



Comparison of WIM Systems

Nuri Başar^{1*}

^{1*} ARGE / ESİT Elektronik Sistemler İmalat ve Tic. Ltd. Şti, İstanbul, Turkey, (ORCID: 0000-0002-6112-3835), nurib@esit.com.tr

(1st International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2021, November 1-3, 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1009171)

ATIF/REFERENCE: Başar, N. (2021). Comparison of WIM Systems. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 618-621.

Abstract

Today, it has become a necessity to weigh the vehicles while they are on the move. It can be said that one of the most important factors triggering this is the formation of traffic and therefore the loss of time. In order to prevent these problems, low, medium and high speed weighing processes have been developed in vehicle weighing. Each weighing process has its own software and hardware differences. The sensor used for weighing, the main system to be weighed and the design provide these differences. While vehicle weighing is done with the help of piezoelectric sensors in high speed weighing, vehicle weighing is done with load cells in low and medium speed weighings. Considering all these factors, each weighing process has advantages and disadvantages.

Keywords: low speed weighing, medium speed weighing, high speed weighing, load cell, piezoelectric sensor, indicator.

WIM Sistemlerinin Karşılaştırılması

Öz

Günümüzde taşıtların seyir halinde yani hareket halinde iken tartılması bir ihtiyaç durumuna gelmiştir. Bunu tetikleyen en önemli faktörlerden biri olarak trafiğin oluşması ve bu nedenle zaman kaybının meydana gelmesi söyleyenebilir. Bu olumsuzlukların önüne geçmek için araç tartımında düşük, orta ve yüksek hızlı tartım süreçleri geliştirilmiştir. Her bir tartım süreci kendine has yazılımsal ve donanımsal farklılıklar içermektedir. Tartım için kullanılan sensör, tartımı yapacak olan ana sistem ve tasarım bu farkların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Yüksek hızlı tartımda araç tartımı piezoelektrik sensörler yardımı ile yapılırken, düşük ve orta hızlı tartımlarda araç tartımı yük hücreleri ile yapılır. Tüm bu etkenler göz önüne alındığında her bir tartım sürecinin avantaj ve dezavantajları vardır.

Anahtar Kelimeler: düşük hızlı tartım, orta hızlı tartım, yüksek hızlı tartım, yük hücresi, piezoelektrik sensör, indikatör.

* Sorumlu Yazar: nurib@esit.com.tr

1. Giriş

Trafikte, denetim istasyonlarında, taşıma işlemlerinin gerçekleştiği fabrikalarda ve çeşitli çalışma sahalarında denetim ve güvenlik için araç tartımları yapılmaktadır. Saha ve çevre koşullarına göre bu araç tartımları düşük, orta ve yüksek hızda yapılabilmektedir.

Yavaşlamanın gerekmediği ve daha hassas bir sonuç elde edebilmenin ön planda olduğu koşullarda düşük hızlı tartım yapılması seçilmektedir. Genellikle yol kenarı tartım istasyonlarında hem tartımdaki doğruluğu daha iyi yakayabilmek hem de trafiğin oluşmasını engellemek amacıyla orta hızlı tartım yapılmaktadır. Yüksek hızlı tartım ise otoyollarda ve bazı yol kenarı denetim istasyonlarındaki sıkışıklığı önlemek için öncesinde ön ihbarı sağlamak amacıyla yapılmaktadır.

Ayrıca bu tartım süreçlerinde aracın uzunluğu ve geçiş hızı gibi ek bilgiler de sistemi ekstra bilgilendirme, doğruluk sağlama, ve karşılaştırma yapabilmek için imkan sağlamaktadır. Bu tartımlar da genellikle indikatör dediğimiz tartım yapan ana cihaz ve tartımda kullanılan yük hücresi ve piezoelektrik sensörler bulunmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Üç farklı tartım için farklı tartım sensörleri kullanılmıştır. Bunlar, düşük hızlı tartımda yük hücrelerinin kullanıldığı aks kantarı, orta hızlı tartımda yine yük hücrelerinin kullanıldığı tartım platformu, yüksek hızlı tartımda ise piezoelektrik sensörler tartım için kullanılmıştır. Bu süreçler için tartımın nasıl gerçekleşeceği ve kullanılan sensörler her tartım süreci içerisinde adım adım incelenmiştir.

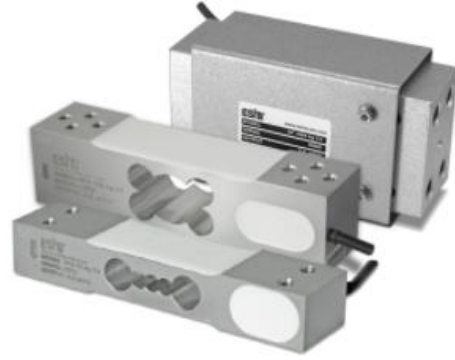
2.1. Düşük Hızlı Tartım Sistemi

Düşük hızlı tartımda aks kantarı kullanılmıştır. Aks kantarı temelinde yük hücrelerini barındıran bir platform yapısındadır. Sabit aks kantarı taşıtların aks ağırlıklarının ve toplam ağırlığının kontrol edilmesi amacıyla kullanılır. Aks kantarı statik ve dinamik olarak çalıştırılabilir. Statik çalışmada taşıtın her bir aksı platform üzerinde durdurularak tartılır, dinamik çalışmada ise taşıt platform üzerinden yaklaşık 7 km hızla geçirilerek tartılır.

Denemelerde taşıtın sabit aks kantarı üzerinden düşük hızda geçirilmesi ile tartım gerçekleştirilmiştir. Tartım sürecinde kantar öncelikle kullanılan indikatör ile dinamik modda çalışmaya alınmış ve sonrasında kantarın üzerinden araç geçişi ile tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu modda araç düşük hızda aks kantarı üzerinden geçtikten sonra indikatör sayesinde ağırlık verileri alınmıştır. Burada teknik açıdan da aks kantarının sabit montajı olabileceği, korumalı bir tartım platformu olduğu, toz, çamur, su ve kardan etkilenmeyecek bir tasarıma da sahip olduğu gözlenmiştir.



Şekil 1 Aks kantarı



Şekil 2 Yük hücresi

2.2 Orta Hızlı Tartım Sistemi

Orta hızlı tartım işleminde tartım platformu kullanılmıştır. Bu tartım platformu içerisinde yük hücreleri barındırır. Tasarımı montajına ve üzerinde araç geçişi esnasında tartıma uygun şekilde yapılmıştır.



Şekil 3 Tartım platformu

Bu tartım platformu Şekil 3 de görüldüğü üzere zorlu hava koşullarında da çalışabilecek ve dayanıklılık gösterebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu platform ile tartım süreci araç tekerleri

üzerinden geçtiğinde, ölçüm plakaları içine yerleştirilmiş sensörler teker ağırlıklarına bağlı olarak elektronik bir sinyal üretir. Bu sinyal kullanılan indikatör sayesinde ağırlık değerine dönüştürülür.

Tartıma başlanırken araç platformun üzerinde geçirilmiştir ve tartım sonucu indikatör sayesinde gözlenmiştir. Bu tartım platformu kullanılarak yapılan geçişler ile 10 ile 60 km/h hızları arasında tartım yapılabilmektedir. 40 tonu bulan kapasite ile orta hızlı araç tartımında uygun olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4 Portatif tartım indikatörü

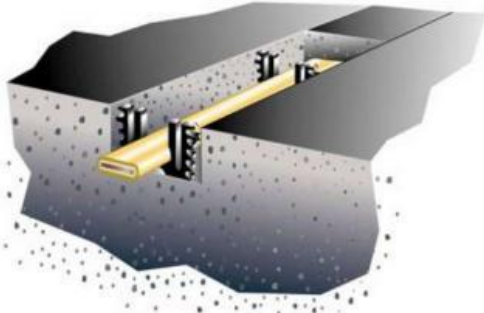
2.3 Yüksek Hızlı Tartım Sistemi

Otoyollarda ve şehirler arası karayollarında trafik normal seyrinde iken araç tartımının yapılabilmesi yüksek hızlı tartım sistemleri ile gerçekleşmektedir. Bu tartım sistemlerinde asfalt üzerine montajı mümkün olan özel piezoelektrik trafik sensörleri kullanılır.



Şekil 5 Piezoelektrik sensör

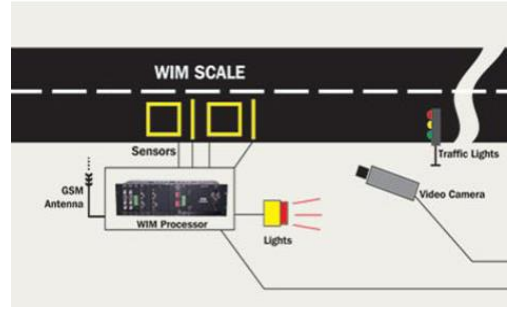
Bu sensör çeşitli laboratuvar testleri sonucu çıkışında verdiği doğruluğa göre kategorilere ayrılmıştır. Araç tartımı tartım sürecinde kategori I türünde (Class-I) sensör kullanılır. Sensör uzunluğu 3.5 metre olduğu için yolda bir şeridi hemen hemen kaplayacak şekildedir. Asfalt üzerinde sensör montajı için kanal açıldıktan sonra sensör yerleşimi yapılır ve üzeri asfalt ve sensör ile uyum sağlayan kimyasal ile kaplanır.



Şekil 6 Piezoelektrik sensör montajı

Araç tartımı otomatik olarak gerçekleşeceği için bu tartım sürecinde aracın tartım alanına girdiğinin anlaşılması için loop sensörleri kullanılır. Bu sensörler manyetik alan kurallarına göre

çalışır ve üzerine metal cisim geldiği zaman belirli sürede ayarlanılabilen bir çıkış verir.



Şekil 7 Yüksek hızlı tartım alanı örnek çizimi

Tartım işleminde piezoelektrik sensörler araç geçişi sırasında ağırlığa bağlı olarak çıkış verirler. Bu çıkış, kullandığımız "WIM" cihazı ile anlamlı hale getirilir. WIM cihazı içerisinde sinyal işleme ve kullanıcıya veri aktarımı barındıran donanımsal ve yazılımsal içerikler barındırır.

Tartım yapılırken taşıt yüksek hızda yani 20 km/h ile 120 km/h hızları arasında geçiş yapmıştır. Taşıt loop sensörleri üzerine geldiği andan itibaren tartım başlamış ve tamamen tartım alanı dışına çıktığında son bulmuştur. Bu sistem sayesinde tüm aks ağırlıkları, aks mesafeleri, araç hızı ve araç sınıfı gibi tüm bilgilerde elde edilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Üç farklı tartım süreci incelenmiş olup, her süreç için araç geçişi ile ağırlık ölçümü yapılmıştır. Düşük hızlı tartımda elde edilen veriler Tablo 1. deki gibidir.

Tablo 1. Düşük hızlı tartım sonuçları

Hız (km/h)	Taşıt Ağırlığı	Ölçülen Ağırlık	Hata (%)
10.43	34560	34432	0,37
10.23	34560	34409	0,44
10.13	34560	34193	1.06
5.29	34560	34432	0.37
5.2	34560	34428	0.38
5.34	34560	34421	0.40

Burada taşıt çeşitli düşük hızlarda geçişler yapmıştır ve indikatör sayesinde aks kantarı ile yapılan ölçümde sonuçlar gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her bir geçiş için tartım yapıp taşıtın bilinen gerçek ağırlığını kullanarak hata payı hesaplanmıştır.

Orta hızlı tartım işleminde her geçiş sonrasında tartım sonucu kullanılan indikatör yardımı ile okunmuştur ve elde edilen bilgiler Tablo2. de ki gibidir.

Tablo 2. Orta hızlı tartım sonuçları

Hız (km/h)	Taşıt Ağırlığı	Ölçülen Ağırlık	Hata (%)
19	37190	37880	1.86
22	37190	35800	3.74
19	37190	37720	1.43
20	37190	36460	1.96
16	37190	36880	0.83
20	37190	36660	1.43

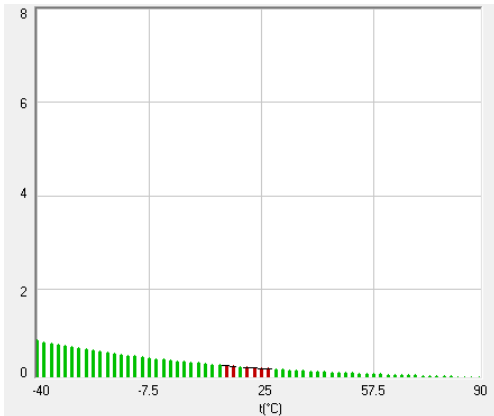
Orta hızlı tartım aşamasında kullanılan taşıtın hızı hemen 19-20 km/h e yakın olacak şekilde test edilmiştir. Bilinen taşıt ağırlığı sayesinde her ölçülen ağırlık için hata oranı hesabı yapılmıştır.

Bir diğer tartım işlemi yüksek hızda tartımdır. Burada araçlar tartım alanı üzerinde 70-80 km/h hızlar ile geçirilmiştir. Elde edilen sonuçlar WIM cihazından alınıp gerçek taşıt ağırlığı ile karşılaştırılmak üzere tabloya aktarılmıştır.

Tablo 3. Yüksek hızlı tartım sonuçları

Hız (km/h)	Taşıt Ağırlığı	Ölçülen Ağırlık	Hata (%)
78.9	12640	12314	2.58
78.7	12640	12632	0.06
78.3	12640	11998	5.07
78.7	12640	12303	2.67
78.5	12640	12388	1.99
78.6	12640	12450	0.01

Yüksek hızlı tartımda bir diğer önemli etken sıcaklık değişimidir. Kullanılan piezoelektrik sensör yapısı gereği asfalta montajı yapıldıktan sonra tartımlarda hava sıcaklığına göre değişen asfalt sıcaklığına bağlı olarak verdiği çıkış değişmektedir. Bu da soğuk ve sıcak havalarda bir kalibrasyon ile düzeltilme gereksinimini ihtiyaç haline getirmiştir. Bu düzeltme değişen sıcaklıklarda araç geçişleri yapılarak elde edilen veriler ile exponansiyel eğri oturtma yöntemi sayesinde her sıcaklık için katsayı hesaplama ile mümkün olmaktadır.



Şekil 9 Piezoelektrik sensörün sıcaklığa bağlı hesaplanan katsayı grafiği

Bu test çalışmalarında düşük hızlı, orta hızlı ve yüksek hızlı tartım işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir. Bu ağırlık sonuçlarına göre yüksek hızlı tartımda en fazla hata payı meydana geldiği, düşük hızlı tartımda ise en az hataların meydana geldiği ortaya çıkmıştır. Bir diğer yandan yüksek hızlı tartımın işlem süresi düşük ve orta hızlı tartım süresinden daha kısadır. Bu da tartımda avantaj sağlamaktadır. Çünkü tartım süresinin artması yoğun tartımın olduğu sahalarda doğrudan oluşan trafiği de olumsuz etkileyecektir.

Bir diğer karşılaştırma konusu olarak da maliyet ortaya çıkmaktadır. Yüksek hızlı tartımda kullanılan piezoelektrik sensör maliyeti, düşük ve orta hızlı tartımda kullanılan yük hücresi maliyetine oranla oldukça fazladır. Ayrıca sensörlerin kurulum maliyetinde yine yüksek hızlı tartımda diğerlerine göre daha fazladır.

Yüksek hızlı tartımda kullanılan piezoelektrik sensörler sıcak ve soğuk havalarda değişen asfalt sıcaklığına bağlı olarak verdiği çıkış değişmektedir. Bu yüzden sıcaklığa bağlı detaylı bir kalibrasyon işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yönden diğer iki tartımda sıcaklığa bağlı ani bir değişim olmadığı için yüksek hızlı tartımda bu bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. Sonuç

Düşük, orta ve yüksek hızlı tartımlarda kullanılan tartım sensörlerine ve platformları göz önüne alındığında yüksek hızlı tartımda kullanılan piezoelektrik sensörün asfalt üzerinde kullanım ömrü ortalama 5-7 yıldır ama düşük hızlı tartım sisteminde kullanılan aks kantarı ve orta hızlı tartımda kullanılan tartım platformunun ortalama kullanım ömrü ortalama 10-20 yıldır.

5. Teşekkür

Bu çalışmada tartım testlerinde kullanılması gereken sensörler, indikatörler, geçiş için kullanılan taşıtlar ve diğer kullanılan elektronik ölçüm aletleri için sağlanan maddi desteklerinden dolayı ESIT Elektronik Sistemler İmalat ve Tic. Ltd. Sti firması yönetim kurulu üyelerinden sayın Ferhat Tigrel ve Serhat Tigrel'e, teknik desteklerinden dolayı AR-GE departmanı müdürü sayın Bekir Berk Göldoğan'a teşekkürü bir borç bilirim.

Kaynakça

- [1] Srikanth K B, Poornima G, 2020, Weigh-In-Motion Sensor Based Electronic Toll Collection System, IEEE, 2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), DOI: 10.1109/WorldS450073.2020.9210394
- [2] Lubomir Scholtz, Michaela Hola, 2020, Simulations of As2S3 Fiber Bragg Grating for Weigh in Motion Applications, IEEE, 2020 New Trends in Signal Processing(NTSP),DOI:10.1109/NTSP49686.2020.9229531
- [3] Carl Haas, Susan Tighe,2007, Evaluating Weigh-In-Motion Sensing Technology for Traffic Data Collection, No Road-No Load: Enabling the Economy while Protecting Pavement Structures Session