

HATİCE SENA ÖNER

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL-2019

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜREKLİ ÖLÇÜMLERİN UYUM DEĞERLENDİRMESİNDE
KULLANILAN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERİN
İRDELENMESİ**

HATİCE SENA ÖNER

PROF. DR. AHMET DİRİCAN

**BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI
BİYOİSTATİSTİK VE TIP BİLİŞİMİ PROGRAMI**

İSTANBUL – 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İstanbul Tıp Fakültesi Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Programında Yüksek Lisans öğrencisi Hatice Sena ÖNER tarafından Prof. Dr. Ahmet DİRİCAN'ın danışmanlığında hazırlanan "Sürekli Ölçümlerin Uyum Değerlendirmesinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemlerin İrdelenmesi" başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 11 /06/2019 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

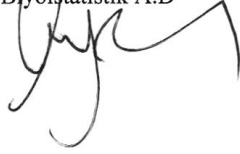
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Ahmet DİRİCAN
İst. Üni. Cerrahpaşa
CTF, Biyoistatistik A.D



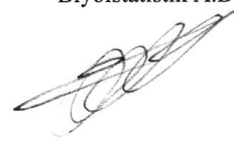
Jüri

Doç. Dr. Eray YURTSEVEN
İstanbul Üni. Tıp Fak.
Biyoistatistik A.D



Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Ömer UYSAL
Bezmialem V. Üni. Tıp Fak.
Biyoistatistik A.D



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Hatice Sena Öner

İTHAF

Hazırladığım bu tezi, bütün yaşamım ve tezimi hazırladığım süre boyunca, her zaman desteklerini hissettiren, mesleğinden ve tıp etiğinden hiçbir zaman ödün vermeyerek bizlere öncü ve örnek olan sevgili babam Ahmet Faik Öner'e ve canım aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Sadece bu tezi hazırlamamda değil, tanıştığımız ilk günden bu yana, bana hemen her konuda sonsuz anlayış gösteren ve desteklerini, iyi niyetini, bilgisini ve güler yüzünü esirgemeyen pek saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ahmet DİRİCAN'a içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BEYAN.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
İTHAF.....	3
TEŞEKKÜR	4
TABLolar LİSTESİ.....	7
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	8
KISALTMALAR LİSTESİ	9
ÖZET	10
ABSTRACT	11
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	12
2. GENEL BİLGİLER	14
2.1. Ölçüm	14
2.1.1. Tekrarlı Ölçüm.....	14
2.2. Ölçüm Hatası	15
2.3. Kesinlik ve Geçerlilik	16
2.4. Güvenirlilik	18
2.5. Ölçüm Geçerliliği	20
2.6. Uyum	22
2.7. Tekrarlanabilirlik	23
3. UYUM İNCELEME ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TEKNİKLER.....	25
3.1. Bland Altman.....	27
3.2. Deming Regresyon	30
3.3. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	32
3.3.1. Çalışmanın Tasarımına Göre SKK Tahminleri	33
3.3.1.1. İki Yönlü Karma Etkili Model.....	33

3.3.2. Çalışmanın Amacına Göre SKK Tahminleri	35
3.3.3. Kullanılan Ölçümlerin Elde Ediliş Biçimlerine Göre SKK Tahminleri	36
3.4. Concordance Korelasyon Katsayısı (Concordance Correlation Coefficient)	37
4. GEREÇ VE YÖNTEMLER	41
5. BULGULAR.....	42
5.1. Bland Altman Sonuçları	42
5.2. Deming Regresyon	43
5.3. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC).....	45
5.4. Concordance Korelasyon Katsayısı (Concordance Correlation Coefficient - CCC)	45
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	47
KAYNAKÇA	49
INTİHAL ORANI	51
ÖZGEÇMİŞ	52

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 3-1 SKK hesaplamalarında kullanılan veri seti	32
Tablo 3-2 SKK hesaplama türleri türleri	36
Tablo 5-1 Total değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri	42
Tablo 5-2 Deming Regresyon Ölçüm sonuçları İstatistikleri	43
Tablo 5-3 Ölçümlere ait bilgiler	43
Tablo 5-4 Deming Regresyon sonuçları	43
Tablo 5-5 Sınıf İçi Korelasyon katsayıları	45
Tablo 5-6 Concordance Korelasyon Katsayısı Değerleri	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

şekil 2-1 Hata Türleri.....	15
Şekil 2-2Hata türlerinin grafiksel gösterimi	16
Şekil .2-3Kesinlik ve Doğruluk gösterimi	17
Şekil 3-1 Bland-Altman örnek grafik gösterimi	27
Şekil 3-2 Tip I Regresyon doğrusu grafiği	31
Şekil 3-3 Tip II Regresyon doğrusu grafiği.....	31
Şekil 5 1 Bland Altman Gösterimi.....	42
Şekil 5 2 Deming Regresyon, Regresyon doğrusu grafiği.....	44
Şekil 5 3 Deming Regresyon Sonuçları Ortalamaya göre Grafiksel gösterim	44
Şekil 5 4 Uyumu incelenen iki değişkene ait saçılım grafiği	46

KISALTMALAR LİSTESİ

ISO:	International Standards Organization
SKK:	Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı
CKK:	Concordance KorelasyonKatsayısı
CCC:	Concordance Coreelation Coefficient
BSI:	British Standards Instiution
HKT:	Hata Kareler Ortalaması
STD:	Standart

ÖZET

Oner, S. (2019). Sürekli ölçümlerin Uyum değerlendirmesinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemlerin İrdelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Programı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Günümüzde tasarlanan yeni çalışmalar, geliştirilen yeni yöntemler veya var olan çalışmalara getirilen yeni bakış açıları ile klinik çalışmalar her geçen gün güncellenmektedir. Çalışma alanının önemi, çalışmaların ölçümünden tasarımına kadar olan süreci çok değerli kılmaktadır.

Bu çalışmalarda kullanılacak verilerin ölçümü, ölçüm şekli ve bu ölçümlerin karşılaştırılabilir olması çalışmanın güvenilirliği için önemlidir. Metod karşılaştırma çalışmaları bu aşamada önemlidir. Karşılaştırma yapılırken çeşitli korelasyon ve regresyon yöntemlerine başvurulmaktadır.

Biz bu çalışmada, klinisyen görüşüne açık olan, çeşitli hesaplama ve grafiklerle yorumlanan Bland-Altman Yöntemini, doğrusal regresyondan farklılaşarak hesaplanırken hata payını dikkate alan Deming Regresyon, tekrarlı ölçümlerin sistematik değişikliklerine duyarlı Sınıfıçi Korelasyon Katsayısını (SKK) ve SKK’da da göz önüne alınan sistematik hatanın yanı sıra rastgele hataya da duyarlı Concordance Correlation Coefficient (CCC) yöntemlerini inceledik.

Anahtar Kelimeler; Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı (SKK), Bland-Altman Yöntemi, Deming Regresyon, Concordance Correlation Coefficient (CCC)

ABSTRACT

Oner S. (2019) The Evaluation of Statistical Methods Used in the Compliance Assessment of Continuous Measurements, Master's Thesis, Istanbul University, Institute of Health Sciences, Biostatistics and Medical Informatics.

Clinical studies are being updated every day by the current studies designed, new methods developed or new perspectives brought on existing research. The importance of this field of study makes the processes from the study measurements to the designs very important. Examination of the data and methods to be used in these studies, and comparability of these measurements are crucial for the reliability of the study. Also, a variety of correlation and regression methods are utilized during the comparison. In this study, we investigate the Bland-Altman method which is open to clinician views and interpreted by variety of calculations and graphs, Deming Regression that takes into account the error margin while calculating the difference from the linear regression, the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) which is sensitive to systematic errors and changes in the repeated measurements, as well as the Concordance Correlation Coefficient (CCC) method which is susceptible to random error in addition to the systematic error.

Key Words: Bland-Altman Method, Deming Regression, Intraclass Correlation Coefficient (ICC), Concordance Correlation Coefficient (CCC).

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanoğlu, varoluşunun doğası gereği her geçen zaman değişim ve gelişim ihtiyacı hissetmektedir. Son yüzyıldaki teknolojik gelişmelerle birlikte, çoğu bilim alanında olduğu gibi, sağlık ve tıp bilim alanlarında da çok önemli değişim ve gelişimler gözlenmiştir. Yapılan her çalışma, yapılmış olanın üstüne farklı bir bakış açısı kazandırmak veya olmayanı araştırmayı amaçlamaktadır. Daha düşük maliyetli, uygulaması daha kolay ve güvenilir yöntemler sağlamak amacıyla her geçen gün yeni yaklaşım ve araçlar geliştirilmektedir. Geliştirilen yeni bir ürün, araç veya yöntemin başarısı merak edilir, kalitesi ve klasik uygulamalara göre sağladığı katkı araştırılır.

Her yapılan çalışma ile yeni yöntem ve teknikler ortaya konulmuş olsada, araştırma araçları genellikle aynıdır. Denek ve ölçüm olmadan bir çalışmanın olması söz konusu olmayacaktır. Bu denek ve ölçüm uygulamalarını iyileştirmek, güvenilir hale getirmek, en az çalışmanın tasarımı kadar önemlidir. Çünkü gelişim ancak doğru kaynaktan olursa bir anlam ifade edecektir.

Bu kaynakları oluşturan ölçümlerin yani elimizde olacak olan verinin, hatasız olma ihtimali yoktur. Fakat bu hata miktarını en aza indirmek, bütün klinisyenlerin ve yapılacak olan çalışmanın öncelikli ihtiyacıdır. Yapılan ölçümlerin güvenilirliği, gerçek değeri olan uyumdur. Bu uyum, ölçüm koşulları mükemmel olsa bile gerçek değeriyle birebir aynı olmayacaktır. Öngörülebilir bi hata payı her zaman olacaktır. Ne derece büyük olacağı ise çalışmacılar tarafından belirlenecektir. Gerçek değeri ile ölçülen değer arasındaki bu uyumu, matematiksel ve klinik olarak açıklayan yöntemler vardır.

Şimdiye kadar birçok uyum inceleme çalışmaları yapılmıştır. Bunların bazıları 1886 yılında Galton tarafından yapılmış, Bartko (1966), Shrout ve Fleiss (1979) ve Vangeneugden (2004)'in geliştirdiği SKK, SKK'ya yeni bakış açıları ile Lin (1989) Concordance Korelasyon Katsayısını (CKK) literatüre kazandırmıştır. Deming (1943) ise klasik regresyon tanımlamalarının aksine her iki değişkene ait verilerin de hata payı içeriği üzerine durmuş, ölçüm yöntemleri ve teknikler arasındaki uyumu belirlemek amacıyla, Bland ve Altman 1986, 1995 ve 1999 yıllarında, Banhart ise 2002, 2005 yıllarında önemli çalışmalar ortaya koymuşlardır.

- Biz de bu tez çalışmasında, uyumun düzeyini belirlemede kullanılan 4 yöntemi incelemek istedik. Bu yöntemleri genel hatlarıyla tanıtmak, aralarındaki farkları ortaya koymak, kullanılabilirlik alanlarını tanıtmak istedik.
- Üzerinde çalıştığımız bu 4 yöntem ise;
- Uyumu, basit matematiksel işlem ve grafiklerle ortama koymaya çalışan Bland-Altman uyum sınırları yöntemi
- Tip II regresyon modellerinden olan Deming Regresyon hesaplaması
- Korelasyon tanımlamalarıyla Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı ve Concordance Korelasyon Katsayısıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ölçüm

Ölçüm, bir niteliğin gözlenen boyutunun kütle, uzunluk, vb. olarak tanımlanarak matematiksel birimlerle gösterilmesidir. Yapılan çalışmaların bir amaca hizmet etmesi gibi yapılan ölçümlerin de bir amaca hizmet etmesi gerekmektedir. Yapılan ölçümlerin bilimsel değerinin olabilmesi için sonuçların sayısal olarak gösteriliyor olması gerekmektedir.

Bilimsel çalışmaların amacı olan kanıtlamalar için ölçülebilen verilerden sağlanan doğru bilgiler gerekir. Çalışmalarda kullanılan verilerin, doğru yöntemlerle ölçülmüş olması bilimsel bulgular elde edebilmek için çok önemlidir. Ölçülen değişkenlerin bilimsel geçerliliği olan bulgular elde edilmesi için standart ölçme teknikleri ile elde edilmesi gerekmektedir. Değişken ölçümünde kullanılan araçların standartlara uygun olması, verilerin istatistiksel olarak doğru çıkarımlar ve sonuçların elde edilmesi için ölçütlere ait bilgi düzeyinin işlenmesini ve geniş kitleler tarafından kabul edilebilirliğini sağlayacaktır. (Özdamar 2002)

2.1.1. Tekrarlı Ölçüm

Tekrarlı ölçüm her bir deneğe ait değerlerin, farklı ölçümlerle tekrarlanmasıdır. Tekrarlı (bağımlı) ölçüm tasarımı, deneklerin iki veya daha çok sayıda tekrarlı ölçümlerinin (aynı ölçüm aracı ile farklı zaman kesitlerinde tekrar ölçme işlemi yapılması ya da alternatif yargıcıların veya ölçme araçlarının aynı boyutu tekrar ölçmesi) yapıldığı çalışma düzenidir.

- Saatlik, haftalık veya aylık süreçlerde yapılan ölçümlerden oluşabilir.
- Tekrarlanan değerlendirmeler farklı deney koşulları altında ölçülebilir

Aynı bireylerde ölçülen yanıtlar arasındaki bağımlılık, tekrarlı ölçüm yapılan deneylerin belirleyici özelliğidir. (Sulluvian 2008)

Araştırmanın her aşamasında, tüm deneysel koşullar için aynı katılımcılar kullanılır (Sulluvian 2008)

Tekrarlı ölçümlerin avantajları olabileceği gibi dezavantajları olacaktır.

- Küçük bir ölçüm grubu ile güçlü istatistikler ortaya konabilir.
- Zaman ve maliyet açısından tasarruflu olabilir.

- Örneklemin yapısından dolayı rassal hata düzeyi çok düşüktür. (Sulluvian 2008)

2.2. Ölçüm Hatası

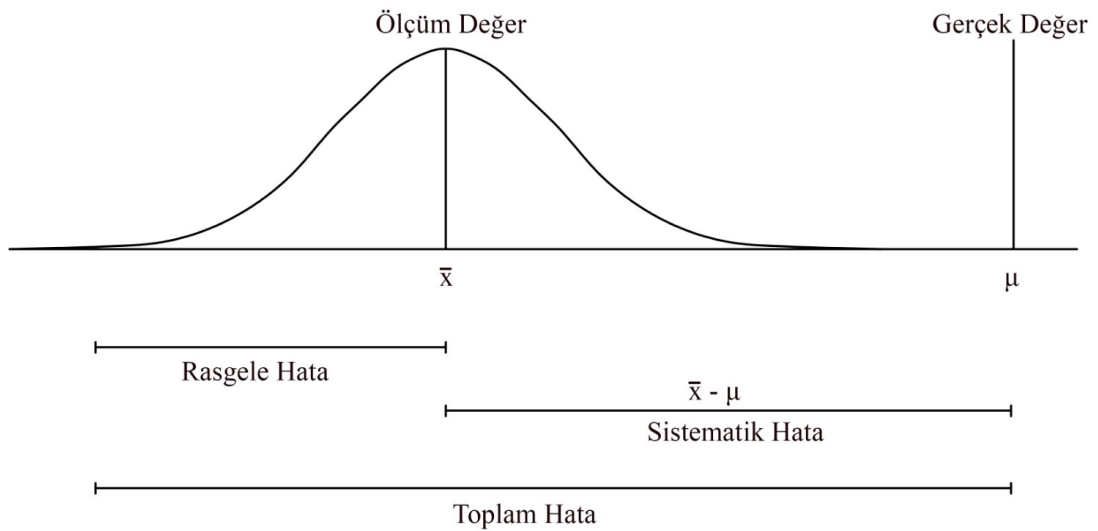
Ölçüm hatası ölçümlerin gerçek değeri ile ölçüm sonuçları ile arasındaki fark olarak tanımlanabilir. (Dodge 2003) Ölçüm hatası, gözlenen değer ile gerçek değer arasındaki farklılıktır. İstatistiksel olarak sıfır olması pek mümkün olmayan, ölçüm hatası hatadan en fazla miktarda arınmış ölçümdür. (Dodge 2003) Bir başka ifadeyle, Ölçümün sonucunu etkileyen unsurların, ölçmeden kaynaklanan ve ölçülen değişkenin oluşturacağı hatadır.

Aynı çalışmada, aynı miktardaki çeşitli ölçümlerin aynı çıkması genelde beklenmez. Bu durumun nedeni, çalışmadaki doğal değişimler, ölçüm sürecindeki değişiklikler veya her ikisi de olabilir. (Bland ve Altman 1996)

Aynı çalışmadaki tekrarlı ölçümler yukarıda bahsedilen sebepler yüzünden gerçek değeri etrafında değişiklik gösterecektir. Bu tekrarlı ölçümlerin standart sapması “ölçüm hatasının” miktarını ölçmemize yardımcı olur. Bu belirlenen standart sapma tüm değişkenler için aynıdır. Ölçüm hatası ölçüm büyüklüğüne göre de değişkenlik göstermektedir. Ölçülen miktarı arttıkça, ölçümler daha değişken hale gelmektedir. (Bland ve Altman 1996)

Ölçümün yapıldığı şekile, ölçüm aracına, ölçümün yapıldığı sisteme göre hata türleri vardır ve bu durumlara göre değişiklik gösterir. Hata türleri Rastgele hata ve Sistematik hata olmak üzere ikiye ayrılır.

şekil 2-1 Hata Türleri

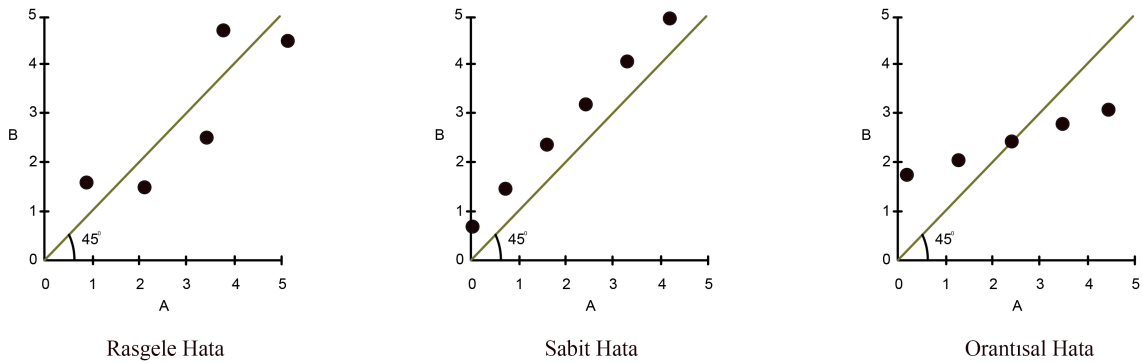


Rastgele hata, bilinçsiz, rastlantısal olarak ortaya çıkar. Kaynağı ve etki miktarı kesin olarak bilinemez. Rastgele hata kişisel etmenler, ölçmeyi yapandan kaynaklanan, ölçme ortamından kaynaklanan, ölçme aracından kaynaklanan etmenler ve diğer pek çok başka faktörün sebep olduğu bir hata türüdür. Ölçüm varyasyonunun geniş olmaması rassal hatanın düşük olmasına neden olacaktır.

Sistematiik hata ise, ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki farklılıktır. Sistematiik hata da kendi içinde, Sabit ve Orantısal hata olmak üzere ikiye ayrılır.

Sabit hata; ölçümlerin farklılaşmasına rağmen hata miktarının değışiklik göstermemesidir. Orantısal hata ise; ölçümlerin büyüklüğü ile alakalıdır. Ölçüm miktarına göre değışiklik gösterir.

Şekil 2-2 Hata türlerinin grafiksel gösterimi



Ölçümlerdeki hatalar, hata türlerine göre örneklem sayıları değıştirilerek, uygun ölçüm yöntemleri geliştirilerek, ölçüm sayılarını değıştirerek giderilmeye çalışılabilir.

2.3. Kesinlik ve Geçerlilik

Hiçbir ölçümün hatasız olduğu söylenemez. Ölçümün sahip olduğu kalite çok önemlidir. Kesinlik ve geçerlilik kavramları arası farkın iyi anlaşılması ölçüme olan güvenimizi arttıracaktır.

Kesinlik, ele alınan özelliklerin ölçümünde yapılan rassal hata düzeyine bağlıdır, yani ölçüm sonuçların birbirine olan yakınlığıdır. Sonuçlar birbirine yakın olduğunda yapılan kestirimlerin doğruluk düzeyi de yükselecektir. Böylece, ölçümlere ve sonuçlara olan güven de artacaktır.

Kesinlik genellikle standart sapma tarafından açıklanır. Kesinliği yüksek, birbirine yakın olan sonuçların, geniş alana yayılmış olanlardan daha güvenilirdir.

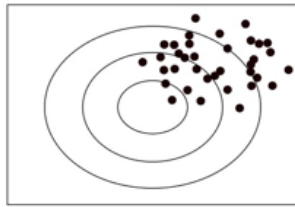
Geçerlilik ise, “hatadan (sistemik hata) arınmışlık” veya “ölçümsel saptamanın, gerçek veya standart değer ile uyumunun derecesi” olarak tanımlanır. Bir sonucun gerçek değerinden ne derece farklılaştığını ifade eder.

Örneğin, bir grup tekrarlı ölçüm verisinde grup ortalaması biliniyorsa, bu değer standart veya gerçek değer ile karşılaştırılabilir. Burada geçerlilik, ortalamanın karşılaştırdığımız standart veya gerçek değerden uzaklığına karşılık yapılan bir tanımlamadır. Ancak tek başına geçerliliğin saptanması yeterli olmayacaktır.

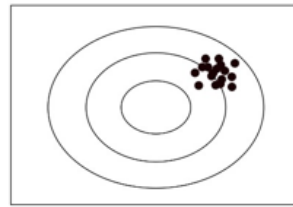
Geçerlilik gerçek değer ile ilgilenirken, kesinlik ölçümle ilgilenir. Kesinlik standart bir değerden ziyade, yapılan ölçümsel tekrarların birbiri ile olan yakınlığı ile alakalı olduğundan, kesin olmadan doğru olması veya doğru olmadan kesin olması mümkündür.

Bu çerçevede bir ölçümün ideal olması için hem kesinlik hem de geçerlilik koşullarının sağlanması gerekmektedir.

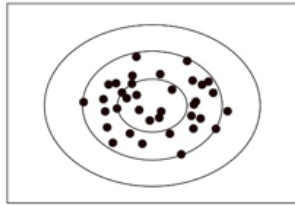
Şekil.2-3 Kesinlik ve Geçerlilik gösterimi



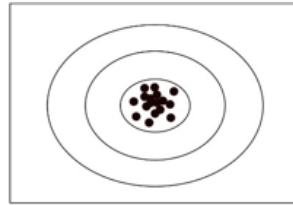
Düşük Geçerlilik
Düşük Kesinlik



Düşük Geçerlilik
Yüksek Kesinlik



Yüksek Geçerlilik
Düşük Kesinlik



Yüksek Geçerlilik
Yüksek Kesinlik

2.4. Güvenirlilik

Güvenirlilik, uygulanan bir test veya kullanılan bir yöntemin tekrarlanması halinde elde edilen sonuçlar arasındaki tutarlılığının ölçümsel bir göstergesidir. Ölçüme olan güven, veriye olan güvendir bu da sonuca olan güvenin bir göstergesi olacaktır.

Güvenilir olmayan bir ölçek kullanışsızdır. (Akçakoca 2012) Güvenilir bir ölçek hatasız ölçme yapan ölçektir. Herhangi bir ölçümde, hatanın sıfır olduğunu düşünmek mümkün değildir. Ölçümün güvenilirliğini arttırmak için oluşabilecek hatanın en aza indirilmesiyle mümkün olacaktır. Hatayı en az seviyede tutmanın tek şartı ise, hata kaynaklarının kontrol altına alınmasıyla sağlanabilmektedir.

Yapılmış olan bir ölçme sonucunda elde edilen ölçüm değerinde bir miktar gerçek ve bir miktar da ölçme hatası vardır.

- Gözlenen ölçüm değeri; x_i
- İki ögesi olan gerçek değer; t_i
- Ölçüm hatası; e_i unsurlarıyla aşağıdaki gibi ifade edilebilir.
-

$$x_i = t_i + e_i \quad (4,1)$$

Bu hata paylarının tesadüfi olarak dağıldığı varsayıldığı zaman, pozitif ve negative yönde değişecek hata payları birbirini nölter ve ölçüm hataları ortalaması 0 olur.

$$E(e_i) = 0 \quad (4,2)$$

Bu varsayımdan yola çıkılarak, ölçümlerin varyansı aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\sigma_x^2 = \sigma_t^2 + \sigma_e^2 \quad (4,3)$$

σ_x^2 : Gözlenen değerin varyansı

σ_t^2 : Gerçek değerin varyansı

σ_e^2 : Ölçüm hatalarının varyansı

Bu bilgileri kullanarak, kullanılan ölçme aracının güvenilirliği, gerçek değerlerinin varyansını, gözlenen değerlerin varyansına oranlayarak hesaplayabiliriz.

$$\rho_x = \frac{\sigma_t^2}{\sigma_x^2} \quad (4,4)$$

Elde edilecek olan ölçümler var olan gerçek değerlerine ne kadar yakın ise, ölçeğin güvenilirliği o kadar artacaktır. Elde edilen ölçümün gerçek değere yaklaşması yani, hata payının minimum seviyeye inmesi (0' yaklaşması) durumunda güvenilirlik katsayısı 1'e yaklaşır; bu durumda ise ölçme aracının güvenilirlik düzeyi mükemmel olur. Aksi durumda ise, yani hata miktarı artar ve güvenilirlik azalırsa, güvenilirlik katsayısı ise sıfıra yaklaşır (Bruton, Conway ve Holgate 2000)

Güvenilirliğin hesaplanabilmesi için çeşitlik durumlara göre, çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

- Eşdeğer-Paralel Formlar Yöntemi
- Test-Tekrar Test Yöntemi
- Yarıya bölme yöntemi
- Cronbach-Alfa Güvenirlik Katsayısı
- Değişim Katsayısı
- Bland-Altman Uyum indisi

Yukarıda literatürde kullanılan bazı güvenilirlik belirleme katsayılarını yazdık. Bunlara ek olarak bir çok yöntem kullanılmıştır. Sonuç olarak “Güvenirlik katsayısı” hatanın değil ölçmedeki hatasızlığın bir ölçüsüdür ve bireysel bir istatistik değil bir grup istatistigidir.

2.5. Ölçümlerin Geçerliliği

Geçerlilik terimi araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. 1987’de Hammersley tarafından yapılan tanıma göre, belli bir olguya ait ölçüm rakamları olguyu doğru bir şekilde yansıtıyor, doğru bir şekilde tanımlıyor veya doğru bir şekilde kuramsal açıklamalar getiriyorsa geçerlidir.

Başka bir tanıma göre ise bir ölçüm aracının, metodun veya ölçmeyi amaçlayan herhangi bir sistemin, başka hiçbir özellik ile karşılaştırmaksızın ölçümü doğru olarak yapabilmesidir. Yani, ölçen sistemin yapması gereken işi istenildiği gibi yapabilmesidir.

Bir ölçümde, test veya deney sonuçlarının geçerli olması için, ölçümlerin tekrarlandığında aynı olması beklenir. Bir başka ifade ile geçerlilik, araştırmanın genel doğruluğunu zedeleyecek hataların bulunmaması anlamına gelir. (Çamur 2012)

Bir ölçme aracının geçerliliği, standart koşullarda o ölçme aracı ile elde edilecek ölçümlerdeki değişkenliğin ne kadarının, incelenen bireylerin ölçülen özelliğe sahip oluş dereceleri arasındaki gerçek farklardan gelmekte olduğunu gösterir. (Ercan ve Kan 2004)

Ölçüm yapılırken önemli olan, bu ölçüm cihazının, yönteminin veya geliştirilen tekniğin ölçmek istediğimiz birimi ölçebiliyor olmasıdır. Yapılan ölçümden kullanılan bu cihaz, yöntem veya yeni tekniğin doğru şekilde kullanılıyor olması ve bu ölçümlerin gerçek değeri yansıtıyor olması geçerliliği etkileyen faktörlerdir.

Geçerliliği yüksek olan bir ölçüm, güvenilirliği yüksek bir ölçüm olabilir fakat bu durumun tersi yani güvenilirliği yüksek olan bir ölçümün geçerliliği hakkında bilgi vermek olanaksızdır. Ölçümlerin geçerliğinin yüksek olması, çalışma sonuçlarından elde edilecek yorumları anlamlı kılacaktır. Bu sebepten, geçerlik çalışmaları çok daha kapsamlı yapılmaktadır. Geçerlik analizleri çalışma başlamadan tasarlanmalıdır. Geçerlilik türlerine göre (aşağıda belirtilecek olan) analiz yöntemlerinde değişiklik gösterecektir. “(Şencan 2005)”

Geçerlilik vurguladığı yönleri ve yaklaşımlarla 4 farklı şekilde değerlendirilebilmektedir.

- Kapsam Geçerliliği; Ölçülen her bir değişkenin gerçeği ne derece temsil edebildiğini gösterir.
- Kriter Geçerliliği; Ölçüm yönteminin ne derece etkili olduğunu vurgulayan yöntemdir. Gerçek değerler ile ölçülen değerler arasındaki ilişkiye dayanır.

- Yapı geçerliliği; Olan geçerliliğin yapısal yönünün yapılmış olan başka yöntemlerin iç yapıları ile uyumlu olmasına dayanır. (Şencan 2005)
- Görünüş geçerliliği; Ölçme aracının yapı olarak neyi ölçtüğünü gösteren türüdür.

2.6. Uyum

Kabaca iki ölçüm arasındaki tutarlılık olarak tanımlanabilen uyum, metod karşılaştırma çalışmalarında, ister benzer yöntemlerle ister farklı yöntemlerle elde edilmiş veriler olsun, uyumun düzeyi çok önemli bir bulgudur. Tamamen birbirinin aynısı ölçümlerin olması ihtimali çok düşük olduğundan, her zaman bir hata payı göz önünde bulundurulur.

Tıp bilimlerinde kullanılan birçok ölçütün tutarlılığına ait özgün çözümler önerilmiştir. Ölçümlerde; tıbbi cihazların kendilerine özgü hassasiyetlerine, cihazı kullanan değerlendiricilerin eğitime ve yeteneğine, ilgilenilen birimlerin özelliklerine göre farklılıklar olabilmektedir. Bu nedenle tanıda ortaya çıkabilen farklılıklar sorun oluşturmaktadır. (Broemeling 2007)

Uyumun belirlenmesi süreci ve yapılan çözümler, ölçülen değişkenin sürekli veya kategorik olmasına göre değişkenlik gösterir. Bu çalışmada metod karşılaştırma yöntemlerinin uyum veya ilişki araştırmaları için bazı korelasyon, regresyon çözümleri ve uyum indekslerinin incelenmesi ve bulgularının yorumlanması amaçlanmıştır.

2.7. Tekrarlanabilirlik

Bilim değerli, kabul edilebilir sonuçlar verebilmesi için farklı ölçüm yöntemleri, farklı teknikler, bu teknikler arası uyumun yüksekliği önemlidir. Her değişken aynı yöntemlerle ölçülmemeli veya farklı ölçüm yolları denemelidir. Klinik tıp ve sağlık çalışmalarında sonuç kadar sonuca nasıl ulaşıldığı da önemlidir. Ölçümün tekrarlanabilirliği elde edilen sonucun doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyecektir.

Tekrarlanabilirlik ISO tarafından şöyle tanımlanmıştır. Tekrarlanabilirlik koşulları altında aynı yöntemle elde edilmiş bağımsız test sonuçları arasındaki yakınlıktır. Tekrarlanabilirlik koşulları ise; aynı ölçüm metodu kullanılması halinde, aynı ölçüm laboratuvarında, ölçümü yapan aynı kişiler, aynı gözlemcilerce, ölçümler arasında kısa sürelerin olması halinde tanımlanmıştır. Buradan şu tanımlı çıkartabiliriz zaman kavramı dışında ölçümde bulunan bütün kriterlerin aynı olması halindeki yakınlık bize tekrarlanabilirliği verecektir. Ölçümü değerlendirirken tekrarlanabilirliği bildirmek önemlidir, çünkü diğer faktörlerden etkilenmeyen salt rastgele hatayı ölçer. (Barnhart ve Haber 1999)

Tekrarlanabilirlik, oluşturulan testlerin kullanılabilirliğini değerlendirmesi yanı sıra, iki metodun karşılaştırılmasında da kullanılabilir. Metod karşılaştırma çalışmalarında bir metod ile her bir denek üzerinden yalnızca bir ölçüm değeri elde edilirse, hangi metodun tekrarlanabilirliğinin ya da kesinliğinin (precision) daha iyi olduğu tahmin edilemez (Bland ve Altman 1999)

Ölçümü değerlendirirken tekrarlanabilirliği bildirmek önemlidir, çünkü diğer faktörlerden etkilenmeyen en saf rastgele hatayı ölçer. (Barnhart ve Haber 1999)

Yöntemlerin tekrarlanabilirliği, “tekrarlanabilirlik katsayıları” hesaplanarak mukayese edilebilir. British Standards Institute (BSI) tarafından tanımlanan

Tekrarlanabilirlik katsayısı hataların normal dağıldığı varsayımı altında $1.96 \times \sqrt{2}s_w$ veya $2.77s_w$ olarak tahmin edilir. Deneklerin %95’i için aynı metod ile elde edilen İki ölçüm değerine ait tekrarlanabilirlik değeri $1.96 \times \sqrt{2}s_w$ veya $2.77s_w$ olacaktır. Her bir metod için elde edilen tekrarlanabilirlik katsayıları, %95 güven düzeyindeki uyum sınırları ile karşılaştırılabilir. %95 güven düzeyindeki uyum sınırları $-2.77s_w$ ve $+2.77s_w$ aralığı ile benzerdir. Bu yöntemlerin “tekrarlanabilirlik katsayıları” yöntemlere ait uyum sınırları benzer özellikler gösteriyorsa, iki yöntem arasındaki uyum ile tekrarlanabilirlikleri ile

açıklanabilir. Uyum sınırları, elde edilen tekrarlanabilirlik değerinden önemli ölçüde genişse, iki metod arasındaki uyumu düşüren başka faktörler var demektir. (Bland ve Altman 1999)

Tekrar elde edilebilirlik ise; genel hatlarıyla söyleyecek olursak, farklı denek ortamlarında, aynı ölçüm tekniği ile elde edilen sonuçların benzerliği olarak tanımlanmıştır.

Tekrarlanabilirlik ve tekrar elde edilebilirlik ölçüm şekillerinde farklılıklar olmasına rağmen uyum çalışmalarında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden değildir. Çünkü bir metod ile bir denekten yalnızca bir ölçüm değeri elde edilmiş ise, hesaplanış şekilleri itibari ile “tekrarlanabilirlik” ve “kesinlik”lerinin tahmin edilmesi olanaksızdır.

3. UYUM İNCELEME ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TEKNİKLER

Aynı özellikli ölçen iki yönteminin, farklı deneklerde aynı sonucu vermesi beklenmemelidir. Ancak uygun denetleme kurguları ile, test edilen yöntemin referans yöntemden ne kadar farklı sonuçlar verdiği araştırılabilir. (Genç ve Sertkaya 2003)

Klinik araştırmalarda, iki ölçüm arasındaki uyumu araştırmak en yaygın yapılan yöntemlerden biridir. Hangi istatistiksel yöntemin, ne derece doğru olduğu belli olmamaktadır. Bu yüzden metod karşılaştırma çalışmaları sıklıkla yapılmaktadır. “Metod Karşılaştırma” ifadesinden anlaşılması gereken, bir klinik araştırmada ele alınan iki klinik tekniğin birbirine uyumu ve referans tekniğe alternatif olarak sunulabilecek olan tekniğin geçerliliğini hatta üstünlüğünü araştırmaktır. (Saraçlı ve Doğan 2008)

Uyum çalışmalarını incelerken görüyoruz ki, çalışmacılar genellikle regresyon ve korelasyon tekniklerine başvurumaktadırlar. Fakat korelasyon ve regresyon yöntemleri bazı durumların açıklanmasında yetersiz kalabiliyor.

Bland-Altman uyum sınırlarının, bazı durumlarda korelasyon ve regresyon tekniklerinin olumsuz taraflarını ekarte eden tekniklere sahip olduğu görülmektedir.

Korelasyon ve regresyon yöntemleri aşağıdaki gibi açıklanabilir.

- Korelasyon hesaplamasında, örneklemin dağılım genişliği arttıkça korelasyonun yüksek çıkması yönünde bir etki ortaya çıkacaktır. Aynı yaklaşım çerçevesinde uyum araştırmalarında da dağılım genişliğinin sonucu etkilemesi istenmeyen bir durumdur. Burada da dağılım genişliğinin yüksek olması uyumun düşmesi yönünde bir etki beklentisine neden olmaktadır.
- Korelasyon katsayısı rastgele oluşulabilecek hatalardan etkilenirken ölçümlerden ve diğer faktörlerden oluşabilecek hatalara karşı bir tepki göstermemektedir. Örneğin X metodu ile Y metodu arasında tam bir matematiksel oran varsa iki ölçüm arasında tam bir korelasyon elde edilir. Fakat bu durumda zayıf bir uyum olmasını bekleyeceğiz. Bu durumda ölçümler arasındaki rastgele hatayı minimize ederken, orantısal hatayı yükseltmiş olacağız. (Genç ve Sertkaya 2003)
- İki ölçüm arasındaki uyumu araştırırken, regresyon eğrilerinden de faydalanılmaktadır. Fakat regresyon modelleri de dağılım genişliğinden etkilenmektedir.

- “Regresyon analizi” bir bireyin iki ölçütü arasındaki ilişkiyi inceler. Bu iki ölçütten biri X, diğeri ise Y olduğu durumda, uyum incelenirken, regresyonu kullanacak olursak elimizde, hangi değişkeni X’e, hangi değişkeni Y’ye atfedeceğimize dair bir bilgi olmayacaktır.

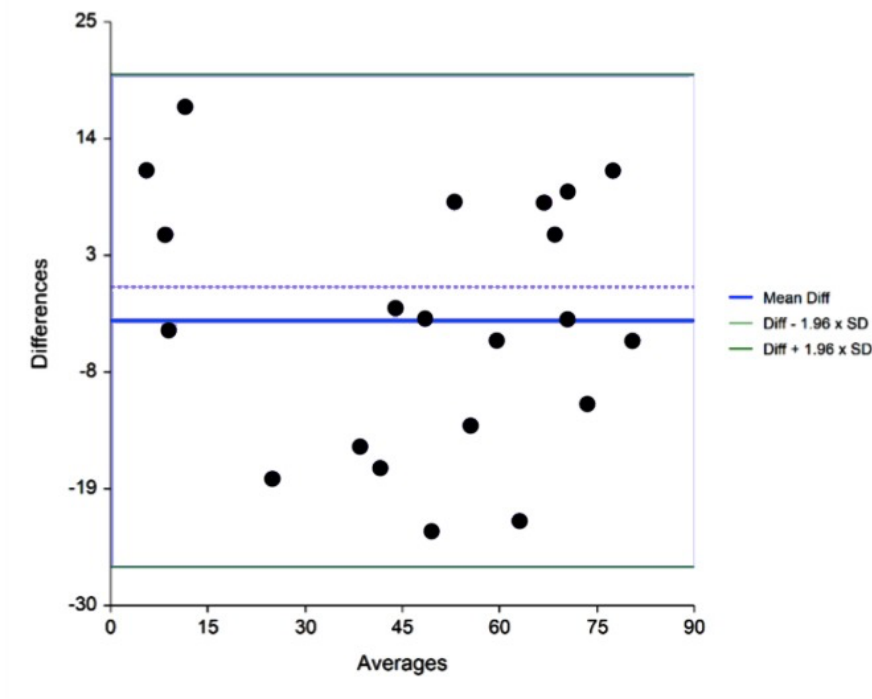
$$Y=A+BX \quad (3,1)$$

Rastgele yapacağımızı bu seçimle hata payını atfettiğimiz değişkeni de rastgele seçmiş olacağız. Hata payı atfettiğimiz zaman ise bir diğer değişkenin hata payını görmezden gelmiş olacağız. Bu da yanlış sonuçlar elde etmemize sebep olabilir

3.1. Bland Altman

Bland-Altman tekniği, J Martin Bland ve Douglas G. Altman tarafından, basit hesaplamalar ve grafiksel yöntemlerle uyumu ele alan bir dizi çalışma şeklinde yayınlanmıştır. Bland- Altman uyum sınırları gösteriminde temel değerlendirme yaklaşımı, eşleştirilen iki farklı ölçümün ortalamaları ve bu ölçümlerin farkları ile arasındaki farklılığın grafiksel gösterimidir.

Şekil 3-1 Bland-Altman örnek grafik gösterimi



Bland – Altman grafiğinde x eksenini, 2 ölçüm sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması, y eksenini ise bu iki ölçümün farklarından oluşan doğrular oluşturur. Bu iki yöntemden elde edilen değerlerin farkların ortalaması da bize hata payını (bias) verir.

$$\bar{d} = \frac{1}{n \sum_{k=1}^n d_k} \quad (3,1)$$

Eğer farklar normal dağılıma sahipse farkların sıfırın etrafında rasgele dağılması ve %95’inin “ $\bar{d} - 1,96 \text{ SD}$ ile $\bar{d} + 1,96 \text{ SD}$ ” arasında olması beklenir. Bu durum altında ortalamalar ve farklar arasında ilişki olmadığı söylenebilir. Bu yöntemde, $\bar{d} \pm 1,96 \text{ SD}$ “uyum

sınırları” olarak adlandırılır. Küçük örneklemeler için uyum sınırları bulunurken tablo değerini (n-1) serbestlik derecesi için t tablosundan yararlanarak bulmak daha doğru olacaktır. (Saraçlı ve Doğan 2008) Bu birbirileri yerine kullanılması araştırılan iki çalışmanın “ $\bar{d} \pm 1,96SD_d$ ” uyum sınırları içinde istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının incelenmesi, biraz da çalışmayı planlayanların, klinik öngörülerine bağlıdır. Kabul edilebilir sınırlar çalışmaya başlanılmadan önce tartışılmalıdır. (Saraçlı ve Doğan 2009) %95 güven sınırları içinde, güven aralığı aşağıdaki gibi hesaplanır

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (\bar{d} - d)^2} \quad (3,2)$$

Normal dağılım varsayımı altında varyans ve güven aralıkları aşağıdaki gibi hesaplanır. Uyum sınırlarına ait varyansın bilinmesi, bize tahmin edilen uyum sınırlarının kesinliği verecektir.

- Varyans $\bar{d}$

$$\widehat{Var}(\bar{d}) = \frac{s_d^2}{n} \quad (3,3)$$

$$\widehat{Var}(\bar{d} \pm 1,96 S_d) = \left(\frac{1}{n} + \frac{1,96^2}{2(n-1)} \right) S_d^2 \quad (3,4)$$

%95 Güven sınırları içinde farkların ortalaması;

$$\bar{d} \pm t_{1-\alpha/2, n-1} \sqrt{\widehat{Var}(\bar{d})} \quad (3,5)$$

%95 güven sınırları içinde, alt uyum sınırı;

$$(\bar{d} - 1,96 S_d) - t_{1-\alpha/2, n-1} \sqrt{\widehat{Var}(\bar{d} \pm 1,96 S_d)} \quad (3,6)$$

%95 güven sınırları içinde, üst uyum sınırı

$$(\bar{d} + 1,96 S_d) + t_{1-\alpha/2, n-1} \sqrt{\widehat{Var}(\bar{d} \pm 1,96 S_d)} \quad (3,7)$$

Yukarıda verdiğimiz formülasyonlar farklar ve ortalamalar arasında bir ilişki olmadığı varsayımıyla verilmiştir. Farklar ve ortalamalar arasında bir ilişki söz konusu olduğu zaman, logaritmik dönüşüm yapılmalıdır.

3.2. Deming Regresyon

Deming Regresyon, literatürde Tip II regresyon teknikleri olarak adlandırılan gruba girmektedir. İki ölçüm yöntemi arasındaki sistematik farklılıkları araştırmak için geliştirilmiştir.

Klasik regresyon tekniklerinde, Y değişkeni hata ile ölçülür. Yani hatayı sadece bağımlı değişkene atfeder. Kurulan modeldeki hem bağımlı hem de bağımsız değişkene hatayı atfeden yöntemler, Tip II regresyon yöntemleri olarak adlandırılır. Yani hem X hem de Y ölçümlerindeki hata payları dikkate alınır. Bu iki tarafta hatayı atfetmek, ölçümlerin hatasız olmama ihtimalini de yok saymamıza engel olacak, doğal olarak daha güvenilir sonuçlar elde etmemize yardımcı olacaktır. Bu durumda hem X hem Y de öngörülen hatadan oluşan regresyon doğrusu daha güvenilir bir doğru olacaktır.

Deming 1943'deki çalışmasında bu iki ölçüme de atfedilen hata durumunda, gözlem değerlerine en uyacak doğru denklemini verecek fonksiyonun minimize edilmesini önermiştir. Minimize edilen fonksiyonun (hata kareler toplamı) formülü aşağıdaki gibidir. (Saraçlı ve Doğan 2008)

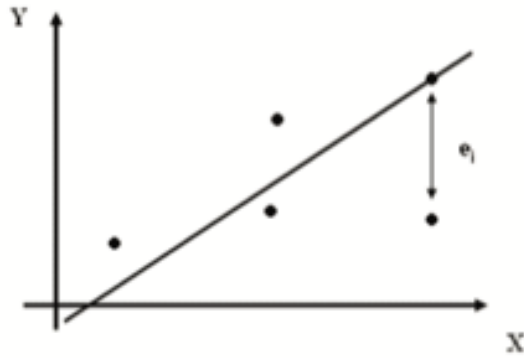
$$HKT = \sum \{(\chi_i - X_i)^2 + \lambda(y_i - Y_i)^2\} \quad (3,8)$$

Buradaki “ λ ” değeri, X ve Y nin hata varyansları oranıdır. Bunu bilmek, elde edilecek regresyon doğrusundaki sapma toplamalarını minimize ederek, açının belirlenmesine olanak sağlar.

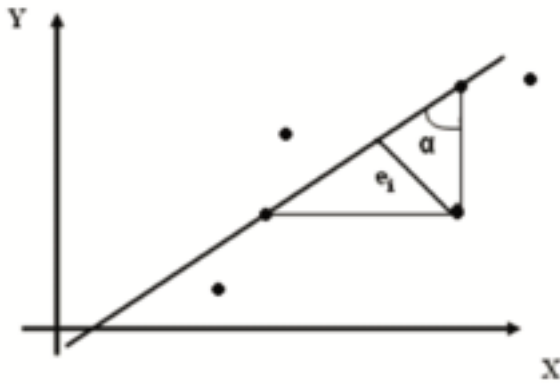
$$\lambda = S_{ex}^2 / S_{ey}^2 \quad (3,9)$$

Aşağıda sırasıyla Tip I ve Tip II regresyon doğruları için olan eğimin grafiği vermiştir. Şekil 3.2 deki olan grafik Tip I regresyon yöntemlerinde sadece X'e atfedilen hatanın, şekil 3.3 de, yani Tip II regresyon tekniklerinde her ikisini de göz önünde bulundurduğunu görüyoruz.

Şekil 3-2 Tip I Regresyon doğrusu grafiği



Şekil 3-3 Tip II Regresyon doğrusu grafiği



Deming Regresyon tekniğinde tahmin edilecek olan regresyon denkleminde eğimin katsayısı aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.

$$\beta_1 = \frac{(\lambda_q - u) + \sqrt{(u - \lambda_q)^2 + 4\lambda_p^2}}{2\lambda_p} \quad (3,10)$$

Formülde u, p ve q değerleri de aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$u = \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad (3,11)$$

$$q = \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad (3,12)$$

$$p = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (3,13)$$

Aşağıda gösterilen β_0 ise burada sabit katsayıyı temsil etmektedir.

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} \quad (3,14)$$

Bu verilen bilgilerle birlikte. Deming Regresyonda, sabit terim ve eğim katsayısının genel formüllerinin karmaşık olması ile birlikte, eğim ve kesim noktasına ait standart hatanın tahmini için çok sayıda çözüm yolu önerilmiştir. Oysa, eğim ve kesim noktaları ile

bu değerlerin standart hatalarının hesabı için normal dağılım varsayımını önemsemeyen parametrik olmayan Jackknife yöntemi kullanılabilir. (Linnet 1993)

3.3. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı

Güvenilirliği önceki bölümlerde, yapılan bir testin, uygulanan bir yöntemin tekrar uygulanması halinde elde edilen sonuçlar arasındaki benzerliğin bir ölçümsel bir göstergesidir, diye tanımlamıştık. Aynı gözlemci veya ölçüm aracıyla, aynı koşullar altında, aynı denekten aynı sonuçları alabiliyorsak, bu ölçüm güvenilirdir diyebiliyoruz.

Medikal çalışmalarda sıklıkla uyum incelemelerinin yapıldığını görüyoruz çünkü biliyoruz ki verinin sağlıklı ve kaliteli olması, çalışmanın ve elde edilecek sonuçların sağlıklı ve kaliteli olması demek. Bu şekilde yapılan çalışmalarda istenilen şey, elde edilen çoklu ölçümlerin arasındaki uyumu incelemektir. (Ateş ve ark. 2009) Uyum incelemeleri yapılırken, farklı durumlara göre farklı yöntemler olabiliyor. Örneğin aynı kişinin yapacağı farklı ölçümler olunca bu duruma gözlem içi uyum (intra-rater), birden fazla gözlemci aynı ölçümü yapıyorsa “gözlemciler arası uyum (inter-rater)”, sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) veya uyum içi katsayıları kullanılıyor.

SKK yöntemi birim ve varyansları temel alan aynı birime ait ölçümler arası ilişki düzeyini araştırmayı amaçlar. (McGraw ve Wong 1996) İncelemeler gösteriyorki, SKK grup içi ve gruplar arası varyans tahminlerinin kullanılarak hesaplandığı bir korelasyon katsayısıdır.

Tablo 3-1 SKK hesaplamalarında kullanılan veri seti

Denek (D_i)	Ölçüm / Gözlemci			
	1	2		k
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1k}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2k}
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
n	X_{n1}	X_{n2}		X_{nk}

SKK’da diğer yöntemler gibi aynı denekten elde edilen ölçümler arasındaki ilişki miktarını bize verir. Ve bu katsayı hesaplanırken, aynı denekten elde edilen ölçümlerin, grup içi ve gruplar arası varyans tahminleri de kullanılır. Yani SKK hesaplanırken varyans oranlarında faydanılmaktadır diyebiliriz.

$$SKK = \frac{\sigma_{DA}^2}{\sigma_{DA}^2 + \sigma_{DI}^2} \quad (3,15)$$

Buradaki DA ve Dİ, denekler arası ve denekler içi varyansı temsil etmektedir

Şimdiye kadar birçok çalışmacı tarafından farklı durumlara göre SKK tahminleri geliştirilmiştir. Ayrıca çalışmanın tasarımına amacına göre ve elde edilebilme şekillerine göre farklı SKK tahminleri geliştirilmiştir.

3.3.1. Çalışmanın Tasarımına Göre SKK Tahminleri

SKK’ çalışmanın tasarımına göre belirlendiği zamanlar, önemli olan varyans analiz metodunu belirlemektedir. Tek yönlü veya çift yönlü uygulanabilir olan varyans analiz metodu ile uygun olan korelasyon katsayısı hesaplanacaktır.

Sınıf İçi Korelasyon katsayısını hesaparken, oluşabilecek varyasyonların sebepleri vardır. SKK’nın etkilendiği sistematik hata kaynaklarını oluşturan sebepler, rastgele oluşabilecek olan denekler ve rastgele veya sabit oluşabilecek, ölçümler arası farklılıktır. (Ateş ve ark.2009)

3.3.1.1. İki Yönlü Karma Etkili Model

İki yönlü karma etkili modelde, n kadar denek, k kadar gözlemci tarafından ölçüme alınır. Klasik varyans analizi metodundan faydalanan bu modelde, gözlemciden kaynaklanabilecek hatalar gözardı edilir. İki yönlü karma etkili modelde önemli olan “mutlak uyum” ve “tutarlılık” terimleridir. Yani gözlemciler arasında mutlak bir uyum veya tutarlılık var mı? Biz burada bu tanımların var olduğunu düşünüyoruz. Deneklerden oluşabilecek hataların ise rastgele olduğu varsayılır.

$$X_{ij} = \mu + d_i + g_j + h_{ij} \quad (3,16)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k$$

Yukarıda verdiğimiz formülde,

μ : tüm ölçümler için kitle ortalaması

d_i : denek etkisi

g_i : gözlemci etkisi

h_{ij} : hata terimi

Bu oluşturan formülasyonda, denek, gözlemci etkisi ve hatat teriminin normal dağıldığı varsayılmaktadır.

Bu kısıtlar dahilinde varyans şu şekilde hesaplanır. ($\sum m_j=0$)

$$\theta_m = \sum_{j=1}^k m_j^2 / (k-1) \quad (3,17)$$

İki Yönlü Karma Etkili modelde SKK hesaplanırken;

- Her bir metodla tek bir ölçüm alındığında,

$$SKK (3,1) = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_d^2 + \theta_m^2 + \sigma_h^2} \quad (3,18)$$

- Her bir metodla tekrarlı ölçümler alındığında

$$SKK (3, k) = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_d^2 + (\theta_m^2 + \sigma_h^2) / k} \quad (3,19)$$

Olarak hesaplanır.

Bununla birlikte elde edilen sonucun bir aralıkta olduğu bilindiği gibi, o aralıkta aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

- k metod ya da gözlemci için $\rightarrow$ $[-(1/(k-1)), +1]$
- 2 metod ya da gözlemci için $\rightarrow$ $[-1, +1]$ arasında olmalıdır.
- 0'dan 0,70'e kadar elde edilen sonuçta kabul edilebilir bi düzey olmadığı söylenir.
- 0.70'den 1'e kadar olan bölüm de orta, yüksek ve mükemmel olarak sıralanır.

SKK'nin önemlilik testi 0'a karşı F_0 istatistiği kullanılarak yapılır. N denek sayısı olduğunda, $[(N-1), (N-1)]$ serbestlik derecesi ile;

$$F_0 = \frac{KO_{DA}}{KO_{HATA}} \text{ olarak hesaplanır.} \quad (3,20)$$

$p_{(SKK)}$ 'ye ait $(1-\alpha)$ % güven aralığı için,

$$F_{alt} = F_0 / [F_{1-\alpha/2}; (N-1), (N-1)] \quad (3,21)$$

$$F_{üst}=F_0 \times [[F_{1-\alpha/2};(N-1), (N-1)] \quad \text{olur} \quad (3,22)$$

Güven aralığı

$$(F_{alt}-1) / [F_{alt}+1] < p_{(SKK)} < (F_{üst}-1) / [F_{üst}+1] \text{ olarak hesaplanır.} \quad (3,23)$$

3.3.2. Çalışmanın Amacına Göre SKK Tahminleri

Yukarıdaki bölümlerde belirtildiği gibi iki yönlü etki modellerinde, SKK tahminleri mutlak uyum ve tutarlılık kavramlarının, çalışma içinde nasıl konumlandırıldığına göre çeşitlilik gösterir. Çünkü tek yönlü modellerde her bir denek grubu farklı puanlayıcılar tarafından ölçülür. Bu da uyum ve güvenirlik çalışmalarında başvurulmak istenilen yöntemlerden değildir. İki yönlü modeller ise aynı puanlayıcılar tarafından ölçüldüğü için bu ölçümler arasında tutarlılık ve mutlak uyum kavramlarına bakılabilir. Tutarlık ve mutlak uyum kavramları, SKK hesaplanırken şu aşamada farklılaşır; çalışmanın tasarımı, tek yönlü veya çift yönlü olması, sabit veya karma etkili model olması. Mutlak uyum için SKK hesaplanırken, metodlar arasındaki sistematik değişkenlik dikkate alınır ve SKK formülünün paydasına metod varyansı, yani metodların ana etkisi eklenir. Sabit etkili metodlarda SKK formülünün paydasında bu değişkenliğe ilişkin varyans yer almaz ve elde edilen SKK, tutarlılık ölçümü olarak değerlendirilir. (Ateş ve ark. 2009) Mutlak uyum ölçüm şekiller farklılaşsa bile ölçülen sistemin aynı sonuçları vermesidir. Tutarlılık ise ölçüm yöntemleri aynı olduğu zaman, elde edilen ölçümler arasında bir ilişki olup olmadığı ile ilgilidir. Örneğin, 2 ölçüm yönteminin tutarlılığın değerlendirildiğimiz zaman, iki ölçümün (x) ve (y) bir sistematik bir hata (b) ile (y=x+b) eşitlenmesinin derecesini ölçeriz.

İki yönlü karma etkili modelde Mutlak uyum ise denekler (*d*) ve gözlemciler arası (*g*) uyum ile sistematik hatanın (*h*) varyans bileşenleri ile aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$SKK_{mutlak\ uyum} = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_d^2 + \sigma_m^2 + \sigma_h^2} \quad (3,24)$$

3.3.3. Kullanılan Ölçümlerin Elde Ediliş Biçimlerine Göre SKK Tahminleri

Bazı çalışmalarda tek bir ölçüm yapmanız istenilen sonuca ulaşmanızda etkili olmayabilir. Örneğin, günlük ortalama tansiyon ölçünüz istendiği zaman tek bir tansiyon ölçümü günlük ortalama tansiyonunuzu vermede yetersiz kalacaktır. Bu basit örnekten yola çıkarak, SKK tahminleri, yapılan her bir gözlemin tek başına yeterli olup olmayacağına göre değişecektir. Ölçümler arası uyum, tek bir ölçümle incelendiği zaman “tek (single)”, her bir metod ile çalışmada olan her denekten çoklu ölçümler alınıyorsa, “ortalama (average)” ile hesaplanmalıdır. Bu ortalamalardan elde edilen uyumun, tek ölçüme göre daha güvenilir olması beklenecektir. Bunun sebebi, çoklu ölçümler ile elde edilen sonuçların daha güvenilir olmasıdır. (Ateş ve ark. 2009) Eğer ortalama seçeceğine uygun bir SKK hesaplanıyorsa, ölçüm sayısına göre “denekler içi varyans” teriminde farklılıklar olacaktır.

Aşağıdaki tabloda çalışmanın tasarımına, amacına ve elde edilme çeşitlerine göre SKK hesaplama türleri verilecektir

Tablo 3-2 SKK hesaplama türleri

SKK Türleri	Tanım
SKK(3,1) _C	- Her bir metod ile her denekten ölçüm alınır. Metod etkisi sabittir. - SKK, tek bir ölçüm kullanılarak hesaplanır. - Tutarlılık tanımına göre SKK hesaplanır.
SKK(3,1) _A	- Her bir metod ile her denekten ölçüm alınır. Metod etkisi sabittir. - SKK, tek bir ölçüm kullanılarak hesaplanır. - Mutlak uyum tanımına göre SKK hesaplanır.
SKK(3,k) _C	- Her bir metod ile her denekten ölçüm alınır. Metod etkisi sabittir. - SKK, “k” ölçümün toplamı veya ortalaması kullanılarak elde edilir. - Tutarlılık tanımına göre SKK hesaplanır.
SKK(3,1) _A	- Her bir metod ile her denekten ölçüm alınır. Metod etkisi sabittir. - SKK, “k” ölçümün toplamı ya da ortalaması kullanılarak elde edilir. - Mutlak uyum tanımına göre SKK hesaplanır.

Yaptığımız bu sürekli verilerdeki uyum araştırmalarına göre, ölçüm, tasarım ve amaca göre farklılaşmış ve geliştirilmiş çeşitlerine dayanarak, SKK uyum çalışmalarında sıkça başvuru alan ve güven teşkil eden yöntemlerden biridir.

3.4. Concordance Korelasyon Katsayısı (Concordance Correlation Coefficient)

Medikal çalışmalarda, aynı denek farklı değerlendiriciler veya yöntemler tarafından elde edilen tekrarlı ölçümlerin uyumunu inceleyen bir başka yöntemde, Lin tarafından 1989 yılında tanımlanan CKK (CCC)'dir. Şimdiye kadar birçok bilim insanı bu konu üzerine makaleler yazmıştır.; örneğin, “Chinchilli ve arkadaşları (1996) metod karşılaştırma ve tekrarlanabilirlik çalışmaları için Concordance korelasyon katsayısını önermişlerdir”. Ayrıca Zar (1996) çalışmasında, Concordance korelasyon katsayısının, t testine, Pearson moment çarpım korelasyon katsayısına, regresyon ve varyasyon katsayısına göre olan üstünlüklerine” değinmiştir. Lin (1989)'de, CKK'nin asıl avantajının metod karşılaştırma ve tekrarlanabilirlik çalışmalarında sistematik yanlılığı ve rastgele hatayı göz önüne alması olduğunu ileri sürmüştür. (Akçakoca 2007)

Korelasyon katsayısının, metod karşılaştırma ve test-tekrar test çalışmalarında kullanılması birçok bilim insanı tarafında eleştirilmiştir. Örneğin Bland – Altman 1995'te yaptığı çalışmasında bu konu üzerine geniş kapsamlı eleştirilerde bulunmuştur. “Bunun yanında, SKK'nin kullanılması ise denekler arasındaki değişkenliğin tamamını ölçmesi ve doğruluğu (ölçmek) konusunda yetersiz olması nedeniyle Atkinson (1995), Lin (2001), Barnhart ve Williamson (2001) tarafından eleştirilmiştir. CKK'da problem olarak karşımıza çıkacak nokta, değişkendeki örneklem farklılığına karşı hassas olmasıdır. Uç değerlerin olduğu bir örneklemede, yüksek değerli r hesaplanacaktır. Daha önce yapılmış bir çalışmayı örnek olarak verecek olursak, Chinchilli ve arkadaşları (1996) tarafından yapılmış çalışmada, kolesterolün dağılım genişliği 50 ile 350 mg/dl arasındadır. Geniş yayılıma sahip böyle ölçümlerde, uygulanabilirlikleri itibarıyla tekrarlanabilirlik ve geçerlilik ölçümleri doğru olmayan sonuçlar verebilir.

SKK ve CKK arasındaki farklılıklar başlıca şunlardır

- SKK Anova varsayımlarının uygulandığı, ikiden fazla gözlem için de kullanılabilirken, CKK sadece 2 ölçüm arasındaki “uyum” ve “güvenirlilik” için kullanılabilir.
- SKK sadece sürekli değişkenlere uygulanırken, CKK kategorik değişkenlere de uygulanabilmektedir.

“Lin (1989), yaptığı çalışmada X ve Y arasındaki uyumun derecesi farkların karelerinin beklenen değeri ile karakterize etmiştir.”

$$E[(Y-X)^2] = (\mu_y^2 - \mu_x^2) + \sigma_y^2 + \sigma_x^2 - 2\rho\sigma_y\sigma_x \quad (3,25)$$

- ρ ; Pearson korelasyon katsayısı
- “ ρ aynı zamanda 45° ’lik bir açıdan dik sapmaların karesinin iki ile çarpılmış şeklinde de gösterilebilir.”

Buna göre CKK (p_c),

$$p_c = \frac{2Cov(Y_1, Y_2)}{E[(Y_1 - Y_2)^2] + 2Cov(Y_1, Y_2)} \quad (3,26)$$

$$= \frac{2\sigma_{1,2}}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + (\mu_1 - \mu_2)^2} = pC_b \quad (3,27)$$

C_b farklı şekillerde tanımlanmıştır.

- C_b ; Yan Düzeltme Faktörü” (Eşitlik doğrusunun regresyon denkleminde elde edilen doğruya uzaklığının ölçüsü)
- C_b ’ doğruluk ölçüsü (measure of accuracy)
- 0 ile 1 arasındadır. ($0 < C_b \leq 1$)

- $C_b = 1$ elde edilen eşitlik doğru ile regresyon denklemi arasında bir uzaklık olmadığını gösterir. Eşitlik doğrusundan herhangi bir ayrılış $\rho = 1$ olsa bile ρ_c 1 den küçük olacaktır. (Lin 1989).

C_b 'nin formülasyonu ise aşağıdaki gibidir;

$$Cb = \left[\frac{(v+1/v+u^2)}{2} \right]^{-1} \quad (3,28)$$

$$v = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad (3,29)$$

$$u = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(\sigma_1 \sigma_2)}} \quad (3,30)$$

CKK (ρ) şu özellikleri taşımaktadır;

1. -1 ile $+1$ arasında bir değer alır ve Pearson korelasyon katsayısının mutlak değerinden daha büyük bir değer alamaz.
2. Pearson korelasyon katsayısının sadece sifıra eşit olduğu bir durumda CKK'da sifıra eşit olacaktır
3. Ortalamalar ve varyanslar birbirine eşit ise, ρ_c pearson korelasyon katsayısına eşit olur. Yani $\sigma_y = \sigma_x$ ve $\mu_y = \mu_x$ Olduğu durumda $\rho_c = \rho$ olur.
4. Sadece şu durumda $\rho_c = 0$ olur.
5. Ve sadece aşağıdaki durumlarda $\rho_c +, - = 1$ olur
 - $(\mu_y^2 - \mu_x^2) + \sigma_y^2 + \sigma_x^2 - 2\rho\sigma_y\sigma_x = 0$
 - Pearson korelasyon katsayısı $\rho = \pm 1$
 - Metodlar ile elde edilen ölçüm çiftleri arasında mükemmel bir uyum varsa. Yani ölçüm çiftleri birebir aynı değerlere sahipse,

Elde edilen Concordance Korelasyon Katsayısının yorumu;

- 0,89'dan küçük olursa, çok düşük uyum göstergesidir.
- 0,90-0,95 arasına orta düzeyde uyum,
- 0,95-0.99 arasına yüksek uyum, ve
- >0.99 'da mükemmel uyum olarak seviyelendirilir.

4. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Diz hastalıklarında hastanın ağrı şiddetini öğrenmek tedavi süreci için önemli bir adımdır. Literatürde çeşitli diz skorlamaları mevcuttur. Biz bu çalışmada Kujala patellafemoral diz skorlaması yapılan 110 hastadan elde edilen verilerle çalıştık. Yapılan bu çalışma ile uygulanacak olan skorlama sisteminin geçerliliği araştırılacaktır. Kujala diz skorlamasında merdiven inip-çıkma, çömelme, koşma, zıplama ve dizler fleksiyonda uzun süreli oturma rahatlığı, kuadriseps kasındaki atrofi miktarını, fleksiyon defisitini ve yürüme yardım ihtiyacını sorgulayan toplam 13 soru bulunmaktadır. Puanlama sistemi 0 (en kötü)-100 (en iyi) puan arasındadır.

Çalışmamızda, üniversitemizin Fizik Tedavi kliniğine ACL, menisectomi, patella disco gibi çeşitli diz problemleri ile kliniğe başvuran 110 hastadan elde edilen verilerle çalışılmıştır. Gerekli kullanım koşulları oluşturulduktan sonra, bu skorlama sisteminin test-tekrar test güvenilirliğinin hesaplanabilmesi için, 2 uygulamasındaki total skorları değerlendirmeye aldık.

Tekrarlı ölçümlerle çalıştığımız için, sonuçları, önceki bölümlerde tanımlamış olduğumuz, Bland Altman, Deming Regresyon, ICC ve CCC yöntemlerini uygulama sonuçları ile yorumlayacağız.

Veri analizinde Med-Calc paket programı kullanılacaktır.

5. BULGULAR

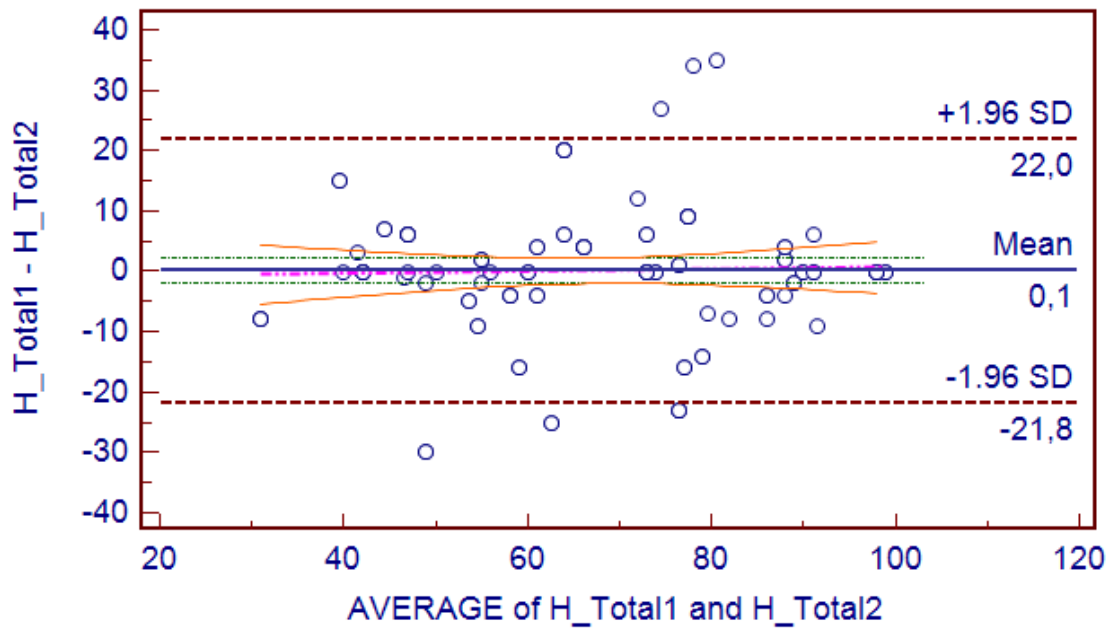
Verilerimizin tanımlayıcı İstatistikleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 5-1 Total değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
Total1	110	27	99	67,23	18,68
Total2	110	32	99	67,14	18,39

5.1. Bland Altman Sonuçları

Şekil 5 1 Bland Altman Gösterimi



Yukarıdaki grafikte Bland-Altman uyum sınırları grafiği, Total 1 ve Total 2 değerlerinin ortalamalar ve farklara ait grafiği verilmiştir. Buna göre, %95 güven sınırları içinde, değişkenlere ait farklara ait ortalamalar arasında bir farklılık olmadığı söylenebilir.

Bland Altman yönteminde elde edilen grafikten beklenen, farkların ortalamasının 0 etrafında dağılmasıdır. Şekil 5.1 de olduğu gibi, ortalamaları çok büyük bir kısmı 0

etrafında saçılım göstermiştir. Bu da bize gösterir ki iki ölçüm arasında bir mutlak uyum vardır.

5.2. Deming Regresyon

110 kişiye uygulanan Kujala patellafemoral diz skorlaması uygulaması sonucu elde ettiğimiz iki total skorlamasına Deming Regresyon uyguladığımız zaman, aşağıdaki verileri elde ettik. Burada kesişim ve eğim Combleet&Gochman'ın (1979) geliştirdiği yöntem ile, standart hata ve güven aralıkları ise Jacknife metodu kullanılarak tahmin edilir. Tablo 5.1 ve 5.2'ye göre, Total-1 ve Total-2 ortalama değerleri 67,1 ile 67,2 dir. Değişim katsayıları ise aynı değeri 0,35 hesaplanmıştır. Bu iki total değerlerin ölçüm hataları oranı 0,9 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5-2 Deming Regresyon Ölçüm sonuçları İstatistikleri

Metod	Ortalama	Değişim Katsayısı (%)
X	67,1	25,00
Y	67,2	25,00

Tablo 5-3 Ölçümlere ait bilgiler

Örneklem büyüklüğü	110
Varyans Oranı	0,9

Tablo 5-4 Deming Regresyon sonuçları

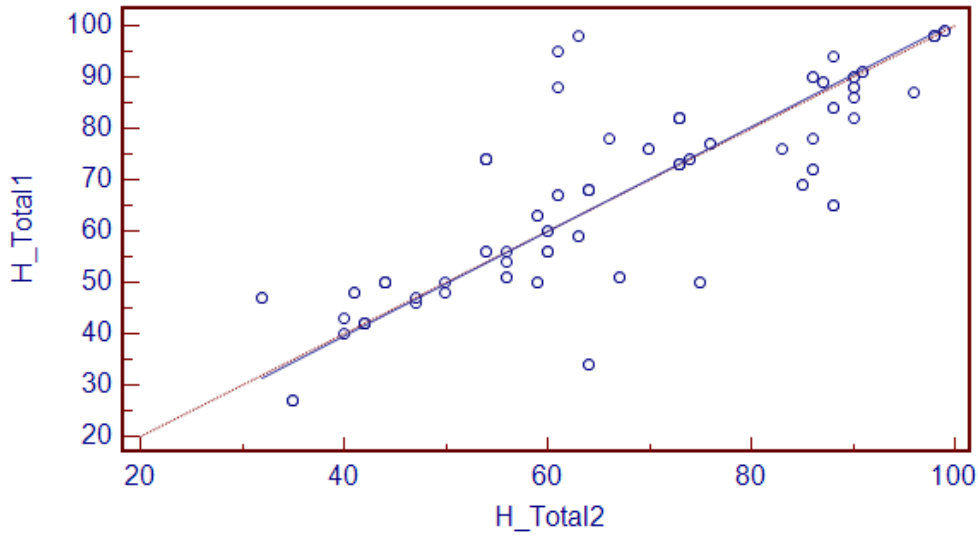
Parametreler	Yanlılık (Bias)	Standart Hata	95% Güven Aralıkları
Sabit	-1,2	3,6	-8,4 ~ 5,9
Eğim	1,02	0,05	0,9 ~ 1,1

Tablo 5.4 Deki sonuçlarına göre, kesim noktası -1,2 bu değere ait güven aralığı 0 değerini içermektedir. Eğim ise 1,02'dir. Bu değere ait güven aralığı ise 1 değerini

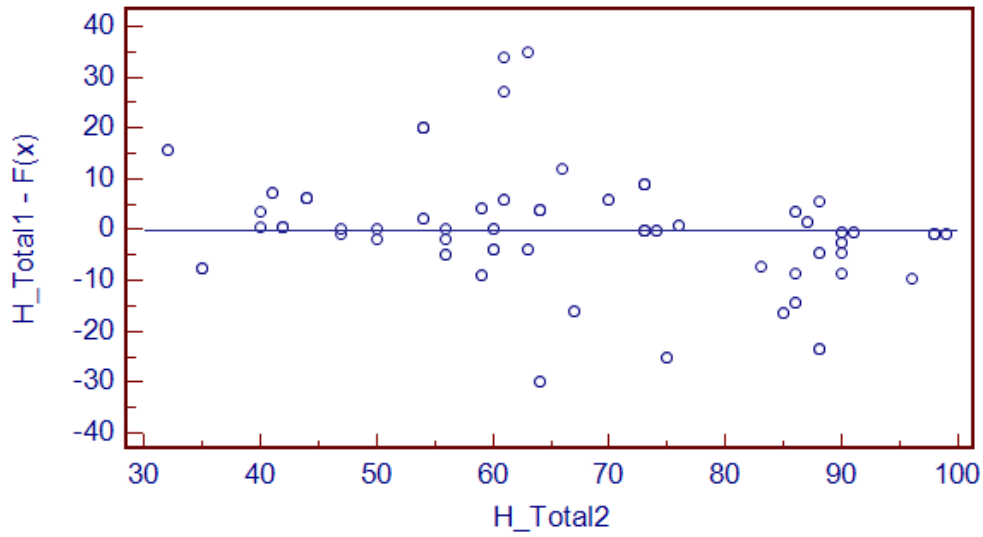
içermektedir. Bu elde edilen sonuçlara göre Total-1 ve Total-2 değerleri arasında sistematik ve orantısal yanlışlık gözlemlenmediği sonucuna varılır.

Deming regresyon doğrusuna ait denklem ise; “ $y = -1,2251 + 1,0196x$ ” olarak bulunmuştur. Şekil 5.2 de bu denkleme ait Deming regresyon doğrusu verilmiştir. Total-1 ve Total-2 değerlerinin birbirine eşit olduğu doğru ile regresyon doğrusu aynı doğrultudadır. Bu da bir kere daha göstermektedir ki, bu iki ölçüm birbiri ile uyumlu sonuçlar vermiştir.

Şekil 5 2 Deming Regresyon, Regresyon doğrusu grafiği



Şekil 5 3 Deming Regresyon Sonuçları Ortalamaya göre Grafiksel gösterim



Şekil 5.3'te ise gözlem sonuçlarının, artıklarına ait grafik verilmiştir.

5.3. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC)

Total-1ve Total-2 değişkenleri test-tekrar test sonuçları olduğu için SKK da uygulanabilir. Tüm denekler için aynı puanlama sistemi uygulanmıştır. Med-Calc paket programı sonuçlarına göre, SKK tablosu bize %95 güven aralığında iki adet katsayı verir. (Tablo 5.4),

Tablo 5-5 Sınıf İçi Korelasyon katsayıları

	SKK	95% Güven Aralığı
Mutlak Uyum (Single)	0,82	0,74 ~ 0,87
Tutarlılık (Average)	0,90	0,85 ~ 0,93

Kujala skorlarının test-tekrar test sonuçları ölçümlerine ait SKK mutlak uyum değeri 0,82, alt sınır değeri 0,74 üst sınır değeri 0,87 , tutarlılık değeri 0,90, alt sınır değeri 0,85 üst sınır değeri 0,93 olarak hesaplanmıştır.

5.4. Concordance Korelasyon Katsayısı (Concordance Correlation Coefficient - CCC)

Kujala skorlaması ile belirlenen değerlerle iki ölçüm arasındaki uyumu hesaplamak için Concordance korelasyon katsayısını(ρ_c) da hesaplamak istedik. (tablo 5.5)

$$\rho_c = \rho C_b$$

- ρ ; her bir gözlemin, iki değişken için çizilen doğrusundan ne kadar sapma olduğunu ölçen ve bir doğruluk ölçüsü olan pearson katsayısıdır.
- C_b ; değişkenlere ait doğrudan 45° den orjine ne kadar sapma olduğunu ölçen bir kesinlik ölçüsüdür.

Tablo 5-6 Concordance Korelasyon Katsayısı Değerleri

Concordance Korelasyon Katsayısı (ρ_c)	0,82
---	------

95% Confidence Interval	0,74 ~ 0,87
Pearson ρ (precision, doğruluk)	0,82
Bias correction factor C_b (accuracy, kesinlik)	0,99

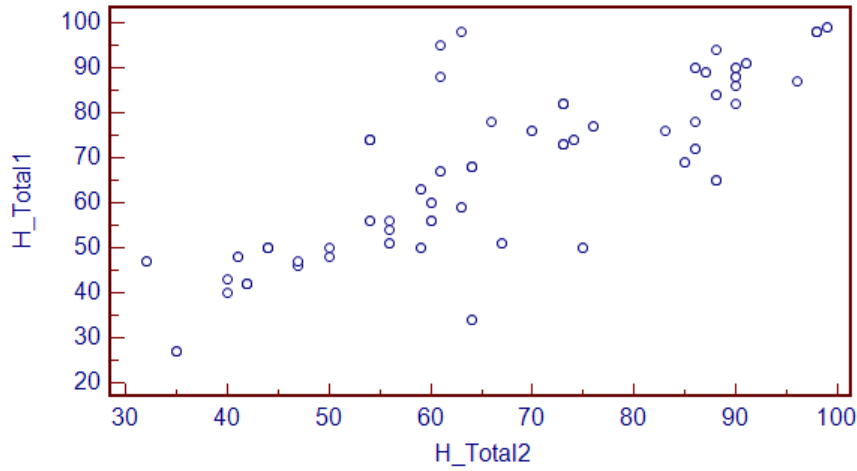
McBride(2005) uyum korelasyon katsayısı (ρ_c) sınırlarını aşağıdaki gibi açıklamıştır.

ρ_c Korelasyon Değeri	Korelasyon Derecesi
< 0.90	Çok düşük
0.90- 0.95	Orta
0.95- 0.99	Yüksek
>0.99	Mükemmel

Tablo 5.5 de Concordance korelasyon katsayısı hesap değerimiz 0,82'dir. Bu da gösteriyor ki, bu iki ölçüm arasında yüksek bir uyum mevcuttur.

Bu iki total değişkene ait saçılım grafiği de aşağıdaki gibidir.(şekil 5.4)

Şekil 5 4 Uyumu incelenen iki değişkene ait saçılım grafiği



6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Son yıllara kadar, metod karşılaştırma çalışmalarında klasik regresyon tekniklerine başvurulmaktaydı. Fakat ölçüm şekilleri, zamanları ve yöntemlerinin farklılaşması ile araştırmacılar hassasiyeti olan yeni yaklaşımlar geliştirme ihtiyacı duymuşlardır. Ölçümler farklılaştıkça inceleme sonucunda araştırmak istenen uyumun şeklide değişmektedir. Örneğin mutlak uyum veya ilişkisel uyumu ölçen yöntemler farklıdır. Biz bu yöntemlerden Bland Altman, Deming Regresyon, Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı SKK (ICC) ve Concordance Korelasyon Katsayısı CKK (CCC) yöntemlerini ele aldık.

İncelediğimiz bu yöntemlerin tanımlanmasında kullanılan istatistiksel terimleri, kavramları detaylı ve grafiksel olarak göstermeye ve detaylı olarak tanımlamaya çalıştık.

Biz bu tez çalışmasında, metod karşılaştırma çalışmalarında kullanılan kendi belirlediğimiz bu dört yöntem, tekrarlı ölçümün uygulandığı veri setinde kullanıldı. Uygulanan test sonucunda elde edilen tekrarlı ölçüm sonuçlarımızın uyumu hakkında bilgi edinmeye çalıştık.

Çalışmamızda kullanılan verilerin elde edilmesinde kullanılan diz skorlaması, birçok parametre ölçülerek elde edilen, total bir değerdir. Öncelikle tüm veriler elde alınmıştır. Tekrar ölçümler sonucunda, karşılatırmak istediğimiz total skorların tanımlayıcı istatistiklerini hesapladık. “Kujala patellafemoral” diz skorlaması uygulanan hastalarda, bu testin güvenilirliğini, geçerliliğini, soruların birbiriyle uyumlu olup olmadığını, ölçülen değişkenlerin hastalar tarafından doğru anlaşılıp anlaşmadığını ölçmek adına tekrarlı ölçüm sonuçlarını karşılatırdık.

Farklı zamanlarda yapılan bu testin sonuçlarına bakarak söyleyebiliriz ki bu ölçümler arası uyum mevcuttur. Daha detaylı açıklayacak olursak. Ölçümler arasındaki mutlak uyumu ölçen Bland Altman ve Deming Regresyon sonuçlarına bakarsak ölçümler arasında bu uyumun varlığından bahsediliriz. Bland-Altman yöntemi bize her iki yönteminde güçlü ve zayıf yönlerini veren bir yöntemdir. Burada çıkan uyum, bize ölçümler arasındaki bu şekilde tanımlanacak bir farklılık göstermedi. Ölçümler arasındaki ilişkisel uyumu ölçen Deming Regresyon tekniği sonuçlarına göre ilişkisel uyumun olduğu sonucuna vardık. Ölçümler arasındaki mutlak uyum ve tutarlılığın bir ölçüsü olan ve bize ölçümlerin güvenilirliğini de veren Sınıf İçi korelasyon katsayısına göre ölçüm sonuçları arasındaki değişkenlik güven sınırları içinde kabul edilebilir bir seviyededir.

Bu çalışma ile ölçümler arasındaki uyumu ölçmede bu dört yöntem ile benzer sonuçlar elde ettik. Yöntemler birbirlerini destekleyen sonuçlar vermiştir.

KAYNAKÇA

1. Özdamar K. 2002 Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi-1. 4. Baskı. Eskişehir: Kaan Kitabevi,
2. L. M. Sulluvian (2008) Circulation; 117:1238 – 1234
3. Field, A. (2011). *Discovering Statistics Using Spss*. (3rd Ed.). (Pp. 15-18). Thousand Oaks, California: Sage Publications
4. Bruton, A., Conway, J., Holgate, S. (2000). Reliability: What Is It and How Is It Measured. *Physiotherapy*, 86(2): 94-99
5. Dodge, Y. (2003) The Oxford Dictionary of Statistical Terms, Oup. [Isbn 0-19-9206139](#)
6. Jm Bland, Dg Altman 1996 ;312:1654
7. Akçakoca G. 2012 Ank Üni (Y. Lisans Tezi)
8. Gay Lr. 1985, Educational Evaluation And Measurement. 2nd Edition. London: A Bell & Howell Company.
9. Ercan, İ., Kan, İ. (2004). Ölçeklerde Güvenilirlik ve Geçerlilik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 30(3): 211-216
10. Öncü H. 1994, Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme. Ankara: Matser Basım San. Ve Tic. Ltd. Şti.
11. H. Çakmur 2012, *Taf Preventive Medicine Bulletin*, 11(3)
12. Broemeling L D. 2007, *Bayesian Biostatistics And Diagnostic Medicine*. 1st.Ed., Washington: [L]_{SEP} Chapman& Hall/ Crc, 113- 139
13. Y. Genç, D. Sertkaya, 2003, *Ankara Üniversitesi Dergiler*
14. S. Saraçlı, I Dogan, 2008, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Medikal Metod Karşılaştırmalarında Deming Regresyon Tekniği*
15. D. Giavarina, 2015, *Understanding Bland Altman Analysis, Clinical Chemistry and Hematology Laboratory, San Bortolo Hospital, Vicenza, Italy February 23*
16. S. Saraçlı, I Dogan, 2009, *Türkiye Klinikleri J Biostat*;1(1):9-15
17. K.N. Baydili 2015, *Fırat Üni.Yüksek Lisans Tezi*
18. C. Gazelioğlu, S. Saraçlı, 2013, *Afyon Kocatepe Üni. Doğrusal Olmayan Tıp İi Regresyon Analizi Üzerine Bir Simülasyon Çalışması*.

19. K. Linnet., 1993, Evaluation of Regression Procedures for Methods Comparison Studies. Clin. Chem., 39(3): 424-432
20. H.X. Barnhart, M.J. Haber, 2007, An Overview On Assessing Agreement With Continuous Measurement, Journal Of Biopharmaceutical Statistics, 17: 529–569,
21. Jm Bland, Dg Altman 1999, Measuring Agreement in Method Comparison Studies. Stat. Methods. Med. Res., 8: 135-160
22. S. Kılıç, 2009, Ölçümlerin Uyumluluğu ve Tıptaki Uygulamaları, Çukurova Üniversitesi
23. C.Ateş, D. Öztuna Y. Genç, 2009, Sağlık Araştırmalarında Sınıf İçi Korelasyon Katsayısının Kullanımı, Ankara Üniversitesi
24. Mcgraw Ko, Wong Sp. 1996 Forming Inferences About Some Intraclass Correlation Coefficients. Psychol Methods;1(1):30-46
25. Lin, L. (1989). A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. Biometrics. 45: 255-268
26. Kuru T, Dereli E., Yalıman A., 2010 Patellafemoral Ağrı Sendromunun Kujala Patellafemoral Skorumu Sisteminin Türkçe Geçerlilik Çalışması; 44(2):152-156
27. Vieira S., Corrente E. 2010, Statistical Methods For Assessing Agreement Between Double Readings Of Clinical Measurements.
28. Aktürk Z., Acemoğlu H. 2012, Tıbbi Araştırmalarda Güvenirlik ve Geçerlilik 39(2): 316-319
29. Giavarina D. 2015, Understanding Bland Altman Analysis 25(2):141-51
30. Carrasco J.L, Jover L., 2003, Estimating Generalized Concordance Correlation Coefficient through Variance Components 59,849-858
31. Steichen T.J., Cox N., 2002, A note on the Concordance Correlation Coefficient, Number 2, pp. 183-189
32. Güllü Ö., Tekindal M.A, Köse S.K., Türkölmez K., 2013, Nomogramlar ile İstatistiksel Modellerin Yaşam olasılıklarını Belirlemedeki Performanslarının Metod Karşılaştırma Yöntemleri ile Değerlendirmesi: Meme Kanseri Örneği 6(1):42-52
33. Sedgwick P.2013, Limits of Agreement (bland-Altman Method) BMJ,346: ff1630
34. Şencan H. 2005, Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik 975 347 884 4, 1. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara

İNTİHAL ORANI

SÜREKLİ ÖLÇÜMLERİN UYUM DEĞERLENDİRMESİNDE
KULLANILAN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERİN İRDELENMESİ

ORIJINALLIK RAPORU

% 13	% 12	% 1	% 1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	%9
2	sbu.saglik.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
3	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	www.slideserve.com İnternet Kaynağı	<%1
5	Submitted to Dumlupinar University Öğrenci Ödevi	<%1
6	Submitted to Ted Istanbul Koleji Öğrenci Ödevi	<%1
7	"Perspectives on Atmospheric Sciences", Springer Nature, 2017 Yayın	<%1
8	mimai.web.wesleyan.edu İnternet Kaynağı	<%1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Hatice Sena	Soyadı	ÖNER
Doğ.Yeri	Konya	Doğ.Tar.	12.08.1990
Uyruğu	T.C.	TC Kim No	30514194704
Email	hsenaoner@gmail.com	Tel	531 969 2409

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik	2013
Lise	Van Serhat Fen Lisesi	2007

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Veri Yönetimi Ve İstatistiksel Analiz	Monitor Medikal Araştırma	2014- 2015

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	İyi	Orta	İyi		55,00

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı 17/13/2013	70,95	69,53	59,59

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
SPSS	Çok iyi
Microsoft Excel, Word, powerpoint	iyi

1. Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

2. Nova Nordics Investigator Academy 2014

3. Uluslarası Türkiye Hemofili Kongresi 2016

Hobileri

Seyahat, Yüzme, Doğa Fotoğrafçılığı

