/sorumlu bölümü, yol mevkii bölümü, servis ve tarih bölümleri bilgileri depolanır. Bu sayfada köprü ile ilgili kurumsal kayıt bilgileri bulunur. Birinci sayfa bilgileri önceki köprü envanter

bilgilerinden yararlanılarak doldurulur. Ayrıca envanterde köprü arama, yeni kayıt yapma, kayıt güncelleme ve kayıt silme bu pencereden yapılmaktadır.

Yeni kayıt ekleme: (Şekil 4.3)'te gözüken “ Yeni Kayıt Ekle “ tuşunun yanındaki boş kutucuğa yeni envanter yapılacak köprünün köprü numarası yazılır ve “ Yeni Kayıt Ekle“ tuşuna basılır. (Şekil 4.4) ‘ teki ilk kutu olan “ID” kutusunda yeni girilen köprü numarası gözükür. Bundan sonra (Şekil 4.3)’ teki “Güncelle” tuşuna basılarak sırası ile köprü envanter bilgileri ile köprü puan bilgileri girilir. Köprü genel puanını hesaplanabilmesi için koyu renkli kutular doldurulmak zorundadır. Bütün bu işlemler yapıldıktan sonra (Şekil 4.3)’ teki “Kaydet” tuşuna basılarak kayıt işlemi tamamlanır.

Kayıtlı köprüyü bulma: Daha önce kaydı yapılmış köprü envanter bilgilerini iki şekilde veri tabanında sorgulanıp bulunabilir. Birincisi (Şekil 4.3)’ teki “Bul” tuşunun yanındaki boşluğa kaydı aranan köprü numarası girilir ve “Bul” tuşuna basılır. İkinci olarak ise “Bul” tuşunun altındaki “ileri-geri” tuşlarına basılarak daha önce kaydedilmiş bilgiler içinden teker teker aranarak bulunur.

Kayıt güncelleme: Daha önce kaydı yapılmış köprü kaydı ilk önce veri tabanında aratılarak bulunur. Sonra (Şekil 4.3)’ teki “Güncelle” tuşuna basılarak programın kayıt bilgilerinin güncellenmesine izin verilmesi sağlanır. Ardından gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra “Kaydet” tuşuna basılarak kayıt güncelleme işlemi tamamlanır.

Kayıt silme: Daha önce kaydı yapılmış köprü kaydı ilk önce veri tabanında aratılarak bulunur. Sonra (Şekil 4.3)’ teki “Kayıt sil” tuşuna basılarak kayıt silme işlemi tamamlanır. Bu işlemten sonra program kaydı silinen köprüden bir önce kaydı yapılan köprü bilgilerini gösterir.



Şekil 4.4 Kayıt işlemleri tuşları

4.2.1.1. ID/Sorumlu Bölümü

Bu bölümde köprü numarası eğer varsa köprünün bölgesel yada kurumsal numaraları, köprünün adı, kime ait olduğu, ve kontrol sorumlusunun kim olduğu bilgileri depolanır.

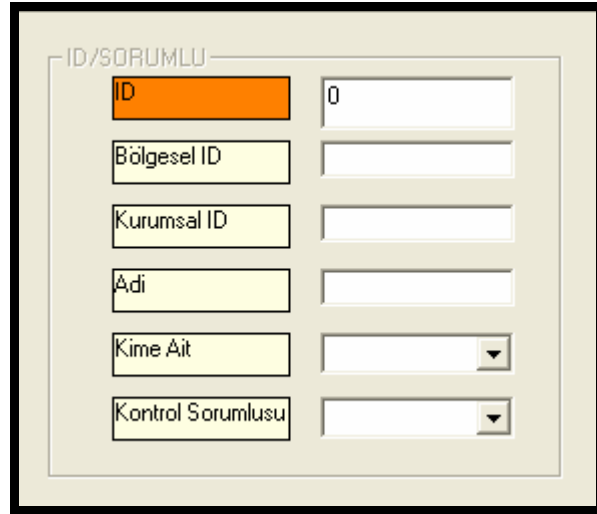
1. *ID kutusu:* Bu kutuya köprü numarası yazılır. Bu program Türkiye’ deki tüm köprü ve menfezlerin kaydının depolanması amacı ile yazıldığı için ileride ortak bir köprü

numaralandırma sistemi geliştirilmesi düşünülmektedir. Şu an için 10 haneli bir köprü numarası kullanılması düşünülmektedir.

Tablo 4.1 Köprü numarası tanım tablosu

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A ve B hanelerine il trafik kodu yazılacak (Örnek: İstanbul için 34). C ve D hanelerine alfabetik sıraya göre ilçe kodları yazılacak (Örnek: İstanbul Adalar için 01). E hanesine köprüden sorumlu kurumun kodu yazılacak (Örnek: Karayolları Genel Müdürlüğü için 1). F hanesine yapı köprü ise 1 menfez ise 2 yazılacak. G hanesine köprünün malzeme tipini belirten kod yazılacak (Örnek: Betonarme için 1). H hanesine yapı eğer köprü ise ve anayol köprünün üstünden geçiyorsa 1 altından geçiyorsa 2 yazılacak. Eğer yapı menfez ise direkt olarak 2 yazılacak.



Şekil 4.5 ID/Sorumlu bölümü

- Bölgesel ID kutusu:* Bu kutuya eğer köprü sorumlusu belediye, büyük şehir belediyesi vb. gibi yerel yönetimler ise daha önce kullanılan köprü numarası bilgisi depolanır. Eğer köprü sorumlusu Karayolları Genel Müdürlüğü ise kontrol kesim numarası bilgisi depolanır. Bu bilgi mevcut değilse U (Uygulanamaz) kodu yazılır.
- Kurumsal ID kutusu:* Bu kutuya eğer köprü sorumlusu Karayolları Genel Müdürlüğü gibi kurumlar ise daha önce kullanılan köprü numarası bilgisi depolanır. Bu bilgi mevcut değilse U (Uygulanamaz) kodu yazılır.
- Adı kutusu:* Bu kutuya eğer varsa köprünün adı bilgisi depolanır. Bu bilgi mevcut değilse U (Uygulanamaz) kodu yazılır.

5. *Kime ait kutusu:* Bu kutuda köprü kime ait ise önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Karayolları, Belediye vb.)
6. *Kontrol sorumlusu kutusu:* Bu kutuda köprü kontrol sorumlusu kimse önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Karayolları, Belediye vb.)

4.2.1.2. Yol/Mevkii Bölümü

Bu bölümde köprünün üzerinde bulunduğu yolun tanımı, yolun adı, köprünün mevkii, köprünün yolun kaçınıcı km.' sinde olduğu ve köprünün servis durumu bilgileri depolanır.

The image shows a software form titled 'YOL/MEVKİİ'. It contains the following fields:

- Yol Tanımı:** A dropdown menu.
- Yol Adı/ ID:** A dropdown menu.
- Mevki Yer:** A text input field.
- Mevki Km:** A text input field.
- Servis Durumu:** A dropdown menu.

Şekil 4.6 Yol/Mevkii bölümü

1. *Yol tanımı kutusu:* Bu kutuda köprünün üzerinde bulunduğu yolun tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Otoban, Şehir içi vb.)
2. *Yol adı/ ID kutusu:* Bu kutuda köprünün üzerinde bulunduğu yolun adı numarası önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: E5, E6 vb.)
3. *Mevkii yer kutusu:* Bu kutuda köprünün yaklaşık konumu yazılır. (Örnek: 1.5 km kuzeybatı Polatlı)
4. *Mevkii km kutusu:* Bu kutuda köprünün yol üzerinde kaçınıcı kilometrede olduğu yazılır. (Örnek: 17.25)
5. *Servis durumu kutusu:* Bu kutuda köprünün servis durumu önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: kapalı, bakımda vb.)14

4.2.1.3 Servis Bölümü

Bu bölümde köprü yol ilişki bilgileri olan yol geçiş durumu, Y.O.G.T, ağır vasıta geçiş oranı, yıllık Y.O.G.T ve yol şerit sayısı bilgileri depolanır.

SERVIS	
Yol Geçisi	
Ağırvasita	0
Serit Sayısı Altında	0
YOGT	0
Yıllık YOGT	0
Serit Sayısı Üstünde	0

Şekil 4.7 Servis bölümü

1. *Yol geçişi kutusu:* Bu kutuda ana yolun köprüünün üstünden veya altından geçtiği bilgisi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir.
2. *YOGT. kutusu:* Bu kutuda köprü üzerinden geçen ortalama taşıt sayısı bilgisi depolanır. (Örnek: 128)
3. *Ağır vasıta kutusu:* Bu kutuda köprü üzerinden geçen ortalama ağır vasıta sayısının toplam araç trafiği oranına göre yüzdesi bilgisi depolanır. (Örnek: %35)
4. *Yıllık Y.O.G.T kutusu:* Bu kutuda köprü üzerinden geçen yıllık ortalama taşıt sayısı bilgisi depolanır. (Örnek: 152452)
5. *Şerit sayısı altında kutusu:* Bu kutuda köprü altından geçen yoldaki emniyet şeridi dahil toplam şerit sayısı bilgisi depolanır. (Örnek: 6)
6. *Şerit sayısı üstünde kutusu:* Bu kutuda köprü üstünden geçen yoldaki emniyet şeridi dahil toplam şerit sayısı bilgisi depolanır. (Örnek: 4)

4.2.1.4 Tarih Bölümü

Bu bölümde köprü ile ilgili yapım yılı tarihi, kontrol yılı tarihi ve proje ömrü bilgileri depolanır.

TARİH	
Yapım Yılı	
Onarım Yılı	
Proje Ömrü	0

Şekil 4.8 Tarih bölümü

1. *Yapım yılı kutusu:* Bu kutuda köprüünün yapım yılı tarihi bilgisi yıl cinsinden depolanır. Bu bilgi herhangi bir sebeple bilinmiyorsa U (Uygulanamaz) kodu yazılır. (Örnek: 1976)

2. *Onarım yılı kutusu:* Bu kutuda köprünün onarım veya güçlendirme yılı tarihi bilgisi yıl cinsinden depolanır. Bu bilgi herhangi bir sebeple bilinmiyorsa veya böyle bir çalışma yapılmamışsa U (Uygulanamaz) kodu yazılır. (Örnek: 1983)
3. *Proje ömrü kutusu:* Bu kutuda köprünün tahmini proje ömrü bilgisi yıl cinsinden depolanır. Eğer köprüde güçlendirme veya onarım faaliyeti yapılmışsa güçlendirme sonrası tahmini proje ömrü bilgisi yıl cinsinden depolanır. Bu bilgi herhangi bir sebeple bilinmiyorsa U (Uygulanamaz) kodu yazılır. (Örnek: 55)

4.2.2 Köprü Envanter Programı İkinci Penceresi

Köprü envanter programı ikinci sayfasında köprü geometrik bilgi bölümü, köprü yapı tipi bölümü, köprü yapı elemanları bölümü ve tahmin bölümü bilgileri depolanır. Bu sayfada köprü ile ilgili yapısal ve geometrik bilgiler bulunur. İkinci sayfa bilgileri büyük ölçüde köprü muayenesinde doldurulur.

4.2.2.1. Geometrik Bilgi Bölümü

Bu bölümde köprüye ait uzunluk, maksimum açıklık, minimum yükseklik, yaklaşım yolu uzunluğu, toplam yol en, yolla aç, kaldırım genişlik sağ, kaldırım genişlik sol, açıklık sayısı, bordür kalınlığı ve kaplama kalınlığı gibi geometrik bilgiler depolanır.

Şekil 4.9 Geometrik bilgi bölümü

Uzunluk Kutusu: Bu kutuda köprünün orta çizgisi baz alınarak iki kenar ayak arası tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 15 metre 60cm için “1560”)

1. *Maks. Açıklık kutusu:* Bu kutuda köprünün korkuluktan korkuluğa tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 10 metre 75 cm için “1075”)
2. *Min. Yükseklik kutusu:* Bu kutuda köprünün yerden giriş alt bölümüne tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 17 metre 55 cm için “1755”)
3. *Yaklaşım yolu Uzunluk Kutusu:* Bu kutuda köprünün yolla bağlantısını sağlayan açılı yol parçasının tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 13 metre 55 cm için “1355”)

4. *Toplam yol en kutusu:* Bu kutuda köprünün üzerinden geçen yolun kaldırımdan kaldırıma tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 11 metre 75 cm için ‘‘1175’’)
5. *Yolla açt (Verevlik) kutusu:* Bu kutuda köprünün altından geçen yolla açısı derece cinsinden depolanır. (Örnek: 15 derece için ‘‘15’’)
6. *Kaldırım genişlik sağ kutusu:* Bu kutuda köprü üstü kaldırımın kaldırım taşından korkuluğa tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 1 metre 75 cm için ‘‘175’’)
7. *Kaldırım genişlik sol kutusu:* Bu kutuda köprü üstü kaldırımın kaldırım taşından korkuluğa tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 1 metre 75 cm için ‘‘175’’)
8. *Açıklık sayısı kutusu:* Bu kutuda köprü kenar ayaktan kenar ayağa kaç açıklıktan meydana geliyor bilgisi depolanır. (Örnek: 3 açıklık için ‘‘3’’)
9. *Bordür kalınlık kutusu:* Bu kutuda köprü üstü bordürün kiriş üstünden kaplamaya kadar tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 25 cm için ‘‘25’’)
10. *Kaplama kalınlık kutusu:* Bu kutuda köprü üstü kaplamanın bordürden itibaren yol üst yüzeyine tam ölçüsü cm cinsinden depolanır. (Örnek: 15 cm için ‘‘15’’)

4.2.2.2. Köprü Yapı Tipi Bölümü

Bu bölümde köprü yapı, malzeme, kaplama, mesnet, birleşim, korkuluk, bariyer ve orta ayraç tipi bilgileri depolanır.

Şekil 4.10 Köprü yapı tipi bölümü

1. *Yapı tipi kutusu:* Bu kutuda köprü yapı tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Plak, T Kiriş vb.)
2. *Malzeme tipi kutusu:* Bu kutuda köprü malzeme tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Betonarme, Çelik vb.)
3. *Kaplama tipi kutusu:* Bu kutuda köprü kaplama tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Asfalt, Beton vb.)
4. *Mesnet tipi kutusu:* Bu kutuda köprü mesnet tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Elastomer, Çelik vb.)

5. *Birleşim tipi kutusu:* Bu kutuda köprü birleşim tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Kaynak, Bulon vb.)
6. *Korkuluk tipi kutusu:* Bu kutuda köprü korkuluk tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Çelik, Beton vb.)
7. *Bariyer tipi kutusu:* Bu kutuda köprü bariyer tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Çelik, Parapet vb.)
8. *Orta ayıraç tipi kutusu:* Bu kutuda köprü orta ayıraç tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Çizgi, Parapet vb.)

4.2.2.3. Köprü Yapı Elemanları Bölümü

Bu bölümde kenar ayak tipi, kenar ayak başlık kirişi tipi, kenar ayak malzeme tipi, kenar ayak temel tipi, orta ayak tipi, orta ayak başlık kirişi tipi, orta ayak malzeme tipi ve orta ayak temel tipi bilgileri depolanır.

Şekil 4.11 Köprü yapı elemanları bölümü

1. *Kenar ayak tipi kutusu:* Bu kutuda köprü kenar ayak tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Beton Duvar, Kolon vb.)
2. *Kenar ayak başlık kirişi tipi Kutusu:* Bu kutuda köprü kenar ayak başlık kirişi tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Çelik, Betonarme vb.)
3. *Kenar ayak malzeme tipi kutusu:* Bu kutuda köprü kenar ayak malzeme tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Çelik, Betonarme vb.)
4. *Kenar ayak temel tipi kutusu:* Bu kutuda köprü kenar ayak temel tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Tekil, Mütemadi vb.)
5. *Orta ayak tipi kutusu:* Bu kutuda köprü orta ayak tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Beton Duvar, Kolon vb.)
6. *Orta ayak başlık kirişi tipi kutusu:* Bu kutuda köprü orta ayak başlık kirişi tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir.(Örnek: Çelik, Betonarme vb.)

7. *Orta ayak malzeme tipi kutusu:* Bu kutuda köprü orta ayak malzeme tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Çelik, Betonarme vb.)
8. *Orta ayak temel tipi kutusu:* Bu kutuda köprü orta ayak temel tipi önceden kaydedilmiş bilgilerden seçilir. (Örnek: Tekil, Mütemudi vb.)

4.2.2.4 Tahmin Bölümü

Bu bölümde yapılacak iş, bakım masrafları onarım masrafları, gelecek Y.O.G.T. ve gelecek Y.O.G.T. yılı bilgileri depolanır.

TAHMIN	
Yapılacak İş	
Bakım Masrafları	0
Onarım Masrafları	0
Gelecek YOGT	0
Gelecek YOGT Yılı	

Şekil 4.12 Tahmin bölümü

1. *Yapılacak iş kutusu:* Bu kutuya köprü ile ilgili ileriye dönük bir faaliyet planı varsa depolanır. Eğer böyle bir plan yoksa U (Uygulanamaz) kodu işaretlenir.
2. *Bakım masrafları kutusu:* Bu kutuya köprü ile ilgili ileriye dönük bir bakım planı varsa tahmini maliyet fiyatı depolanır. Eğer böyle bir plan yoksa U (Uygulanamaz) kodu işaretlenir.
3. *Onarım masrafları kutusu:* Bu kutuya köprü ile ilgili ileriye dönük bir onarım planı varsa tahmini maliyet fiyatı depolanır. Eğer böyle bir plan yoksa U (Uygulanamaz) kodu işaretlenir.
4. *Gelecek YOGT kutusu:* Bu kutuda tahmini YOGT sayısı depolanır. Eğer böyle bir tahmin yoksa U (Uygulanamaz) kodu işaretlenir. (Örnek: 175)
5. *Gelecek YOGT yılı kutusu:* Bu kutuda tahmini gelecek ortalama araç geçiş sayısının yılı depolanır. Eğer böyle bir tahmin yoksa U (Uygulanamaz) kodu işaretlenir. (Örnek: 2010)

4.2.2.5 Stratejik Bölümü

Bu bölümde köprü yük kapasitesi, köprü moment kapasitesi ve alternatif mesafe bilgileri depolanır.

Şekil 4.13 Stratejik bölümü

1. *Yük kapasitesi kutusu:* Bu kutuda köprü yük kapasitesi ton cinsinden depolanır. Bu bilginin depolanması zorunludur.
2. *Moment kapasitesi kutusu:* Bu kutuda köprü yük kapasitesi tonm cinsinden depolanır.
3. *Alternatif uzaklık kutusu:* Bu kutuda köprünün kapanması durumunda alternatif geçiş için kat edilmesi gerekli mesafe km. cinsinden depolanır. Bu bilginin depolanması zorunludur.

4.2.3 Köprü Envanter Programı Üçüncü Penceresi

Envanter programı üçüncü sayfası genel puanlama sayfasıdır. Bu sayfada köprüde yapılan üst yapı servis, üst yapı ve altyapı puanlama bilgileri depolanır.

4.2.3.1 Üstyapı Servis Bölümü

Bu bölümde kutulara puanlama bilgisi daha önce kaydedilmiş bilgilerden depolanır. İyi durum için “3”, orta durum için “2”, kötü durum için “1” ve servis dışı için “0” puan girilir. Herhangi bir durumdan dolayı puanlama yapılamıyorsa “-1” (Uygulanamaz) kodu girilir.

Şekil 4.14 Üstyapı servis bölümü

1. *Bordür puanlama kutusu*
2. *Döşeme puanlama kutusu*

3. Kaldırım taşı puanlama kutusu
4. Kaldırım puanlama kutusu
5. Korkuluk puanlama kutusu
6. Boya puanlama kutusu
7. Aydınlatma puanlama kutusu
8. Yaklaşım plağı puanlama kutusu
9. Kaza hasarları puanlama kutusu
10. Yol ayırıcı puanlama kutusu
11. Drenaj puanlama kutusu
12. Genel puanlama kutusu

4.2.3.2 Üstyapı Bölümü

Bu bölümde kutulara puanlama bilgisi daha önce kaydedilmiş bilgilerden depolanır. Çok iyi durum için “5”, iyi durum için “4”, orta durum için “3”, kötü durum için “2”, kritik durum için “1” ve servis dışı için “0” puan girilir. Herhangi bir durumdan dolayı puanlama yapılamıyorsa “-1” (Uygulanamaz) kodu girilir.

ÜSTYAPI							
Ana Kiriş	-1	Mesnet	-1	Cıvatalar	-1	Boya	-1
Enleme Kiriş	-1	Çelik Çaprazlar	-1	Birleşim Elm.	-1	Genel Puanlama	0

Şekil 4.15 Üst Yapı bölümü

1. Ana giriş puanlama kutusu
2. Enleme giriş puanlama kutusu
3. Mesnet puanlama kutusu
4. Çelik çaprazlar puanlama kutusu
5. Cıvatalar puanlama kutusu
6. Kaynak puanlama kutusu
7. Boya puanlama kutusu
8. Kaza hasarı puanlama kutusu

4.2.3.3 Altyapı Bölümü

Bu bölümde kutulara puanlama bilgisi depolanır. Çok iyi durum için “5”, iyi durum için “4”, orta durum için “3”, kötü durum için “2”, kritik durum için “1” ve servis

dışı için ‘0’ puan girilir. Herhangi bir durumdan dolayı puanlama yapılamıyorsa U (Uygulanamaz) kodu girilir.

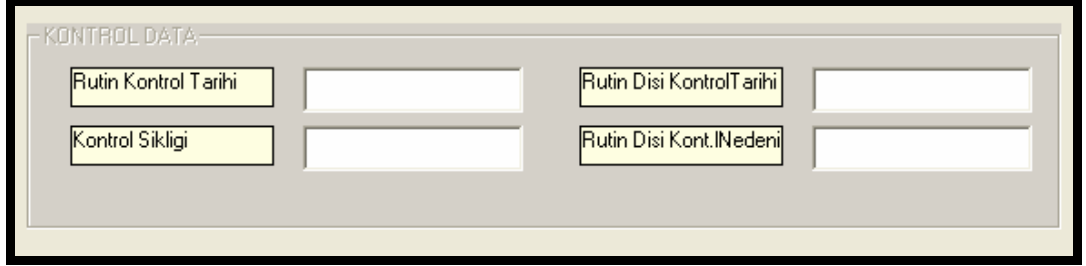
ALTYAPI			
Kenar Ayaklar		Orta Ayaklar	
Kenar Ayaklar	-1	Orta Ayaklar	-1
Baslik Kirisi	-1	Su Asindimasi	-1
Kulaklar	-1	Baslik Kirisi	-1
Istinad Duvari	-1	Çelik Çaprazlar	-1
Temel	-1	Temel	-1
Kaziklar	-1	Genel Oturma	-1
Su Asindimasi	-1	Kaziklar	-1
Çelik Çaprazlar	-1	Genel Puanlama	0

Şekil 4.16 Altyapı bölümü

1. Kenar ayaklar
2. Kenar ayaklar başlık kirişleri
3. Kulaklar
4. İstinat duvarları
5. Kenar ayak temelleri
6. Kenar ayak kazıkları
7. Kenar ayaklarda su aşındırması
8. Kenar ayak çelik çaprazları
9. Orta ayaklar
10. Orta ayaklar başlık kirişleri
11. Orta ayak temelleri
12. Orta ayak kazıkları
13. Orta ayaklarda su aşındırması
14. Orta ayaklarda oturmalar
15. Orta ayak çelik çaprazları
16. Orta ayaklarda kaza hasarları

4.2.4 Köprü Envanter Programı Dördüncü Penceresi

4.2.4.1. Kontrol Data Bölümü



KONTROL DATA

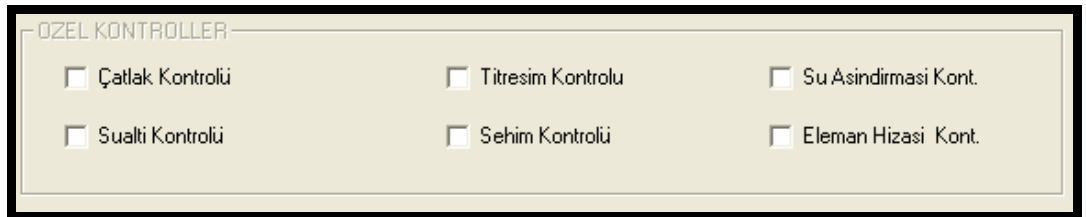
Rutin Kontrol Tarihi		Rutin Disi Kontrol Tarihi	
Kontrol Sıklığı		Rutin Disi Kont. Nedeni	

Şekil 4.17 Kontrol data bölümü

1. *Rutin kontrol tarihi:* Bu kutuda en son yapılan rutin kontrol tarihi bilgisi depolanır. (Örnek: Mayıs 2003 için ‘‘200305’’)
2. *Kontrol sıklığı:* Bu kutuda ay cinsinden kontrol sıklığı bilgisi depolanır. (Örnek: 24 ay için ‘‘24’’)
3. *Rutin dışı kontrol tarihi:* Bu kutuda en son yapılan rutin dışı kontrol tarihi bilgisi depolanır. (Örnek: Nisan 2001 için ‘‘200104’’)
4. *Rutin dışı kontrol nedeni:* Bu kutuda rutin dışı kontrol nedeni bilgisi depolanır. (Örnek: Çatlak kontrolü)

4.2.4.2. Özel Kontroller Bölümü

Bu bölümde rutin kontrol sırasında fark edilen özel problemler için ileride yapılmasına karar verilen ileri kontrol yöntemleri sıralanmıştır. Bunlardan herhangi biri veya birkaçı işaretlenebilir.



ÖZEL KONTROLLER

☐ Çatlak Kontrolü	☐ Titreşim Kontrolü	☐ Su Asındırması Kont.
☐ Sualtı Kontrolü	☐ Sehim Kontrolü	☐ Eleman Hizası Kont.

Şekil 4.18 Özel Kontroller Bölümü

- 1 Çatlak kontrolü
- 2 Sualtı kontrolü
- 3 Titreşim kontrolü
- 4 Sehim kontrolü
- 5 Su aşındırması kontrolü
- 6 Eleman hizası kontrolü

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tezde ilk önce köprü ve köprü elemanları bozulma tipleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Bozulma tiplerinin ne şekilde, nerde , ve ne boyutta olabileceği saptanmıştır. Ardından köprü elemanlarının durum değerlendirilmesi Amerikan ve Türk şartnamelerine göre yeniden değerlendirilmiştir. Daha sonra köprü genel puanı hesaplanması için temel değerler irdelenmiştir.

Köprü puanı hesabına %55 oranında altyapı, üstyapı ve yük taşıma kapasitesi durumu, %30 oranında üstyapı servis ve köprü geçiş kolaylığı durumu ve %15 oranında köprü öncelik durumu katılmıştır. En son olarak tezin en önemli çalışması olarak köprü envanter veritabanı programı geliştirilmiştir. Bu veritabanı programı 4 pencere olarak oluşturulmuştur.

Birinci pencere 4 tablodan ve veri kaydı ile ilgili tuşlardan oluşmaktadır. 1. tablo olan “ID/Sorumlu” tablosunda köprü numarası, köprü adı ve köprü sahibi bilgileri depolanmaktadır. 2. tablo olan “Yol/Mevkii” tablosunda ise köprünün üstünden geçtiği yolla olan ilişkileri ve yol bilgileri depolanmaktadır. 3. tabloda ise (“Servis” tablosu) köprüden geçen araç sayısı ve köprü şerit sayısı gibi servis bilgileri depolanmaktadır. Yeni kayıt oluşturulma, kayıt güncelleme ve kayıt silme işlemlerinin yanı sıra mevcut kayıtların aranması gibi envanter kayıt işlemleri bu pencereden yapılmaktadır.

İkinci pencere köprüye ait asıl envanter bilgilerinin depolandığı yerdir. Bu pencerede köprü ile ilgili geometrik ve yapısal bilgiler ile köprü yük kapasitesi bilgileri ayrıca ileriye dönük tahmin bilgileri depolanmaktadır. Pencere içerisinde “Geometrik Bilgi”, “Köprü Yapı Tipi”, “Stratejik”, “Tahmin”, ve “Yapı Elemanları” tabloları bulunmaktadır.

Üçüncü pencere köprü elemanlarının gözle kontrol sonrası puanlarının depolandığı ve bu puanların önceden belirlenmiş köprü genel puanı hesabı kriterlerine göre

hesaplandığı penceredir. Bu pencerede ilgili kısımlara üstyapı servis, üstyapı ve altyapı puan bilgileri girildiği an daha önceki yük taşıma kapasitesi ve araç geçiş sayısı gibi farklı envanter bilgileri ile işlenip köprü genel puanı hesap edilir.

Dördüncü pencerede ise köprü mühendislerinin köprü ile ilgili genel görüşleri depolanır. Ayrıca eğer özel kontroller gerekli ise bu kontrol türleri ve köprü kontrol tarihi dataları bu pencerede depolanır.

Dünyada gelişmiş ülkelerde kullanılan bilgisayar destekli köprü yönetim sistemleri mevcuttur. Ama bilhassa Avrupa Birliği ülkeleri genelinde kullanılan köprü envanter programları içerik bakımından sığdır ve köprü bakım onarım öncelik sıralaması yapmak için köprü puanı hesabı yapmamaktadır. Amerika’ da kullanılan bilgisayar destekli köprü yönetim sistemleri ise son derece kapsamlı ve karmaşıktır. Türkiye’ de ise MS. Excel ve Access gibi programlar içinde oluşturulan kapsam bakımından dar tablolarda köprü envanter bilgileri depolanmaktadır.

Bu tez kapsamında hazırlanan envanter programının içeriğinin dünya standartlarında Türkiyenin ihtiyacını karşılayacak seviyede olması için büyük çaba harcanmıştır. Ayrıca ileriye dönük köprü ile ilgili her türlü tahmin ve hesaplamayı yapabilecek bir programın ilk çekirdeği oluşturulmaya çalışılmış ve belirli standartlar içinde köprü puanı hesabı yapılmıştır.

Bundan sonraki çalışmalarda programda köprü bakım onarım maliyetlerini envanter bilgilerinden yararlanarak tahmini olarak hesaplamayı yapacak güncellemelerin yapılması planlanmaktadır. Ayrıca köprü puanı hesabında bulanık mantık yöntemleri uygulanması düşünülmektedir. Bununla birlikte araç geçiş uoğunluğu ve köprü yük kapasitesine bağlı olarak köprü ömür tahmini yapılabilmesi amaçlanmaktadır. İleriye dönük bütün bu çalışmalarda Türkiye için tam kapsamlı bir bilgisayar destekli köprü yönetimi sistemi geliştirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

1. AKGÜL, Ferhat, FRANGOPOL, Dan M., 2004, Time-dependent interaction between load rating and reliability of deteriorating bridges, *Engineering Structures*, 26 (2004) 1751–1765.
2. YANG, Seung-Ie, FRANGOPOL, Dan M., NEVES, Luis C., 2003, Service life prediction of structural systems using lifetime functions with emphasis on bridges, *Reliability Engineering and System Safety*, 86 (2004) 39–51.
3. Joint Departments of the Army and Air Force, 1994, 5-600/AFJPAM 32-1088, *Bridge Inspection, Maintenance and Repair*, WASHINGTON, DC, 21-91.
4. ABUDAYYEH, Osama, AL BATAINEH, Mohammed, ABDEL-QADER, Ikhlas, 2004, An imaging data model for concrete bridge inspection, *Advances in Engineering Software*, 35 (2004) 473–480.
5. DE BRITO, J., BRANCO, F. A., THOFT-CHRISTENSEN, P., SORENSEN, J. D., 1996, An expert system for concrete bridge management, *Engineering Structures*, 19 (7), 519-526.
6. KAWAMURA, Kei, MIYAMOTO, Ayaho, 2003, Condition state evaluation of existing reinforced concrete bridges using neuro-fuzzy hybrid system, *Computers and Structures*, 81 (2003) 1931–1940.
7. ZHAO, Zhiye, CHEN, Chuanyu, 2002, A fuzzy system for concrete bridge damage diagnosis, *Computers and Structures*, 80 (2002) 629–641.
8. VAN NOORTWIJK, J.M., KLATTER, H.E., 2004, The use of lifetime distributions in bridge maintenance and replacement modeling, *Computers and Structures*, 82 (2004) 1091–1099.
9. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2003, *İstanbul için Deprem Master Planı*, İstanbul, 16-19.
10. WASHER, Glenn A., 1998, Developments for the non-destructive evaluation of highway bridges in the USA, *NDT&E International*, Vol. 31, No. 4, pp. 245-249.

11. RAFIQ, M. Imran, CHRYSSANTHOPOULOS, Marios K., ONOUFRIOU, Toula, 2004, Performance updating of concrete bridges using proactive health monitoring methods, *Reliability Engineering and System Safety*, 86 (2004) 247–256.
12. MIYAMOTO, Ayaho, KAWAMURA, Kei, NAKAMURA, Hideaki, 2001, Development of a bridge management system for existing bridges, *Advances in Engineering Software*, 32 (2001) 821–833.
13. ODOT (Oregon Department Of Transportation), 1999, *Oregon NBI Coding Guide*, Oregon, Appendix B.
14. UNJOH, Shigeki, TERAYAMA, Toru, ADACHI, Yukio, HOSHIKUMA, Jun-ichi, 2000, Seismic retrofit of existing highway bridges in Japan, *Cement & Concrete Composites*, 22 (2000) 1-16.
15. ZHAO, Z., CHEN, C., 2001, Concrete bridge deterioration diagnosis using fuzzy inference system, *Advances in Engineering Software*, 32 (2001) 317-325.
16. VAN NOORTWIJK, Jan M., FRANGOPOL, Dan M., 2004, Two probabilistic life-cycle maintenance models for deteriorating civil infrastructures, *Probabilistic Engineering Mechanics*, 19 (2004) 345–359.
17. GODART, B., VASSIE, P.R., 1999, Review of existing BMS and definition of inputs for the proposed BMS, *Project Funded By The European Commission Under The Transport Rtd. Program Of The 4th Framework Program*, Proje no.: P97-2220.
18. ALAYLIOGLU, H., ALAYLIOGLU, A., 1999, Finite element and experimental bases of a practical bridge management and maintenance system, *Computers and Structures*, 73 (1999) 281-293.
19. FRIBA, L., 1980, Estimation of fatigue life of railway bridges under traffic loads, *Journal of Sound and Vibration*, 70(4) 527-541.
20. FHWA (Federal Highway Administration), 2002, *Bridge Inspector's Reference Manual*, Publication No. FHWA NHI 03-001, 211-245.
21. FHWA (Federal Highway Administration), 1995, *Recording And Coding Guide For The Structure Inventory And Appraisal Of The Nation's Bridges*, Report No. FHWA-PD-96-001, 21-53.
22. ALDOT (AlabamaDepartment of Transportatin), 2002, *Hip Pocket Guide*, Alabama, BI-/59 1-12.

23. ALDOT (Alabama Department of Transportatin), 2002, *Bridge Inspection Manuel*, Alabama, BI-5/58 1-7
24. GRIMES, Thomas C., GAUNTT, Fred M., DAVIDSON, James S., 2001, *Local Roads Bridge Replacement Prioritization Database*, Report No.: UTCA Report 00219.
25. LIN, Mark W., THADURI, Jagan, GOPU, Vijaya, 2003, *A Distributed Strain Sensor for Bridge Monitoring*, Report No.: UTCA Report 02304
26. TOUTANJI, Houssam A., 2003, *Development of a New Experimental Approval for Bridge deck Evaluation*, Report No.: UTCA Report 01327
27. CHASE, Steven B., GASPAR, Laszlo, 2000, Modeling The Reduction In Load Capacity Of Highway Bridges With Age, *Journal of Bridge Engineering*, 5(4) Paper No. 16524.
28. ODOT (Oregon Department Of Transportation), 2003, *Bridge Inspection Pocket Coding Guide*, Oregon, E2b-C2b
29. KGM (Karayolları Genel Müdürlüğü), 1999, *Gözle Köprü Muayenesi El Kitabı*, Ankara, 8–24
30. KGM (Karayolları Genel Müdürlüğü), 1989, *Karayolu Envanteri Teknik Şartnamesi*, Ankara, 19–34
31. KGM (Karayolları Genel Müdürlüğü), 1998, *Karayolu Bakım El Kitabı*, Ankara, 153–214
32. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2003, *İstanbul için Deprem Master Planı Sonuç Raporu*, İstanbul, <http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem/fihrist.cfm> [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2005]

KGM. KÖPRÜ HASAR ÖN DERECELENDİRME KRİTERLERİ [29]

HASARIN "A" DERECEDE ÖN DEĞERLENDİRİLMESİ

Köprüdeki yaya ve araç trafik güvenliğinin sürekliliğini temin etmek, köprü veya tamamlayıcı yapılarına ait yapı elemanlarındaki büyük eksiklik, kusur, hasar, eskime veya bozulmalar sonucunda üçüncü şahısların yaralanması veya rahatsızlık duymalarını önlemek, ya da yakın gelecekte tehlikeli hale gelmesi olası hasarlardan kaçınmak için ACİL ONARIM'ın şart olduğu haldir.

Hasar seviyesinin "A" olması halinde, trafik emniyetinin bozulmasını veya üçüncü şahısların zarar görmelerini önlemek için, yerine göre trafik işaret ve levhalarıyla sürücü ve yayaların tehlikeye karşı uyarılmalarına ilaveten köprü veya tamamlayıcı yapılara ait yapı elemanlarındaki hasarlı kısımların ACİLEN yenilenmesi veya onarılması gereklidir.

"A" derecede köprü hasarına karar verilmesini gerektiren haller aşağıda sıralanmıştır.

* Trafik şeritlerinin daralmasına, azalmasına veya trafiğin kesilmesine yol açacak şekilde yaya ve araç trafik ve güvenliğini doğrudan etkileyen her türlü hasar veya arazlar,

* Üçüncü şahısların can ve mal güvenliğini etkileyen ciddi hasarlar veya üçüncü şahısların güvenliğini yakın gelecekte tehlikeye düşürebilecek olası bir hasarın beklendiği durumlar,

* Bir bütün olarak köprünün veya taşıyıcı herhangi bir elemanının Yük Taşıma Kapasitesini etkileyen ciddi hasar veya kusurlar.

HASARIN " B " DERECEDE ÖN DEĞERLENDİRİLMESİ

Köprü üzerindeki seyahat konforunu azaltan, Köprü veya tamamlayıcı yapılarının hizmet görmesine veya emniyetli olarak serviste kalacakları ömürlerine etkisi bulunan ciddi eksiklik, kusur, hasar, eskime veya bozulmaların tespit edildiği ve ONARIM' ın gerekli olduğu haldir.

Hasar derecesinin "B" olması halinde onarım gerekli fakat acil değildir. Köprünün onarıma alınması birçok etkene bağlıdır. Bunlar; hasarın bulunduğu yer, hasarın ilerleyiş seyri, hasarlı elemanın önemli veya tali bir eleman olması gibi etkenlerdir. Bazı hallerde hasar boyutlarının ve sebeplerinin daha açık bir şekilde ortaya konulması amacıyla Detaylı Muayene gerekli görülebilir.

Herhangi bir nedenle onarımın bir sonraki döneme ötelenmesi halinde tespit edilen eksiklik, kusur, hasar, eskime veya bozulmanın daha fazla büyümemesi, diğer yapı elemanlarında da onarım gerektirebilecek şekilde ilerlememesi veya trafik güvenliğini ve sürekliliğini bozmaması için durum devamlı olarak izlenmeli ve rapor edilmelidir.

HASARIN " C " DERECEDE ÖN DEĞERLENDİRİLMESİ

Köprü veya tamamlayıcı yapılarına ait yapı elemanlarında eksiklik, kusur, hasar, eskime veya bozulmaların ufak veya önemsiz denebilecek kadar az olması halidir.

Bütün bu arazların " C " derecesinde olması ciddi bir onarım gerektirmemekle birlikte yakın bir gelecekte de trafik akış ve güvenliğini tehlikeye sokmayacaktır. Derecesi " C " olarak değerlendirilen arazlar genellikle koruyucu veya normal bakım hizmetleri içerisinde giderilebilecek olanlardır. Bu sınıfa dahil olan arazlar için Hasar İzlenmesi şeklinde bir çalışma yürütülür.

Eksiklik, kusur, hasar, eskime veya bozulmalar, muayenenin gerçekleştirildiği tarihte ufak dahi olsalar, ileride daha da büyüyebileceği veya daha önemli arazlara neden olabileceği olasılığının Muayene Teknik Elemanı tarafından düşünülmesi halinde, bu durum muayene formunda belirtilmelidir

HASARIN " D " DERECEDE ÖN DEĞERLENDİRİLMESİ

Köprü veya tamamlayıcı yapılarına ait yapı elemanlarında eksiklik, kusur, hasar, eskime veya bozulmanın çok küçük boyutlarda olması veya hiç olmaması halidir.

Bu şekilde kıymetlendirilmiş hasarlar için onarım veya daha ileri bir çalışmanın gerekmediği anlaşılr.

Köprü veya tamamlayıcı yapılarına ait yapı elemanlarında herhangi bir araz görülme veya " D " hasar derecesiyle kıymetlendirilse bile, Muayene Teknik Elemanınca önemi ve makul gerekçesi ile yeri tarif edilerek önerilenler İzlemeye alınmalıdır.

DEPREM RİSKİNE KARŞI KÖPRÜ PUANLAMASI [32]

Madde	Grup		Grup Katsayısı
Zemin Tipi	Sert		0.5
	Orta		1.0
	Yumuşak		1.5
	Çok Yumuşak		1.8
Sıvılaşma Olasılığı	Yok		1.0
	Orta		1.5
	Var		2.0
Kiriş Tipi	Tek açıklık	Ark ya da Rijit Çerçeve	1.0
		Basit Kiriş	3.0
	2 ya da fazla açıklık	Basit Kiriş	5.25
		Tek Sürekli Kiriş	3.5
		Birden Fazla Sürekli Kiriş	4.2
		Sürekli ve Basit Kiriş Kombinasyonu	6.3
Mesnet Tipi	Özel bir aletle (kirişin düşmesini önleyen)		0.6
	Mesnet (açık dizayn konsepti ile)		1.0
	Eksenel yönde hareket edebilen iki mesnet bulunması		1.15
Max. Ayak Yüksekliği	5 m'den az		1.0
	5-10 m arası		1.35
	10 m'den fazla		1.7
Min. Oturma Genişliği	Geniş		0.8
	Dar		1.2
JMA sismik şiddet ölçeği	5 (4.5 – 5.0)		1.0
	5.5 (5.0 – 5.5)		1.7
	6.0 (5.5 – 6.0)		2.4
	6.5 (6.0 – 6.5)		3.0
	7.0 (6.5 ve üstü)		3.5
Temel Tipi	Ayak		1.0
	Kazık		0.9
Ayak Malzemesi	Yığma		1.4
	Betonarme		1.0

KGM. "KAPLAMA HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESESİ " A "	HASAR DERECESESİ " B "	HASAR DERECESESİ " C "	HASAR DERECESESİ " D "
ONDÜLASYON	Diraksiyon hakimiyetini azaltarak trafik güvenliğini bozacak şekilde 50 mm.den daha derin dalgalanmalar vardır.	Trafik akışını yavaşlatacak şekilde ve gürültünün çevre sakinlerini rahatsız ettiği 50-30 mm. arasındaki derinlikte dalgalanmalar vardır.	Seyahat konforunu bozacak şekilde 30-15 mm. arasındaki derinlikte dalgalanmalar vardır.	Derinliği 15 mm. den daha az dalgalanmalar vardır veya hasar yoktur.
TEKERLEK İZLERİ	Direksiyon hakimiyetini azaltarak ve şerit değiştirmeyi zorlaştırarak trafik güvenliğini bozacak şekilde 50 mm. den daha derin tekerlek izi vardır.	Yüzey suyu drenajını engelleyerek trafik güvenliğini azaltan ve seyahat konforunu bozan 50-30 mm. arasındaki derinlikte tekerlek izleri vardır.	Yüzey suyu drenajını engelleyerek kaplamanın ömrünü azaltacak şekilde 30-15 mm. arasındaki derinlikte tekerlek izleri vardır.	Derinliği 15 mm. den daha az tekerlek izleri vardır veya hasar yoktur.
ÇATLAKLAR	Uygulanmaz.	Çatlak oranı seyahat konforunu bozacak şekilde %20 den fazladır ve kaplamanın hizmeti engellemekte ve ömrü kısalmaktadır.	Çatlak oranı %20-10 arasındadır ve kaplamanın ömrü kısalmaktadır.	Çatlak oranı %10 dan daha azdır veya hasar yoktur.
BOŞLUK VE OYUKLAR	Trafik güvenliği ve direksiyon hakimiyetini azaltacak şekilde 50 mm. den daha derin 30 cm. çaptan daha büyük bisikletliler için tehlikeli boyutta oyuk ve çukurlar vardır.	Normal trafik akış hızını engelleyecek şekilde 50-30 mm. arasındaki derinlikte ve 30 cm. çaptan daha büyük çukur ve oyuklar vardır.	Seyahat konforunu azaltacak şekilde 30-10 mm. arasındaki derinlikte ve 30 cm. çaptan daha büyük çukur ve oyuklar vardır.	Önemsiz ve sığ çukurluk ve oyuklar vardır veya hasar yoktur.

KGM. "YAYA BORDÜRÜ ve KORKULUK HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESESİ " A "	HASAR DERECESESİ " B "	HASAR DERECESESİ " C "	HASAR DERECESESİ " D "
BETONDA ÇATLAKLAR	3 mm. den daha geniş ve betonun kopup düşmesi ile 3.Şahısların yaralanmasına yol açabilecek çatlaklar vardır.	3-2 mm. arasındaki genişlikte ve 50 cm. den daha az aralıklarla ilerlemesini sürdüren ve bordür ömrünü azaltacak yönde etkileyen çatlaklar vardır.	2 mm. den daha az geniş ve 50 cm. den daha fazla aralıklarda ilerlemesini sürdüren ve bodür ömrünü azaltacak yönde etkileyen çatlaklar vardır.	Kılcal çatlaklar gözleniyor veya çatlak yoktur.
BETONDA KABARMA VE DÖKÜLME	Dökülme geniş çapta mevcut ve ilerlemektedir. Betonun kopup düşmesi veya korkuluğun devrilmesi olasılığı, köprü altını kullanan yaya ve araç trafiği veya 3. şahıslar için tehlike yaralmaktadır.	Dökülme, korkuluk ankrajları sağlamlığının ciddi olarak azalmasına yol açmıştır. Bordürü kullanan yayalar rahatsızlık duymaktadır.	Yüzesel kabarmalar vardır. Kabarmaların bordürlerin dayanıklılığına etkisi yoktur.	Az miktarda ve yer yer kabarmalar vardır veya hasar yoktur.
DONATININ AÇIĞA ÇIKMASI	Uygulanmaz	Ana demirler 50 cm. den daha fazla genişlikte açığa çıkmış ve paslanma vardır. Korkuluk ankrajları açıkta ve yapı ömrü kısalmaktadır.	Demirler kısmen açığa çıkmış ve hafif paslanma vardır. Yapı ömrünün azalması söz konusudur.	Demirler bazı yerlerde açığa çıkmış veya hasar yoktur.
KORKULUKTA DEFORMASYON	Korkuluğun bir kısmı veya tamamında eğrilik ve şekil değiştirme vardır. Şehir içinde özürü veya çocukların aşağıya düşme olasılığı vardır.	Korkuluğun bir kısmı veya tamamında ciddi hasarlar var. Kırsal bölgede yayaları rahatsız eden şekil değişiklikleri ve eğrilikler vardır.	Korkulukta küçük bazı yer değiştirmeler ve eğrilikler vardır.	Korkulukta çok hafif eğrilikler var veya hasar yoktur.
KORKULUKTA PASLANMA	Uygulanmaz	Profillerde kesit kaybı ve ciddi paslanmalar vardır. Yayalar güven duymadığı için rahatsız olmaktadır.	Profillerde ciddi ancak yer yer paslanmalar vardır. Korkuluk ömrü kısalmaktadır.	Boya solmuş veya önemsiz derecede hafif paslanmalar var veya hasar yoktur.
KORKULUK ELEMANLARINDA EKSİKLİKLER	Korkuluk elemanlarında eksiklikler vardır. Şehir içinde yayalar için tehlike söz konusudur.	Kırsal bölgede korkuluk elemanlarda ciddi eksiklikler var veya şehir içinde eksiklikler yayaları rahatsız ediyor.	Korkuluk elemanlarından bazıları eksik veya gevşemiş.	Korkuluğun önemsiz elemanları eksik veya hasar yoktur.

KGM. "DRENEJ TESİSATI ve GARGUY HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESESİ " A "	HASAR DERECESESİ " B "	HASAR DERECESESİ " C "	HASAR DERECESESİ " D "
BORU HASARI	Köprü altındaki araç ve yaya trafiğini tehlikeye sokacak veya rahatsız edecek şekilde garguyda yerinden oynama ve kopma olasılığı veya su sızıntısı vardır.	Garguyda kırılma, kopma ve delinmeler var. Sızan sular köprünün diğer elemanlarında dayanıklılık azalmasına yol açacak şekilde zarar veriyor.	Garguyda kırılma, kopma, ve delinmeler var ancak sızan suların hiçbir yere zararı yoktur.	Hasar yoktur.
TIKANMALAR	Uygulanmaz	Garguylar tamamen tıkalıdır. Yüzey suyu drenajı bozulduğundan su birikintileri yayaları rahatsız ediyor veya kızaklama nedeniyle trafik güvenliği etkilenmiştir.	Garguyların bazıları kısmen tıkalıdır. Yüzey suyu drenajı tam olmuyor. Sağanak yağışta kızaklama nedeniyle trafik güvenliği etkilenir.	Hasar yoktur.
GİRİŞ AĞZI ARIZALARI	Uygulanmaz	Garguy girişindeki eleman hasarlı veya köprü üzerinde ve ağızda terassubat toplanmıştır. Yüzey suyu drenajı tam yapılamadığından su birikintileri oluşuyor.	Garguyların bazılarındaki giriş elemanlar hasarlı veya köprü üzerinde terassubat toplanmış. Yüzey suyu drenajı tam yapılamıyor.	Hasar yoktur.

KGM. "GENLEŞME DERZİ HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEŚİ " A "	HASAR DERECEŚİ " B "	HASAR DERECEŚİ " C "	HASAR DERECEŚİ " D "
GÜRÜLTÜ	Uygulanmaz	Ankraj boşalması veya yapısal bozulma nedeniyle metalik derzlerden tekerleklerin dinamik itkisiyle aşırı ses ve 3. şahısları rahatsız edici gürültü çıkmaktadır. Elemanın ömrü kısalmaktadır.	Ankraj boşalması veya yapısal bozulma başlangıcı nedeniyle metalik derzlerden tekerleklerin dinamik itkisiyle ses ve gürültü çıkmaktadır.	Hasar yoktur.
SU SIZINTISI	Köprü altını kullanan araç veya yayaları rahatsız edici veya trafiğı engelleyici şekilde derz aralarından aşırı su sızması vardır.	Köprünün diğer elemanlarında ciddi dayanıklılık azalmasına yol açan ve başlık girişlerinde moloz ve pisliklerin birikmesine sebep olan su sızıntıları vardır	Diğer köprü elemanlarının çalışma koşullarını ve ömrünü olumsuz etkileyecek şekilde derz aralarından su sızıntıları vardır.	Yüzeydeki su izlerinden hafif sızıntı olduğu anlaşılmaktadır veya hasar yoktur.
DEFORMASYON	Metalik derzlerde direksiyon hakimiyetini azaltarak trafik güvenliğini bozacak ölçüde ve 30 mm. den daha büyük şekil bozukluğu veya kayma vardır.	Trafik güvenliğıne etki edebilecek şekilde ve 30-15 mm. arasında çökme veya kabarmalar vardır.	Seyahat konforunu bozacak şekilde ve 15 mm. den daha küçük çökme veya kabarmalar vardır.	Hafif çökme veya kabarma vardır veya hasar yoktur.
BOŞLUK VE OYUKLAR	Direksiyon hakimiyetini azaltarak trafik güvenliğini bozacak ölçüde derz dolgu malzemesinin yerinden kopması ile oluşmuş 30 mm. den daha derin geniş oyuklar vardır.	Trafik güvenliğıne etki edebilecek şekilde derz dolgu malzemesinin 1 m. den daha fazla uzunlukta yerinden kopması ile oluşmuş 30-15 mm. arasındaki derinlikte oyuklar vardır.	Seyahat konforunu bozacak ölçüde derz dolgu malzemesinde kopmalar ve 15-10 mm. arasındaki derinlikte oyuklar vardır.	Hafif oyulmalar başlamış veya hasar yoktur.
ELEMAN KAYBI	Direksiyon hakimiyetini azaltarak trafik güvenliğı bozacak miktarda derz malzemesi yerinde yoktur.	Normal trafik akışını ve hızını bozacak miktarda derz malzemesi yerinde yoktur.	Seyahat konforunu bozacak miktarda derz malzemesi yerinde yoktur.	Tali derz elemanları yerinde yoktur veya hasar yoktur

KGM. "DÖŞEME HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEİ " A "	HASAR DERECEİ " B "	HASAR DERECEİ " C "	HASAR DERECEİ " D "
ÇATLAKLAR	Genişliği 3 mm. den daha fazla ve iki doğrultuda ara mesafeleri 30 cm. den daha az olan çatlaklar var. Döşemenin iç kısımlarına tuzlu suyun girmesine olanak veriyor. Döşemenin yük taşıma kapasitesi azalmıştır	Genişliği 3-2 mm. arasında ve ağırlıklı olarak tek yönlü çatlaklar var. Döşemenin iç kısımlarına hafif su girmesine olanak vererek döşeme ömrünü kısaltıyor.	Genişliği 2 mm. den daha az olan çeşitli yerlere dağılmış olarak çatlaklar var. Su sızıntısı gözlenmiyor.	Kılcal çatlaklar gözleniyor veya hasar yok.
BETONDA KABARMA VE DÖKÜLMELER	Beton yüzeyinde ciddi kabarma ve dökümler var. Köprü altındaki yaya ve araç trafiğinin güvenliğini tehlikeye sokuyor. Döşeme heran delinebilir.	Döşeme betonunun yeteri kadar sıkı olmaması nedeniyle demirlerin paslanması sonucu pas payı betonlarında kabarma ve dökümler vardır.	Köprünün kendi bünyesinden kaynaklanmayan nedenlerle ancak döşeme ömrünü olumsuz yönde etkileyen yer yer beton dökümleri vardır.	Döşemeye fazla etkisi olmayan hafif kabarma ve dökümler vardır veya hasar yoktur.
DONATININ AÇIĞA ÇIKMASI	Döşeme donatısı geniş bir alanda ve ciddi olarak açığa çıkmış ve beton dökülmesiyle birlikte donatı paslanmaya başlayarak döşemenin yük taşıma kapasitesini azaltmıştır.	Döşeme donatısı yer yer açığa çıkmış, paslanmayla birlikte petekleşme ve beton dökümleri var. Döşemenin taşıma kapasitesi azalma yönünde etkilenmiştir.	Döşeme donatısı bazı yerlerde açığa çıkmış ancak paslanma henüz yok. Döşemenin ömrü etkilenmektedir.	Döşeme donatısı birkaç yerde açığa çıkmış ancak paslanma yok veya hasar yoktur.
BOŞLUK VE OYUKLAR	Uygulanamaz.	Geniş bir alanda işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. Su sızıntıları nedeniyle donatı paslanmış ve döşemenin yük taşıma kapasitesini azaltmıştır.	Bazı kesimlerde işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. Su sızıntısı yok ancak betondaki kesit kaybı nedeniyle döşeme ömründe azalma vardır.	Döşemenin çok az yerindeki betonlarda önemsiz hatalar ve boşluklar var veya hasar yoktur.
SU SIZINTISI	Geniş bir alanda ciddi su sızıntıları var. Su izlerinin rengi donatının paslandığını, çatlakların dağılımı donatı ve betonun ortak çalışma özelliğini kaybetmek üzere olduklarını gösteriyor. Trafik güvenliği tehlikeydedir.	Geniş bir alanda su sızıntıları var. Donatının paslanmaya başladığı anlaşıyor. Henüz betonda dökümler yok. Petekleşme başlamış ve döşemenin yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Bazı kesimlerde su sızıntısı var. Donatının paslanmaya başladığı anlaşıyor. Döşemenin ömründe azalma vardır.	Döşemenin çok az yerinde önemsiz su sızıntıları var veya hasar yoktur.

KGM. "METALİK MESNET HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEİ " A "	HASAR DERECEİ " B "	HASAR DERECEİ " C "	HASAR DERECEİ " D "
ANA HASARLAR	Mesnet elemanlarında paslanma yok. Çatlama, kırılma, klavuzdan kayma aşırı dönme vb. Üstyapının davranışına uyamamaktan doğan hasarlar veya mesnet daha sağlam olduğu için kirişin mesnetlenme bölgesinde benzer hasarlar vardır.	Mesnet dış hava koşullarında paslanarak şişmiş ve bloke olmuş. Zorlanmalardan mesnette çatlaklar oluşmuş. Mesnetin çalışması kısıtlanmış ve mesnette oluşan hasarlar kirişin ve mesnetin ömrünü azaltmaktadır.	Dış hava koşulları ve mesnet bölgesindeki kirlilik mesnette paslanmayı başlatmış. Mesnet bloke olma aşamasında. Yük aktarma koşulları kısmen sınırlanmış. Mesnet ömrü azalmaktadır.	Mesnette önemsiz kirlilik veya paslanmalar var veya hasar yoktur.
ELEMAN KAYBI	Uygulanamaz.	Mesnetteki zorlanmalar bazı parçaların kırılarak yok olmasına neden olmuş. Mesnet kendisinden beklenen davranışları yerine getiremiyor. Mesnet ömründe azalma ve kirişin mesnetten düşmesi söz konusudur.	Mesnetin yardımcı elemanlarında kısmi hasarlar vardır. Giderilmediğinde mesnetin çalışma koşullarını bozacak ve ömrünü kısaltacaktır.	Mesnet elemanları tamam ancak gevşemeler var veya hasar yoktur.
ANKRAJ HASARLARI	Uygulanamaz.	Mesneti sabitleyen bulonların pek çoğu kırılmış ve mesnetin sabitliği bozulmuştur. Mesnet kendisinden istenilen şekilde çalışmadığından daha büyük hasarlar ve mesnet ömrünün kısılması söz konusudur.	Mesneti sabitleyen bulonların pek çoğunda paslanma var ve bazı bulonlar kırılmış. Mesnetin çalışma şekli bozulmak üzeredir. Mesnet ömrü kısılmaktadır.	Mesneti sabitleyen bulonlarda önemsiz paslanma var fakat kesit kaybı yok veya hasar yoktur.
MESNET YATAĞI HASARLARI	Mesnet yatağı yarılmış dağılarak ezilmiş taşıma kabiliyeti yok olmuştur. Mesnetin hasar görmesi söz konusudur..	Mesnet yatağında geniş çatlaklar, betonda dökülme ve dağılma başlangıcı vardır. Yük taşıma kapasitesi azalmıştır. Mesnetin hizmet kabiliyetini azaltmaktadır.	Mesnet yatağında küçük çatlaklar ve betonda kabarmalar vardır. Mesnetin hizmet kabiliyeti azalabilir.	Mesnet yatağında önemsiz kirlilik ve betonda kabarma başlangıcı var veya hasar yoktur.

KGM. "ELASTOMERİK MESNET HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESİ " A "	HASAR DERECESİ " B "	HASAR DERECESİ " C "	HASAR DERECESİ " D "
YÜZEY DÜZENSİZLİKLERİ	Uygulanmaz	Kauçuk yüzeyinde çatlamlar ve dökülmeler var. Elle çekildiğinde kauçuk kopuyor. Çelik plakalarda açığa çıkma nedeniyle paslanma var.	Isı, yük ve çevre etkileriyle meydana gelen yarılmalar, çatlamlar ve kapak atmaları	Ufak yüzey bozuklukları veya pürüzsüz yüzey
KAYMA VE DEFORMASYON	Uygulanmaz	Kirişin simetrik yerleştirilmesine rağmen mesnette eksen etrafında döme ve kayma var.	Mesnet kesitinde farklı bombelenmeler gözükmesi	
MESNET YATAĞI HASARLARI	Mesnet yatağı yarılmış dağılarak ezilmiş, taşıma kabiliyeti yok olmuştur. Mesnetin zarar görmesi söz konusudur.	Mesnetin yatağında geniş çatlaklar, betonda dökülme ve dağılma başlangıcı vardır. Yük taşıma kapasitesi azalmıştır. Mesnetin hizmet kabiliyetini azaltmaktadır.	Mesnet yatağında küçük çatlaklar ve betonda kabarmalar vardır. Mesnetin hizmet kabiliyeti azalabilir.	Mesnet yatağında önmsiz kirlilik ve betonda kabarma başlangıcı var veya hasar yoktur.

KGM. "ÇELİK KİRİŞ HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESİ " A "	HASAR DERECESİ " B "	HASAR DECECESİ " C "	HASAR DERCESİ " D "
DEFORMASYON	Kirişte yanal burkulma veya kısmi akma nedeniyle yük taşıma kapasitesinin azaldığını gösteren ciddi sehim ve deformasyonlar vardır.Trafik güvenliği tehlikededir.	Kirişin bazı bölgelerinde yük taşıma kapasitesini etkilemeyen ancak önemli deformasyonlar vardır	Kirişin bazı bölgelerinde küçük deformasyonlar vardır.	Deformasyon yoktur.
ÇATLAKLAR	Kirişin kaynaklı ek veya birleşim yerlerindeki kaynak veya levhalarda uzun çatlaklar vardır.	Kirişin kaynaklı ek veya birleşim bölgelerindeki kaynak veya levhalarda noktasal çatlaklar vardır.	Kirişin yardımcı elemanlarında veya bunların üzerindeki kaynaklarda noktasal çatlaklar vardır.	Çatlak yoktur.
PASLANMA	Kiriş veya önemli elemanlarında kesit kaybı ve yük taşıma kapasitesini azaltan ciddi paslanmalar vardır.	Kiriş veya önemli elemanlarının bazı bölgelerinde ilerlemiş ve kiriş ömrünü etkileyici paslanmalar vardır.	Kiriş yardımcı elemanlarında eleman ömrünü azaltacak şekilde paslanmalar vardır.	Önemsiz dercede hafif paslanmalar var veya paslanma yoktur.
BULONLAR VE SOMUNLAR	Kiriş ana elemanının ek veya birleşimindeki 3 adetden fazla bulonda gevşeme vardır veya somunları yerinde yoktur.	Kiriş yardımcı elemanının ek veya birleşim yerindeki 3 adetden fazla bulonda gevşeme vardır veya somunları yerinde yoktur.	Kiriş ana veya yardımcı elemanının birleşim veya ek yerlerindeki 1 adetden fazla bulonda gevşeme vardır veya somunları yerinde yoktur.	Gevşeme veya eksiklik yoktur.

KGM. "BETON KİRİŞ HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEŚİ " A "	HASAR DERECEŚİ " B "	HASAR DERECEŚİ " C "	HASAR DERECEŚİ " D "
DEFORMASYON	Kirişin yük taşıma gücünü kaybettiğini gösterecek boyutta kalıcı sehim ile kiriş eksenini doğrultusunda veya yanal yönde çok büyük deformasyonlar vardır. Trafik güvenliği tehlikeyededir.	Kirişin yük taşıma kapasitesini etkilemeyen ancak ömrünü azaltan önemli deformasyonlar vardır.	Kirişte önemsiz küçük deformasyonlar vardır	Deformasyon yoktur.
ÇATLAKLAR	Genişliği 3 mm. den daha fazla kesme ve eğilme çatlakları var. Donatı paslanarak kesit kaybına uğramış. Kiriş yük taşıma kapasitesini kaybetmiştir.	Genişliği 3-2 mm. arasında kesme ve eğilme çatlakları var. Donatıda paslanma başlamıştır. Kirişin yük taşıma kapasitesi ve ömrü azalmıştır.	Genişliği 2 mm. den daha az kesme ve eğilme çatlakları var. Donatıda paslanma yok ancak kiriş ömrü azalacak yönde etkilenmektedir.	Kılcal çatlaklar gözleniyor veya çatlak yoktur.
KABARMA VE DÖKÜLMELER	Kiriş yüzeyinde ciddi dökülme ve boşluklar var. Köprü altındaki araç ve yaya trafiğini tehlikeye sokuyor. Donatı paslanarak kesit kaybına uğramış. Kiriş yük taşıma kapasitesini kaybetmektedir.	Paspayı betonlarında dökülmeler ve kirişte boşluklar var. Donatı açığa çıkarak paslanmaya başlamış. Kiriş ömrü azalmaktadır.	Köprünün kendi bünyesinden kaynaklanmayan nedenlerle yer yer beton dökülmeleri vardır. Kiriş ömrü azalma yönünde etkilenmektedir.	Kirişe fazla etkisi olmayan hafif kabarma ve dökülmeler var veya hasar yoktur.
DONATININ AÇIĞA ÇIKMASI	Kiriş donatısı geniş bir alanda ve ciddi olarak açığa çıkmış ve donatı paslanarak kesit kaybına uğramıştır. Kirişin yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Kiriş donatısı yer yer açığa çıkmış, paslanma nedeniyle petekleşmeler başlamış, betonda dökülmeler başlamış, kirişin yük taşıma kapasitesi azalma yönünde etkilenmiştir.	Kiriş donatısı bazı yerlerde açığa çıkmış ancak paslanma henüz yok kirişin ömrü etkilenmektedir.	Kiriş donatısı birkaç yerde açığa çıkmış paslanma yok veya hasar yoktur.
BOŞLUK VE OYUKLAR	Uygulanamaz.	Geniş bir alanda işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. Su sızıntısı nedeniyle donatı paslanmış. Kirişin yük taşıma kapasitesi azalmaktadır.	Bazı kesimlerde işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. Su sızıntısı yok ancak kesit kaybı nedeniyle kiriş ömründe azalma vardır.	Kirişin çok az yerindeki betonlarda önemsiz hatalar var veya hasar yoktur.

KGM. "KENAR AYAK HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESİ " A "	HASAR DERECESİ " B "	HASAR DERECESİ " C "	HASAR DERECESİ " D "
DEFORMASYON	Kolon veya elevasyonda 25 mm. den daha fazla oturma, yer değiştirme veya dönme var. Üst yapıya intikal etmiş ve devam ediyor. Trafik güvenliği tehlikeydedir.	Kolon veya elevasyonda 25 15 mm. arasında oturma, yer değiştirme veya dönme var. Üst yapıya intikal etmiş ve devam ediyorsa trafik güvenliği tehlikede eğer devam etmiyorsa yapı elemanının yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Kolon veya elevasyonda 15 mm. den daha az oturma, Üst yapıya intikal etmeyen yer değiştirme veya dönme önemsiz oturma, yer var ve devam etmiyor. Yapı elemanının ömrü azalma yönünde etkilenmiştir.	Üst yapıya intikal etmeyen önemsiz oturma, yer değiştirme veya dönme var veya hasar yoktur.
ÇATLAKLAR	Genişliği 3 mm. den daha fazla kesme ve eğilme çatlakları var. Donatı paslanarak kesit kaybına uğramış. Başlık kirişi veya elevasyon yük taşıma kapasitesini kaybetmiştir.	Genişliği 3-2 mm. arasında kesme ve eğilme çatlakları var. Donatıda paslanma başlamıştır. Başlık kirişi veya elevasyonun yük taşıma kapasitesi ve ömrü azalmıştır.	Genişliği 2 mm. den daha az kesme ve eğilme çatlakları var ancak donatıda paslanma yoktur.	Kılcal çatlaklar gözleniyor veya çatlak yoktur.
BETONDA KABARMA VE DÖKÜLMELER	Beton yüzeyinde ciddi dökülmeler ve boşluklar var. Köprü altındaki araç ve yaya trafiğini tehlikeye sokuyor. Donatı paslanarak kesit kaybına uğramış. Başlık kirişi veya elevasyon yük taşıma kapasitesini kaybetmektedir.	Paspayı betonlarında dökülmeler ve betonda boşluklar var. Donatı açığa çıkarak paslanmaya başlamış. Başlık kirişi veya elevasyonun ömrü azalmaktadır.	Köprünün kendi bünyesinden kaynaklanmayan nedenlerle ancak ayakların ömrünü olumsuz yönde etkileyen yer yer beton dökülmeleri vardır.	Ayak betonlarına fazla etkisi olmayan hafif kabarma ve dökülmeler var veya hasar yoktur.
DONATININ AÇIĞA ÇIKMASI	Donatı geniş bir alanda ve ciddi olarak açığa çıkmış ve paslanarak kesit kaybına uğramıştır. Başlık kirişi veya elevasyonun yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Donatı yer yer açığa çıkmış, paslanma nedeniyle petekleşmeler başlamış, betonda dökülmeler başlamış, başlık kirişi veya elevasyonun yük taşıma kapasitesi azalma yönünde etkilenmiştir.	Donatı bazı yerlerde açığa çıkmış ancak paslanma henüz yok başlık kirişi veya elevasyonun ömrü etkilenmektedir.	Donatı bir kaç yerde açığa çıkmış, paslanma yok veya hasar yoktur.

KGM. "KENAR AYAK HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEŚİ " A "	HASAR DERECEŚİ " B "	HASAR DERECEŚİ " C "	HASAR DERECEŚİ " D "
BOŞLUK VE OYUKLAR	Uygulanamaz.	Geniş bir alanada işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. Su sızıntısı nedeniyle donatı paslanmış. Başlık kirişi veya elavasyonun yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Bazı kesimlerde işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. su sızıntısı ve donatıda paslanma yok. Kesit kaybı nedeniyle başlık kirişi veya elavasyon ömründe azalma vardır.	Çok az yerdeki betonlarda önemsiz hatalar var veya hasar yoktur.
SU HASARLARI	Su, buz, terassubat çarpması veya kimyasal atıkların etkisiyle kolon veya elavasyonda ciddi aşınmalar var. Donatı açığa çıkarak paslanmış ve eleman kesit kaybına uğramıştır. Yapı elemanının yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Su, buz, terassubat çarpması veya kimyasal atıkların etkisiyle kolon veya elavasyonda yer yer aşınmalar var. Donatı açığa çıkmış, paslanma başlamış. Yapı elemanının yük taşıma kapasitesi azalma yönünde etkilenmiştir.	Su, buz, terassubat çarpması veya kimyasal atıkların etkisiyle bazı kolon veya elavasyonlarda aşınmalar başlamış. Donatı henüz açığa çıkmamış. Yapı elemanının ömrü etkilenmektedir.	Hasar yoktur
TEMELLERDE OYULMA	Akarsu yatağının mansap tarafında oyulma var ve yatak malzemesinin gevşekliğinden ilerliyor veya ciddi oyulma nedeniyle temel üst kotu zemin kotu üzerine çıkmış. Trafik güvenliği tehlikededir.	Akarsu yatağının genel zemin yapısı oyulmaya uygun. Temellerde az oyulma var ancak temel üst kotu henüz zemin kotunun altındadır. Köprü ömrü azalma yönünde etkilenmektedir.	Akarsu yatağının genel zemin yapısı oyulmaya uygun. Temellilerde oyulma başlamış ve küçük hızla devam ediyor.	Oyulma yoktur

KGM. "ORTA AYAK HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEİ " A "	HASAR DERECEİ " B "	HASAR DERECEİ " C "	HASAR DERECEİ " D "
DEFORMASYON	Kolon veya elevasyonda 25 mm. den daha fazla oturma, yer değiştirme veya dönme var. Üst yapıya intikal etmiş ve devam ediyor. Trafik güvenliği tehlikeydedir.	Kolon veya elevasyonda 25 15 mm. arasında oturma, yer değiştirme veya dönme var. Üst yapıya intikal etmiş ve devam ediyorsa trafik güvenliği tehlikede eğer devam etmiyorsa yapı elemanının yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Kolon veya elevasyonda 15 mm. den daha az oturma, yer değiştirme veya dönme var ve devam etmiyor. Yapı elemanının ömrü azalma yönünde etkilenmiştir.	Üst yapıya intikal etmeyen önemsiz oturma, yer değiştirme veya dönme var veya hasar yoktur.
ÇATLAKLAR	Genişliği 3 mm. den daha fazla kesme ve eğilme çatlakları var. Donatı paslanarak kesit kaybına uğramış. Başlık kirişi veya elevasyon yük taşıma kapasitesini kaybetmiştir.	Genişliği 3-2 mm. arasında kesme ve eğilme çatlakları var. Donatıda paslanma başlamıştır. Başlık kirişi veya elevasyonun yük taşıma kapasitesi ve ömrü azalmıştır.	Genişliği 2 mm. den daha az kesme ve eğilme çatlakları var ancak donatıda paslanma yoktur.	Kılcal çatlaklar gözleniyor veya çatlak yoktur.
BETONDA KABARMA VE DÖKÜLMELER	Beton yüzeyinde ciddi dökülmeler ve boşluklar var. Köprü altındaki araç ve yaya trafiğini tehlikeye sokuyor. Donatı paslanarak kesit kaybına uğramış. Başlık kirişi veya elevasyon yük taşıma kapasitesini kaybetmektedir.	Paspayı betonlarında dökülmeler ve betonda boşluklar var. Donatı açığa çıkarak paslanmaya başlamış. Başlık kirişi veya elevasyonun ömrü azalmaktadır.	Köprünün kendi bünyesinden kaynaklanmayan nedenlerle ancak ayakların ömrünü olumsuz yönde etkileyen yer yer beton dökülmeleri vardır.	Ayak betonlarına fazla etkisi olmayan hafif kabarma ve dökülmeler var veya hasar yoktur.
DONATININ AÇIĞA ÇIKMASI	Donatı geniş bir alanda ve ciddi olarak açığa çıkmış ve paslanarak kesit kaybına uğramıştır. Başlık kirişi veya elevasyonun yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Donatı yer yer açığa çıkmış, paslanma nedeniyle petekleşmeler başlamış, betonda dökülmeler başlamış, başlık kirişi veya elevasyonun yük taşıma kapasitesi azalma yönünde etkilenmiştir.	Donatı bazı yerlerde açığa çıkmış ancak paslanma henüz yok başlık kirişi veya elevasyonun ömrü etkilenmektedir.	Donatı bir kaç yerde açığa çıkmış, paslanma yok veya hasar yoktur.

KGM. "ORTA AYAK HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESESİ " A "	HASAR DERECESESİ " B "	HASAR DERECESESİ " C "	HASAR DERECESESİ " D "
BOŞLUK VE OYUKLAR	Uygulanamaz.	Geniş bir alanada işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. Su sızıntısı nedeniyle donatı paslanmış. Başlık kirişi veya elavasyonun yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Bazı kesimlerde işçilik hatalarından kaynaklanan beton boşlukları var. su sızıntısı ve donatıda paslanma yok. Kesit kaybı nedeniyle başlık kirişi veya elavasyon ömründe azalma vardır.	Çok az yerdeki betonlarda önemsiz hatalar var veya hasar yoktur.
SU HASARLARI	Su, buz, terassubat çarpması veya kimyasal atıkların etkisiyle kolon veya elavasyonda ciddi aşınmalar var. Donatı açığa çıkarak paslanmış ve eleman kesit kaybına uğramıştır. Yapı elemanının yük taşıma kapasitesi azalmıştır.	Su, buz, terassubat çarpması veya kimyasal atıkların etkisiyle kolon veya elavasyonda yer yer aşınmalar var. Donatı açığa çıkmış, paslanma başlamış. Yapı elemanının yük taşıma kapasitesi azalma yönünde etkilenmiştir.	Su, buz, terassubat çarpması veya kimyasal atıkların etkisiyle bazı kolon veya elavasyonlarda aşınmalar başlamış. Donatı henüz açığa çıkmamış. Yapı elemanının ömrü etkilenmektedir.	Hasar yoktur
TEMELLERDE OYULMA	Akarsu yatağının mansap tarafında oyulma var ve yatak malzemesinin gevşekliğinden ilerliyor veya ciddi oyulma nedeniyle temel üst kotu zemin kotu üzerine çıkmış. Trafik güvenliği tehlikeydedir.	Akarsu yatağının genel zemin yapısı oyulmaya uygun. Temellerde az oyulma var ancak temel üst kotu henüz zemin kotunun altındadır. Köprü ömrü azalma yönünde etkilenmektedir.	Akarsu yatağının genel zemin yapısı oyulmaya uygun. Temellerde oyulma başlamış ve küçük hızla devam ediyor.	Oyulma yoktur

KGM. "YAKLAŞIM DOLGULARI HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECEŚİ " A "	HASAR DERECEŚİ " B "	HASAR DERECEŚİ " C "	HASAR DERECEŚİ " D "
OTURMA VEYA ÇÖKMELER	Trafik güvenliği ve direksiyon hakimiyetini azaltacak şekilde 50 mm. derinlik ve 100 cm. çaptan daha büyük bisikletliler için tehlikeli boyutta oturma veya çökme vardır.	Trafik akışını engelleyecek şekilde 50-30 mm. arasında derinlik ve 100 cm. çaptan daha büyük oturma veya çökme vardır.	Seyahat konforunu azaltan 30-10 mm. arasında derinlik ve 100 cm. çaptan daha büyük oturma veya çökme vardır.	Önemsiz ve sığ oturma veya çökme vardır veya hasar yoktur.
YOL PLATFORMUNDA EROZYON	Köprü yaklaşımındaki yol platformunun her bir tarafında, yol platformunu 75 cm. den daha fazla daraltan platform genişliği kaybı vardır. Yaya ve araçların Trafik güvenliği tehlikededir.	Köprü yaklaşımındaki yol platformunun her bir tarafında, yol platformunu 75-50 cm. arasında daraltan platform genişliği kaybı vardır. Yaya ve araç Trafik akışı engellenmektedir.	Köprü yaklaşımındaki yol platformunun her bir tarafında, yol platformunu 50 cm. den daha az daraltan platform genişliği kaybı vardır. Yayalar rahatsızlık duymaktadır.	Yaklaşım dolgularında trafiği engellemeyecek boyutlarda erozyon vardır veya hasar yoktur.
DOLGU GÖVDESİNDE EROZYON	Yaklaşım dolgusunda müdahale edilmediği takdirde yol platformuna etki edecek kadar ciddi erozyon vardır.	Yaklaşım dolgularında oyulma var ancak yol platformuna etki edecek ölçüde değildir.	Yaklaşım dolgularında küçük oyulma ve bozulmalar vardır.	Dolgularda hasar yoktur.

KGM. "TAHKİMAT HASARLARI DERECELENDİRMESİ [29]"

HASARLAR	HASAR DERECESESİ " A "	HASAR DERECESESİ " B "	HASAR DERECESESİ " C "	HASAR DERECESESİ " D "
OTURMA VEYA ÇÖKMELER	Tahkimatta ciddi oturma, çökme ve göçmeler var. Bu hasarların ilerleyişi yol platformunu daraltmakta veya yakın gelecekte daraltma tehlikesi göstermektedir.	Tahkimatta önemli oturma ve çökmeler var. Normal su akışında yıkılarak köprüyü korumasız bırakır.	Tahkimatta oturma ve çökmeler var. Feyazan halinde yıkılarak köprüyü korumasız bırakabilir.	Tahkimattaki oturma ve çökmeler önemsizdir veya hasar yoktur.
EREZYON	Tahkimatı oluşturan elemanlarda aşınma ve kayıplar var. Yol platformunun daralması söz konusudur.	Tahkimatın büyük kısmı kaybolmuş ve normal su akışında köprüyü koruyamamaktadır.	Tahkimattaki eksiklik ve kayıplar feyazan halinde köprüyü korumasız bırakabilecek boyuttadır.	Tahkimatta önemsiz kayıp ve eksiklikler var veya hasar yoktur.
TABANDA OYULMALAR	Yol platformunu destekleyen istinat duvarı gibi tahkimatların temelleri oyulmuş ve oyulma devam ediyor.	Tahkimat taban ve temellerindeki oyulmalar normal su akışında yıkılıp köprüyü korumasız bırakacak kadar önemlidir.	Tahkimat taban ve temellerindeki oyulmalar feyazan halinde yıkılıp köprüyü korumasız bırakacak boyuttadır.	Tahkimat taban ve temellerinde önemsiz oyulmalar vardır veya hasar yoktur.

BAZI ÜLKELERİN KÖPRÜ YÖNETİMİ UYGULAMALARI [17]

BDKYS Temel Fonksiyonları	Almanya	Danimarka	İspanya	Fransa	İngiltere	Norveç	Finlandiya	Slovakya	California	New York
Kullanım Yılı	Yeni	20			15	2	3	5		4
Yönetilen Köprü Sayısı	34600	1400	15000	22000	9500	17000	15000	1760	25000	10000
Köprü Envanter Sistemi	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
Muayene Takvimi	Evet	Evet		Evet	Evet	Evet	Evet		Evet	Evet
Köprü ve Eleman Durumu	Evet	Evet		Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
Bakım Maliyet Hesabı	Hayır	Evet		Evet	Evet	Evet	?		Evet	Evet
Bakım Öncelik Sıralaması	Hayır	Evet		Evet	Evet	Evet	?	Evet	Evet	Evet
Finansal Planlama	Hayır	Evet		Hayır	Evet	Evet	Evet			Evet
Kapsamlı Maliyet Hesabı	Evet	Evet		Evet						Evet
Güvenlik Argümanları	Hayır				Evet					Evet
Alternatif Bakım Planlama	Hayır				Evet					Evet
Ömür Maliyet Hesap.	Hayır				Evet					Evet
Trafik Gecikme Hesabı	Hayır				Evet					
Bozulma Tahmini	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Evet